



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**Diseño e implementación de una estrategia  
didáctica para la enseñanza - aprendizaje del  
concepto de voltaje, con los estudiantes de grado  
décimo del Colegio Alberto Lleras Camargo**

**Alexander Oswaldo Aldana Callejas**

Universidad Nacional De Colombia

Facultad de ciencias

Bogotá D.C. Colombia.

2015.



**Diseño e implementación de una estrategia didáctica  
para la enseñanza - aprendizaje del concepto de voltaje,  
con los estudiantes de grado décimo del Colegio Alberto  
Lleras Camargo**

**Alexander Oswaldo Aldana Callejas**

Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director:

**M.Sc Carlos Joel Perilla Perilla**

Línea de Investigación

Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Universidad Nacional De Colombia

Facultad de ciencias

Bogotá D.C. Colombia.

2015.



*A mi esposa por su apoyo incondicional y absoluta comprensión en estos dos años de trabajo y sacrificio. A mis padres y hermana quiénes me enseñaron con su ejemplo, que las cosas valiosas se consiguen con trabajo.*



# Agradecimientos

A mi director de trabajo final, Carlos Joel Perilla, por sus valiosas sugerencias y recomendaciones y por su disposición incondicional cuando siempre se le requirió.

A mi familia por apoyarme y aceptar sin reproche el tiempo que dejé de compartir con ellos.

A Diana Marcela Sepúlveda, quien me apoyo valiosamente con sus sugerencias en la construcción de la propuesta y del proyecto final.

A los profesores de la maestría, especialmente a José Daniel Muñoz, quién con su pasión y amor a la enseñanza, me enseñó a ver mi profesión de una forma diferente.

A mis compañeros de la maestría William Suarez y Giovanny Cortes, por su colaboración y trabajo en equipo.

A los estudiantes del colegio Alberto Lleras Camargo, quiénes participaron activamente en el desarrollo de la investigación.





## Resumen

Las dificultades propias del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos básicos de electricidad, principalmente el de voltaje, fueron las razones que dieron origen a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál estrategia didáctica puede contribuir a que el proceso de enseñanza – aprendizaje del concepto de voltaje sea más significativo para los estudiantes de grado décimo del colegio Alberto Lleras Camargo?. Para dar respuesta a la misma, se llevó a cabo el desarrollo de una investigación pre-experimental, en donde el objetivo general era el diseño de una unidad didáctica apoyada en el uso de herramientas virtuales y de prácticas experimentales. La propuesta constó de siete sesiones de trabajo en donde se profundizaron los conceptos de electrostática, se desarrollaron los conceptos de energía y trabajo, y se realizó la correlación de dichos conceptos con la definición de voltaje. Cada sesión estuvo organizada en tres tipos de actividades, de ambientación, desarrollo y refuerzo, que permitieron que los estudiantes fortalecieran sus conocimientos sobre los conceptos de electrostática, energía y trabajo, y asociaran el voltaje con el concepto de trabajo por unidad de carga y con el cambio de energía potencial electrostática.

**Palabras claves:** voltaje; pre-experimental; unidad didáctica; herramientas virtuales; practicas experimentales; electrostática; energía; trabajo.

## Abstract

The difficulties of the process of teaching and learning the basics of electricity, specially voltage, were the reasons that lead to the following research question: What didacticism strategy can contribute for the teaching-learning process to be more meaningful for tenth grade students in Alberto Lleras Camargo high school? To answer this question, was made a pre-experimental research which objective was the design of a didacticism unit supported in virtual tools use and experimental practice. The proposal consisted of seven work sessions where the electrostatics concepts were deepened, the energy and work concepts were developed, and the correlation between these concepts and the concept of

voltage was made. Each session was organized in three kinds of activities: motivation, development and reinforcement. These allowed the students strengthen their knowledge about electrostatics, energy and work concepts, and associate the voltage concept with per-unit-charge work concept, and with the change in electrostatic potential energy.

**Keywords:** voltage; pre-experimental; didactic unit; virtual tools; experimental practices; electrostatic; energy; work.

# Contenido

<b>Resumen</b> .....	i
<b>Lista de figuras</b> .....	v
<b>Lista de tablas</b> .....	ix
<b>Introducción</b> .....	1
<b>1 Marco contextual</b> .....	5
1.1 Antecedentes .....	5
1.2 Problemática .....	6
1.3 Justificación .....	7
1.4 Objetivo General .....	7
1.5 Objetivos Específicos .....	8
<b>2 Marco teórico</b> .....	9
2.1 Marco Referencial .....	9
2.1.1 Desarrollo histórico – epistemológico de la electricidad .....	9
2.1.2 Carga eléctrica, fuerza y campo electrostático .....	12
2.1.3 Energía y trabajo .....	17
2.1.4 Voltaje o diferencia de potencial electrostático .....	24
2.1.5 El voltaje en circuitos eléctricos DC .....	27
2.2 Marco Pedagógico .....	32
2.2.1 Estándares básicos de competencias en tecnología y ciencias naturales .....	32
2.2.2 Las TIC al servicio de la educación .....	34
2.2.3 Didáctica de la propuesta .....	36
<b>3 Marco metodológico</b> .....	43
3.1 Tipo de investigación .....	43
3.2 Población .....	44
3.3 Muestra .....	44
3.4 Instrumentos de seguimiento y retroalimentación .....	45
3.4.1 Pruebas .....	45
3.4.2 Matrices .....	48
3.4.3 Diario de campo .....	49
3.4.4 Registro de predicciones individuales y grupales .....	49
3.4.5 Encuesta de satisfacción .....	50

3.5	Herramientas virtuales de apoyo .....	50
3.5.1	Página web “Mr. Voltios 1002” .....	50
3.5.2	Línea de tiempo “Historia de la Electricidad” .....	51
3.5.3	Material audiovisual.....	52
3.5.4	Animaciones .....	54
3.5.5	Actividades Educaplay .....	57
3.5.6	¿Quién quiere ser Mr. Voltios? .....	58
3.5.7	Simulaciones Phet.....	58
<b>4</b>	<b>Propuesta</b> .....	<b>61</b>
4.1	Objetivos.....	62
4.2	Metodología.....	63
4.3	Sesiones de trabajo .....	63
4.3.1	Sesión 1: ¿Qué son las cargas eléctricas? .....	63
4.3.2	Sesión 2: Las cintas mágicas.....	65
4.3.3	Sesión 3: ¿Que muestran las semillas? .....	67
4.3.4	Sesión 4: El tubo caprichoso.....	69
4.3.5	Sesión 5: ¿Cómo sabes si estás trabajando? .....	72
4.3.6	Sesión 6: Comprendamos qué es el Voltaje.....	77
4.3.7	Sesión 7: Análisis de voltaje en circuitos eléctricos .....	80
<b>5</b>	<b>Análisis de resultados</b> .....	<b>83</b>
5.1	Análisis de la prueba diagnóstica .....	83
5.1.1	Conclusiones del diagnóstico.....	107
5.2	Análisis de la prueba de cierre.....	108
5.2.1	Conclusiones de la prueba de cierre .....	130
5.3	Análisis encuesta de satisfacción .....	131
<b>6</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones</b> .....	<b>135</b>
6.1	Conclusiones.....	135
6.2	Recomendaciones .....	137
	<b>Bibliografía</b> .....	<b>139</b>
	<b>Anexos</b> .....	<b>143</b>

## Lista de figuras

Figura 2-1: Interacción entre cargas eléctricas de signos diferentes e iguales. ....	14
Figura 2-2: Líneas del campo electrostático producido por una carga eléctrica puntual de signo positivo. ....	16
Figura 2-3: Líneas de campo electrostático producido por una carga eléctrica puntual con carga negativa. ....	16
Figura 2-4: Representación de las líneas del campo electrostático producidas por un dipolo eléctrico. ....	16
Figura 2-5: Líneas de campo electrostático que produciría un in dipolo eléctrico. ....	17
Figura 2-6: Líneas de campo electrostático producidas por un par de placas paralelas con signo diferente. ....	17
Figura 2-7: Propiedades del trabajo según la fuerza aplicada. ....	19
Figura 2-8: Propiedades del trabajo aplicado a una masa cuando la fuerza aplicada no es paralela o perpendicular. ....	20
Figura 2-9: Trabajo realizado sobre una carga eléctrica de prueba en un campo electrostático uniforme. ....	22
Figura 2-10: Líneas equipotenciales de un campo electrostático producido por una carga puntual positiva. ....	26
Figura 2-11: Líneas equipotenciales del campo electrostático producido por un dipolo e in dipolo eléctrico. ....	26
Figura 2-12: Líneas equipotenciales en un campo electrostático constante. ....	27
Figura 2-13: Fuentes de Voltaje - Baterías eléctricas. ....	28
Figura 2-14: Fuentes de Voltaje – Generador electromecánico. ....	28
Figura 2-15: Fuente rectificadora de voltaje. ....	29
Figura 2-16: Sumatoria de potenciales eléctricos y fem en un circuito eléctrico serie. ....	30
Figura 2-17: Variación del potencial eléctrico a lo largo de un circuito serie (Tomada de Sears & Zemansky, 2009).....	31
Figura 2-18: Comportamiento del voltaje en un circuito paralelo. ....	32
Figura 3-1: Estructura de la página web <i>Mr. Voltios 1002</i> . ....	51
Figura 3-2 : Estructura de la línea de tiempo “Historia de la Electricidad” ....	52
Figura 4-1: Implementación de la experimentación ¿Qué muestran las semillas?.....	68
Figura 4-2: Ejercicio sobre energía mecánica (cinética y potencial). ....	71
Figura 4-3: Analogía entre el trabajo mecánico y electrostático. ....	75

Figura 4-4: Trabajo y energía potencial electrostática.....	75
Figura 4-5: Movimiento de una carga de prueba en campo electrostático constante. ....	76
Figura 4-6: Cargas eléctricas de prueba con trayectorias diferentes en un campo electrostático.....	76
Figura 4-7: Implementación de la experimentación “Encontremos las líneas equipotenciales” .....	79
Figura 5-1: Respuesta del estudiante E18 a la pregunta 1. ....	83
Figura 5-2: Respuesta del estudiante E8 a la pregunta 1. ....	84
Figura 5-3: Respuesta del estudiante E7 a la pregunta 1. ....	84
Figura 5-4: Respuesta del estudiante E6 a la pregunta 3. ....	86
Figura 5-5: Respuestas de la pregunta 4 prueba diagnóstica. ....	87
Figura 5-6: Respuesta del estudiante E27a la pregunta 4. ....	88
Figura 5-7: Respuesta del estudiante E3 a la pregunta 4. ....	88
Figura 5-8: Respuesta del estudiante E5 a la pregunta 4. ....	88
Figura 5-9: Respuestas de la pregunta 5 prueba diagnóstica. ....	89
Figura 5-10: Respuestas de la pregunta 6 prueba diagnóstica. ....	89
Figura 5-11: Respuesta del estudiante E20 a la pregunta 6. ....	90
Figura 5-12: Respuesta del estudiante E12 a la pregunta 6. ....	91
Figura 5-13: Respuestas de la pregunta 7 prueba diagnóstica. ....	91
Figura 5-14: Respuesta del estudiante E24 a la pregunta 7. ....	92
Figura 5-15: Respuestas de la pregunta 8 prueba diagnóstica. ....	93
Figura 5-16: Respuesta del estudiante E5 a la pregunta 8. ....	94
Figura 5-17: Respuestas de la pregunta 9 prueba diagnóstica. ....	94
Figura 5-18: Respuesta del estudiante E22 a la pregunta 9. ....	95
Figura 5-19: Respuesta del estudiante E8 a la pregunta 9. ....	96
Figura 5-20: Respuestas de la pregunta 10 prueba diagnóstica. ....	96
Figura 5-21: Respuesta del estudiante E12 a la pregunta 10. ....	97
Figura 5-22: Respuestas de la pregunta 11 prueba diagnóstica. ....	97
Figura 5-23: Respuestas de la pregunta 12 prueba diagnóstica. ....	98
Figura 5-24: Respuestas de la pregunta 13 prueba diagnóstica. ....	99
Figura 5-25: Respuesta del estudiante E12 a la pregunta 12. ....	100
Figura 5-26: Respuestas de la pregunta 14 prueba diagnóstica. ....	100

---

Figura 5-27: Respuesta del estudiante E21 a la pregunta 14. ....	101
Figura 5-28: Respuesta del estudiante E22 a la pregunta 15. ....	102
Figura 5-29: Respuesta estudiante E22 a la pregunta 15. ....	102
Figura 5-30: Respuesta del estudiante E18 a la pregunta 16. ....	103
Figura 5-31: Respuesta del estudiante E21 a la pregunta 16. ....	104
Figura 5-32: Respuestas de la pregunta 17 prueba diagn3stica. ....	104
Figura 5-33: Respuesta del estudiante E3 a la pregunta 17. ....	105
Figura 5-34: Respuesta del estudiante E21 a la pregunta 17. ....	105
Figura 5-35: Respuestas de la pregunta 19 prueba diagn3stica. ....	106
Figura 5-36: Respuesta del estudiante E1 a la pregunta 19. ....	106
Figura 5-37: Respuesta del estudiante E16 a la pregunta 19. ....	107
Figura 5-38: Respuestas de la pregunta 1 prueba de cierre. ....	109
Figura 5-39: Respuesta del estudiante E13 a la pregunta 1 de la prueba de cierre. ....	110
Figura 5-40: Respuestas de la pregunta 2 prueba de cierre. ....	110
Figura 5-41: Respuesta del estudiante E12 a la pregunta 2 de la prueba de cierre. ....	111
Figura 5-42: Respuesta del estudiante E5 a la pregunta 2 de la prueba de cierre. ....	111
Figura 5-43: Respuestas de la pregunta 3 prueba de cierre. ....	112
Figura 5-44: Respuestas de la pregunta 4 prueba de cierre. ....	113
Figura 5-45: Respuestas de la pregunta 5 prueba de cierre. ....	114
Figura 5-46: Respuesta del estudiante E8 a las preguntas 4 y 5 de la prueba de cierre. ....	115
Figura 5-47: Respuesta del estudiante E29 a las preguntas 4 y 5 de la prueba de cierre. ....	115
Figura 5-48: Respuestas de la pregunta 6 prueba de cierre. ....	116
Figura 5-49: Respuestas de la pregunta 7 prueba de cierre. ....	116
Figura 5-50: Respuesta del estudiante E9 a las preguntas 6 de la prueba de cierre. ....	118
Figura 5-51: Respuesta del estudiante E13 a la preguntas 7 de la prueba de cierre. ....	118
Figura 5-52: Respuesta del estudiante E17 a la pregunta 7 de la prueba de cierre. ....	118
Figura 5-53: Respuestas de la pregunta 8 prueba de cierre. ....	119
Figura 5-54: Respuesta del estudiante E5 a la pregunta 8 de la prueba de cierre. ....	119
Figura 5-55: Respuestas de la pregunta 9 prueba de cierre. ....	120
Figura 5-56: Respuesta de los estudiantes E29 y E8 a la pregunta 9 de la prueba de cierre. ....	121
Figura 5-57: Respuestas de la pregunta 10 prueba de cierre. ....	122

Figura 5-58: Respuesta del estudiante E14 a la pregunta 10 de la prueba de cierre.....	123
Figura 5-59: Respuestas de la pregunta 11 prueba de cierre. ....	124
Figura 5-60: Respuestas de la pregunta 12 prueba de cierre. ....	124
Figura 5-61: Respuesta del estudiante E6 a las preguntas 11 Y 12 de la prueba de cierre.	125
Figura 5-62: Respuesta del estudiante E7 a las preguntas 11 Y 12 de la prueba de cierre.	126
Figura 5-63: Respuestas de la pregunta 13 prueba de cierre. ....	126
Figura 5-64: Respuesta del estudiante E7 a las preguntas 13 de la prueba de cierre. ....	127
Figura 5-65: Respuestas de la pregunta 14 prueba de cierre. ....	128
Figura 5-66: Respuesta del estudiante E27 a la pregunta 15 de la prueba de cierre.....	130
Figura 5-67: Respuesta del estudiante E5 a la pregunta 15 de la prueba de cierre.....	130
Figura 5-68: Respuestas de las preguntas 1 y 2 de la encuesta de satisfacción .....	132
Figura 5-69: Respuestas de la pregunta 3 de la encuesta de satisfacción.....	132
Figura 5-70: Respuestas de las preguntas 4 y 5 de la encuesta de satisfacción. ....	133
Figura 6-1: Fotografías, desarrollo Sesión 2 ( <i>Las cintas mágicas</i> ) .....	175
Figura 6-2: Fotografías, desarrollo Sesión 2 (actividad de refuerzo <i>¿Quién quiere ser Mr. Voltios?</i> ).....	175
Figura 6-3: Fotografías, desarrollo Sesión 3 ( <i>¿Qué muestran las semillas?</i> ).....	176
Figura 6-4: Fotografía, desarrollo Sesión 4 ( <i>El tubo caprichoso</i> ) .....	176
Figura 6-5: Fotografías, desarrollo Sesión 6 ( <i>comprendamos que es el voltaje</i> ).....	177
Figura 6-6: Fotografías, desarrollo Sesión 6 (Actividad <i>Encontremos las líneas equipotenciales</i> ). ....	177
Figura 6-7: Fotografías, desarrollo Sesión 7 (Actividad Análisis del voltaje en circuitos).	178



## Lista de tablas

Tabla 3-1: Objetivos de las preguntas que conforman la prueba diagnóstica. ....	46
Tabla 3-2: Objetivos planteados para las preguntas que conforman la prueba de cierre. .	47
Tabla 3-3: Matriz de análisis a las explicaciones dadas por los estudiantes. ....	48
Tabla 3-4: Formato de diario de campo. ....	49
Tabla 3-5: Formato de predicciones de las prácticas experimentales. ....	49
Tabla 5-1: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 1 (prueba diagnóstica). ....	83
Tabla 5-2: Promedio de las valoraciones planteadas por los estudiantes a la pregunta 2.	85
Tabla 5-3: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 3 (prueba diagnóstica). ....	85
Tabla 5-4: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 4 (prueba diagnóstica). ....	87
Tabla 5-5: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de las preguntas 5 y 6 (prueba diagnóstica). ....	90
Tabla 5-6: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 7 (prueba diagnóstica). ....	92
Tabla 5-7: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 8 (prueba diagnóstica). ....	93
Tabla 5-8: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 9 (prueba diagnóstica). ....	95
Tabla 5-9: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 10 (prueba diagnóstica). ....	96
Tabla 5-10: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de las preguntas 11, 12 y 13 (prueba diagnóstica). ....	99
Tabla 5-11: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 14 (prueba diagnóstica). ....	101
Tabla 5-12: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 15 (prueba diagnóstica). ....	102
Tabla 5-13: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 16 (prueba diagnóstica). ....	103
Tabla 5-14: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 17 (prueba diagnóstica). ....	104

Tabla 5-15: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 19 (prueba diagnóstica). .....	106
Tabla 5-16: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 1 (prueba de cierre). .....	109
Tabla 5-17: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 2 (prueba de cierre). .....	111
Tabla 5-18: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 3 (prueba de cierre). .....	112
Tabla 5-19: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de las preguntas 4 y 5 (prueba de cierre). .....	114
Tabla 5-20: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de las pregunta 6 y 7 (prueba de cierre). .....	117
Tabla 5-21: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 8 (prueba de cierre). .....	119
Tabla 5-22: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 9 (prueba de cierre). .....	121
Tabla 5-23: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 10 (prueba de cierre). .....	123
Tabla 5-24: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de las preguntas 11 y 12 (prueba de cierre). .....	125
Tabla 5-25: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 13 (prueba de cierre). .....	127
Tabla 5-26: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 14 (prueba de cierre). .....	129
Tabla 5-27: Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 15 (prueba de cierre). .....	129

# Introducción

Este documento presenta el diseño y la aplicación de una estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de voltaje, apoyado en el uso de herramientas virtuales y prácticas experimentales. La propuesta surge en la institución educativa distrital Alberto Lleras Camargo, en donde se observó que los procesos de articulación a programas técnicos han ocasionado que los maestros del área de tecnología aborden los fenómenos eléctricos sólo desde su definición, y no en su comprensión.

Adicionalmente, la revisión bibliográfica sobre esta problemática muestra que son varios los obstáculos y las dificultades que se presentan en la enseñanza y el aprendizaje de los aspectos básicos de la electricidad, los cuales obedecen al uso de metodologías tradicionales que resultan ser poco significativas para los estudiantes y que ocasionan que esta disciplina sea vista con poca importancia, sin utilidad, difícil de comprender y poco atractiva. Además, la poca profundización de los conceptos de electrostática ha llevado a que no se comprendan los fenómenos eléctricos, particularmente el concepto de voltaje.

Para el abordaje de este tema, el documento está estructurado en seis capítulos: la contextualización de la problemática, la fundamentación teórica, el diseño metodológico, el análisis de los resultados, la propuesta para la enseñanza-aprendizaje del concepto de voltaje y conceptos asociados, y las conclusiones.

En el primer capítulo, se lleva a cabo la revisión de los planteamientos de autores como: Sánchez & Merino (2013); Games, Mercado & Parra (2012); Moscoso Ariza (2010) y Psillos Dimitris (1998), que sugieren el cambio de metodologías tradicionales por nuevas, en donde se estimule el trabajo cooperativo, la experimentación, la integración de las áreas del saber, el uso de analogías, el razonamiento analítico y el uso de recursos innovadores como herramienta motivacional para los estudiantes. A partir de dichas ideas, se formula la problemática y los objetivos que orientarán el proceso investigativo y

se propone una estrategia didáctica que hace uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y articula también, en su metodología, el desarrollo de prácticas experimentales.

El segundo capítulo, que corresponde a la fundamentación teórica, está compuesto por dos apartados: marco referencial, en el que se presenta un recorrido histórico y epistemológico de la electricidad, se describen los conceptos de electrostática y se profundizan en los conceptos de energía y trabajo, con el fin de fundamentar la concepción del voltaje; y marco pedagógico, en el que se identifican las orientaciones que propone el MEN para llevar a cabo la enseñanza de la tecnología y las ciencias, se plantea el papel de las tics en la educación, y se fundamenta la didáctica de la propuesta desde el aprendizaje activo y las prácticas experimentales, elementos que se asocian mediante la estructuración de una unidad didáctica, dividida en 7 sesiones de trabajo.

El marco metodológico, que corresponde al tercer capítulo, presenta el desarrollo de la investigación desde un tipo pre-experimental, con el fin de llevar a cabo la intervención en un grupo de 29 estudiantes pertenecientes a grado décimo del Colegio Distrital Alberto Lleras Camargo. Los instrumentos para el seguimiento y retroalimentación de información corresponden a pruebas, matrices, diarios de campo, encuestas y registro de predicciones individuales y grupales. De igual forma, se incluyen herramientas virtuales de apoyo, algunas diseñadas como una página web, líneas de tiempo, material audiosual (videos), animaciones y actividades de evaluación; y otras tomadas de plataformas especializadas.

La propuesta, que corresponde al cuarto capítulo, describe las sesiones de trabajo diseñadas para la enseñanza-aprendizaje del concepto de voltaje, los objetivos generales y para cada sesión, los recursos y la metodología que consta de tres momentos: las actividades de ambientación, que buscan generar interés en los estudiantes hacia los temas que se abordan; las de desarrollo, que profundizan en los conceptos, mediante la discusión y el análisis de situaciones realizadas en clase (experimentaciones, observación de animaciones y simulación de fenómenos electrostáticos), y las actividades de refuerzo o retroalimentación, que consisten en fortalecer y afianzar los contenidos trabajados mediante el desarrollo (de forma individual o grupal) de actividades virtuales y/o juegos temáticos de contenido científico.

El quinto capítulo, correspondiente a los análisis de los resultados de la investigación, da cuenta de: los resultados de la prueba diagnóstica, que arrojaron que los estudiantes no relacionaban los conceptos de electrostática con los fenómenos eléctricos, y por lo tanto, no comprendían definiciones trabajadas en electricidad como lo es el voltaje; los datos de la prueba de cierre, que determinaron los avances de los estudiantes, dado que estos lograron establecer asociaciones entre los conceptos asociados al tema de investigación; y de una encuesta sobre la satisfacción de la propuesta y del uso de herramientas virtuales.

Finalmente, en el sexto capítulo, se presentan las conclusiones, en las que se hacen notable que, aunque la propuesta surge desde el área de tecnología, particularmente en la asignatura de electrónica, ésta no solo contribuye a la comprensión de los fenómenos eléctricos, sino que también beneficia conceptualmente el plan curricular del área de ciencias, dado que el material diseñado permitió acercar a los estudiantes a los conceptos establecidos en la propuesta, reducir el nivel de abstracción de los conceptos trabajados mediante la asociación de las nociones que componen la definición de voltaje, entendiendo que este es equivalente al trabajo por unidad de carga o al cambio de la energía potencial electrostática, que sufre una carga eléctrica cuando se desplaza entre dos puntos en un campo electrostático. Y como recomendaciones, el fortalecimiento de la capacidad argumentativa de los estudiantes y la apropiación de términos científicos, como campo y potencial electrostático, mediante un estudio más profundo en las sesiones programadas.



# 1 Marco contextual

## 1.1 Antecedentes

La enseñanza de electricidad y electrónica requiere del desarrollo de conceptos básicos de electrostática. Uno de estos es el voltaje (diferencia de potencial electrostático), que usualmente es difícil de comprender, debido a su alto grado de abstracción, a los vacíos conceptuales y a la poca profundización acerca de los fenómenos electrostáticos que lo constituyen.

Furio & Guisasola (1996), plantean la falta de investigaciones que aborden las dificultades que se presentan en los procesos de enseñanza - aprendizaje de nociones básicas de electricidad. A su vez, identifican que estos problemas son comunes en otras ramas de la ciencia, los cuales obedecen a la aplicación de modelos tradicionales de transmisión verbal que resultan ser poco significativos. En el artículo de Guisasola, Zubimend, & Almudi (2008) se reporta una investigación que evidencia las dificultades y obstáculos que se presentan en la comprensión de los conceptos eléctricos. Los autores afirman que los estudiantes consideran la electricidad como un tema difícil y poco atractivo, no relacionan ni dan significado a conceptos estudiados en electrostática (particularmente la diferencia de potencial y el campo eléctrico) con los utilizados para explicar los fenómenos que suceden en los circuitos eléctricos y aplican razonamientos incorrectos cuando consideran, por ejemplo, que el voltaje es una consecuencia de la corriente y no precisamente su causa.

Para atender los obstáculos y las dificultades propias del proceso enseñanza–aprendizaje de los conceptos de electricidad en los niveles de secundaria y primeros semestres de universidad, varios autores han planteado una serie de estrategias didácticas que contribuyen a la comprensión de los fenómenos eléctricos.

Sánchez & Merino (2013), diseñaron una secuencia de enseñanza de la electricidad basada en el aprendizaje cooperativo, concluyendo que es necesario cambiar las metodologías tradicionales por otras que fomenten y motiven la integración del estudiante a su proceso de aprendizaje. El abordar temas abstractos como corriente y voltaje con este tipo de metodología beneficia el aprendizaje, debido a que los jóvenes aprenden más fácil cuando discuten e interactúan con sus compañeros.

Games, Mercado & Parra (2012) consideran que una buena estrategia para la enseñanza de la electricidad es la que integra las áreas del saber (tecnología y física), debido a que el trabajo transversal ayuda a los estudiantes a dar significado a los conceptos tratados y a obtener con mayor facilidad las competencias que se le exigen.

Moscoso Ariza (2010) propone como metodología acertada para la enseñanza-aprendizaje de la electricidad la que tiene en cuenta principalmente las actitudes de los estudiantes, en donde el *estímulo-respuesta* es fundamental para incrementar el interés y la atención sobre el tema. Razón por la cual, sugiere trabajar de forma paralela lo conceptual con el desarrollo de prácticas de laboratorio como estrategia de motivación.

Psillos Dimitris (1998) sugiere para la enseñanza de la electricidad elemental una perspectiva constructivista en donde el alumno es un agente activo en la construcción de su aprendizaje, articulando sus conocimientos previos con los conceptos trabajados. Psillos establece dos caminos no excluyentes entre sí para trabajar conceptos de electricidad: el primero habla de la necesidad de enseñar la electricidad basada en aplicaciones, por ejemplo las instalaciones domiciliarias, y el segundo apoya el uso de analogías y el razonamiento analítico como medio facilitador en el cambio conceptual de los alumnos.

## **1.2 Problemática**

En el colegio distrital Alberto Lleras Camargo, la necesidad de articular los programas técnicos a la educación media ha conducido que la asignatura de tecnología con énfasis en electrónica se desarrolle priorizando el uso adecuado de dispositivos y no la comprensión de los fenómenos eléctricos. Equívocamente se considera que lo importante es que los jóvenes aprendan a realizar tareas bien, con el fin de ser competentes en el campo laboral. Esta problemática, unida a la información poco profunda sobre el concepto de voltaje en textos de tecnología, ha llevado a que los maestros de esta área, en la institución, usen como única estrategia de aprendizaje la repetición literal del concepto de voltaje, sin preocuparse porque el estudiante lo aprenda y comprenda.

Asimismo, otro aspecto que no contribuye al aprendizaje del concepto de voltaje es el uso de metodologías tradicionales que resultan poco significativas para los estudiantes. Moscozo Ariza (2010), plantea al respecto que este tipo de metodologías ocasiona que



los estudiantes no comprendan los conceptos asociados y que asuman a la electricidad como una disciplina de poca importancia y utilidad.

### **1.3 Justificación**

La poca importancia que dan los maestros de tecnología al concepto de voltaje como un fenómeno electrostático ha causado que el desarrollo de herramientas didácticas (visuales, audiovisuales e interactivas), en donde los estudiantes puedan llevar a cabo la consulta, profundización y/o autoevaluación de este concepto de forma permanente, sea muy escaso. De ahí que se considere pertinente la incorporación de herramientas virtuales para la presentación de temáticas complejas y poco documentadas, como es el caso de voltaje.

Con base en lo expresado anteriormente, surge el siguiente interrogante: ¿Cuál estrategia didáctica puede contribuir a que el proceso de enseñanza – aprendizaje del concepto de voltaje sea más significativo para los estudiantes de grado décimo del colegio Alberto Lleras Camargo?

Para dar respuesta a dicho interrogante, en este trabajo se propone el diseño de una unidad didáctica que utilice diferentes recursos ( herramientas virtuales de aprendizaje y practicas experimentales), con el fin de desarrollar de forma dinámica e interactiva el concepto de voltaje en el aula, y con el objetivo de permitirle a los docentes dinamizar el proceso de enseñanza, fortalecer los conceptos asociados a los fenómenos eléctricos, complementar los vacíos existentes en la definición árida y sin significado del concepto, y generar una mentalidad investigativa que lleve a plantear alternativas de solución a las problemáticas que se le propongan en el aula; y por otra parte, a los estudiantes, observar y analizar fenómenos eléctricos reales a través de metodologías que hagan uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

### **1.4 Objetivo General**

Diseñar una unidad didáctica apoyada en el uso de herramientas virtuales y prácticas experimentales para la enseñanza-aprendizaje del concepto de voltaje, dirigida a los estudiantes de grado décimo de la asignatura de electrónica del colegio Alberto Lleras Camargo.

## **1.5 Objetivos Específicos**

- Aplicar una prueba diagnóstica para identificar los conocimientos previos de los estudiantes sobre los conceptos asociados al voltaje.
- Determinar los elementos y la estructura de la unidad didáctica.
- Seleccionar contenidos, actividades de aprendizaje y herramientas virtuales existentes que se consideren pertinentes para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Diseñar herramientas virtuales de aprendizaje y prácticas experimentales como elementos que componen la unidad didáctica.
- Validar la unidad didáctica.

## 2 Marco teórico

### 2.1 Marco Referencial

El concepto y la definición establecida para el voltaje se fundamentan en la comprensión de los fenómenos electrostáticos y los conceptos de energía y trabajo. Por esta razón, el marco referencial planteado para esta investigación aborda mediante cinco apartados los siguientes aspectos: el desarrollo histórico-epistemológico de la electricidad, los conceptos de carga, fuerza y campo electrostático, la relación entre los conceptos de trabajo y energía, el concepto de voltaje como diferencia de potencial electrostático y un análisis del voltaje en circuitos eléctricos DC. Estos conceptos se desarrollan según los planteamientos establecidos por Serway & Jewett (2009), Sears & Zemansky (2009), Wilson (1996) y Feynman (1998).

#### 2.1.1 Desarrollo histórico – epistemológico de la electricidad

El ámbar (*pedra formada a base de resina vegetal fosilizada*) y la piedra imán fueron los elementos más representativos del fenómeno electromagnético en algunas civilizaciones antiguas. Sus propiedades de atracción y repulsión sobre objetos livianos ocasionaron asombro, curiosidad e interés por comprender el origen de este fenómeno.

Thales de Mileto (640-545 a.C.) fue el primero en estudiar las propiedades eléctricas del ámbar, luego de observar que al frotar dicho material con elementos textiles éste adquiría la capacidad de atraer objetos de poco peso (plumas y semillas). Mileto, explicó este fenómeno mediante una hipótesis en donde asumía al ámbar como una sustancia viva y con alma, razón por la cual era capaz de atraer materias inanimadas. También descubrió que dos piezas de ámbar después de ser frotadas generaban entre sí un fenómeno de repulsión, situación que no pudo explicar mediante su teoría del ámbar como un ser vivo.

Pocos años después, fue conocida la piedra imán o piedra magnética, elemento que tenía propiedades similares a las del ámbar, solo que su fuerza de atracción únicamente actuaba sobre pequeñas piezas de hierro. En su momento, los filósofos presentaron la piedra imán como un ejemplo de la teoría de *Emanaciones*, la cual sostenía que la fuerza

de atracción que generaba sobre las partículas de hierro se debía a la simpatía y solidaridad entre los elementos, y a la propiedad automotriz proveniente del alma.

Aunque numerosos registros (como es el caso de la Odisea de Homero) evidencian la importancia que tenían el ámbar y la piedra imán para los griegos, éstos no hicieron aportes que puedan ser considerados importantes en la comprensión de los fenómenos eléctricos y magnéticos. Fue necesario esperar durante aproximadamente veinte siglos para que se retomaran los estudios en este campo y se llegaran a explicaciones racionales.

El estudio científico de los fenómenos eléctricos tiene origen en el año 1600, cuando Guillermo Gilbert publica la obra *De Magnete, Magneticisque Corporibus et de Magno Magnete Tellure* (Sobre el magnetismo, cuerpos magnéticos y el gran imán telúrico o Tierra), en donde por primera vez aparecen los términos electricidad, atracción eléctrica y fuerza eléctrica. El documento resume los experimentos y las investigaciones realizadas a los cuerpos magnéticos y las fuerzas eléctricas conocidos hasta entonces. Gilbert, en su obra, nombró como sustancias *eléctricas* a los cuerpos que tienen la capacidad de atraer elementos livianos (luego de ser frotados) y *aneléctricas* a las sustancias que no poseían esta propiedad.

Años más tarde, en 1672, Otto von Guericke construyó la primera máquina electrostática capaz de producir cargas eléctricas, la cual consistía en una esfera de azufre que al ser girada y frotada con la mano atraía o repelían pequeños objetos, además de producir diminutas chispas. Este artefacto condujo a que se pensara en la electricidad como algo que fluía de un objeto a otro. Un año después, Francois de Cisternay Du Fay propuso la existencia de dos fluidos eléctricos (cargas eléctricas positivas y negativas) como las responsables de los fenómenos de atracción y repulsión observados. La explicación de Du Fay establecía que la materia era neutra porque contenía cantidades iguales de ambos fluidos. Sin embargo, la fricción podía desbalancear la materia y ocasionar la atracción o repulsión entre las sustancias (Universidad Nacional de la Plata).

Tiempo después, la revolución industrial y el auge del mecanicismo Newtoniano impulsaron investigaciones que plantearon nuevas ideas y explicaciones a los fenómenos eléctricos. Benjamín Franklin (1780) propuso que la electricidad era un solo fluido neutro, el cual puede ser transferido entre los cuerpos mediante la fricción. Según él, los cuerpos contiene la misma cantidad de fluido cuando no están electrizados, pero el exceso o

carencia de dicho fluido daba origen a sustancias eléctricamente positivas o negativas. Franklin instauró la convención actual de la dirección de la electricidad, la cual establece que el fluido va de positivo a neutro, positivo a negativo y de neutro a negativo (Furio, 1997).

En 1785, Charles Coulomb determinó experimentalmente las propiedades de la fuerza electrostática que actuaba entre dos cargas, en donde la magnitud es proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa, y que actúa en la dirección de la línea que une las cargas. Este planteamiento es conocido en la actualidad como la *Ley de Coulomb* (Furio C, 1994).

Otros significativos aportes en el campo de la electricidad los hicieron Luigi Galvani y Alejandro Volta (1786). El primero observó que al conectar un alambre de hierro en el nervio de la pata de una rana y una varilla en el músculo, la extremidad del animal se contraía de la misma manera que lo hacía cuando se le aplicaba una descarga eléctrica. Situación que llevó a Galvani a pensar que el interior de las patas tenía una carga eléctrica positiva y el exterior una carga negativa, por lo tanto, las patas de la rana producían su propia electricidad. Sin embargo, las explicaciones establecidas por Galvani no convencieron a Alejandro Volta, quién demostró (tiempo después) que lo sucedido en la pata de aquel animal era consecuencia de una reacción química entre los materiales que conformaban las varillas y la humedad salina de la rana. Tiempo después, el análisis realizado por Volta a dicha situación lo condujo a la fabricación de la pila voltaica.

Juan Oersted, en 1819, descubrió de forma casual la relación que existe entre la corriente que circula por un conductor y el campo magnético que lo rodea. Luego de colocar una brújula cerca a un cable conductor que conducía una corriente eléctrica, observó una alteración de la aguja, situación que le permitió demostrar que un cable por el cual circula una corriente eléctrica se comporta como un imán. En otras palabras, la presencia de una corriente eléctrica produce un campo magnético a su alrededor. Años más tarde, Andrés María Ampere desarrolló una serie de experimentos que lo llevaron a deducir la relación existente entre la corriente y el campo magnético: *cuanto mayor sea la corriente, la fuerza de atracción también lo será.* (Romero José Ibar)

Posteriormente, Jorge Ohm (1827) establece la ley que lleva su nombre, *Ley de Ohm*, la cual reconoce la relación que existe entre la corriente, el voltaje y la resistencia de un circuito, ecuación que por primera vez permitió cuantificar un fenómeno eléctrico.

Michael Faraday no estaba de acuerdo con la hipótesis de la electricidad como un flujo de sustancias. Por el contrario, él consideraba que ésta era producto de las fuerzas de un cuerpo cargado, pensamiento que lo condujo a comprobar que de la misma forma que una corriente producía un campo magnético, un campo magnético también podía generar una corriente eléctrica. Faraday (1831) comprobó así que el trabajo mecánico usado en el movimiento de un imán podía transformarse en corriente eléctrica (inducción electromagnética).

En 1865, James Clerk Maxwell complementó el trabajo realizado por Faraday, demostrando mediante postulados matemáticos la existencia de ondas electromagnéticas y su relación con corrientes eléctricas variables en el tiempo. Planteamiento que fue demostrado 22 años después (en 1887) por Heinrich Hertz, quién produjo y detectó la presencia de este tipo de ondas.

Los avances logrados en el campo de la electricidad y el magnetismo motivaron a personajes como Marconi, Alba Edison y Tesla, entre otros, a continuar las investigaciones y a desarrollar una serie de inventos que sin duda alguna transformaron a la sociedad. El generador eléctrico AC desarrollado por Tesla y la lámpara incandescente construida por Thomas Alba Edison son apenas dos ejemplos de los avances tecnológicos que cambiaron la cotidianidad del ser humano. Los dos iluminaron inicialmente un sector de New York y en la actualidad su uso se extiende a todos los rincones del planeta.

Pero comprender qué es realmente la electricidad y qué fluye en un circuito eléctrico, sólo se pudo determinar cuándo Joseph John Thompson (1897) descubrió que la electricidad estaba constituida por cargas eléctricas negativas, a las cuales llamó electrones. Thompson llegó a ese planteamiento cuando observó la desviación de un rayo catódico por acción de un campo eléctrico. Finalmente, otro de los descubrimientos de gran importancia y que contribuyó a comprender los fenómenos eléctricos se dio en 1911 cuando Robert Millikan, determinó el valor de la carga elemental en  $1,59 \times 10^{-19} C$ .

### **2.1.2 Carga eléctrica, fuerza y campo electrostático**

La carga eléctrica es una propiedad de la materia, y está asociada a las partículas atómicas (el electrón y el protón). Se clasifica como positiva y negativa, en donde la carga positiva es atribuida al protón, mientras que la negativa al electrón. La unidad en

sistema internacional (SI) de la carga eléctrica es el Coulomb, y su equivalencia es de  $\pm 6,24 \times 10^{18}$  veces la carga del protón o del electrón. Fue nombrada de esa manera en honor a Charles Augustin de Coulomb, quién demostró la relación entre la fuerza electrostática y la carga eléctrica.

El término *carga neta* hace referencia a un átomo o material con exceso de cargas positivas o negativas, lo cual sucede cuando se presenta una transferencia de electrones entre átomos, de tal manera que el cuerpo que pierde electrones queda con un número mayor de protones y por consiguiente, su carga neta es positiva, mientras que, el que gana electrones queda con una carga neta negativa (Wilson, 1996). Si el número de electrones y protones es el mismo, se considera que el cuerpo está en equilibrio, es neutro o que su carga eléctrica neta es cero.

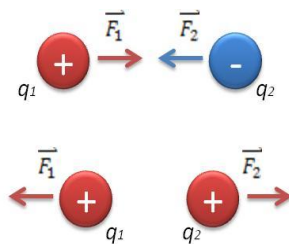
Los cuerpos pueden obtener carga eléctrica dependiendo de sus propiedades atómicas y su capacidad de transferir electrones a otros. Un cuerpo cargado negativa o positivamente puede trasladar sus propiedades eléctricas por contacto, fricción o por inducción a un material con carga eléctrica neutra, así:

- **Electrización por contacto:** cuando dos materiales de carga eléctrica diferente hacen contacto, se produce una transferencia y distribución de electrones de un cuerpo a otro. Si un cuerpo con carga eléctrica negativa hace contacto con otro cuya carga es neutra, el resultado es que el elemento con carga negativa quedará con menor carga, pero de igual signo; mientras que el neutro quedará con carga eléctrica negativa.
- **Electrización por fricción:** el ejemplo más conocido de electrización por fricción es el mencionado por Tales de Mileto, que consistía en que una roca de ámbar, luego de ser frotada con un trozo de piel, obtenía la propiedad de atraer elementos livianos.  
Por efecto de la fricción, los electrones de uno de los materiales son liberados y cedidos a los átomos que conforman el otro material (el número de electrones que gana un material es igual al número de electrones cedidos por el otro elemento). De esta manera, el cuerpo que recibió electrones queda con un exceso de cargas negativas, y por consiguiente, su carga eléctrica total es negativa.
- **Electrización por inducción:** es un efecto de la fuerza electrostática producida por las cargas eléctricas, que actúan a distancia reorganizando las

cargas positivas y negativas en el interior del material. De este modo, una parte del cuerpo quedará con un exceso de electrones (carga negativa), mientras que la otra con carencia de los mismos (carga positiva) (Sears & Zemansky, 2009).

Por otra parte, la interacción entre dos o más cargas eléctricas produce una fuerza de atracción o repulsión entre las mismas, según el siguiente postulado: *cargas de diferente signo se atraen y cargas de igual signo se repelen*, como se ilustra en la Figura 2-1.

**Figura 2-1:** Interacción entre cargas eléctricas de signos diferentes e iguales.



Charles Augustin de Coulomb (1785), mediante una serie de experimentos, logró determinar la magnitud de la fuerza electrostática que se genera por la interacción entre dos cargas eléctricas ( $q_1$  y  $q_2$ ), la cual es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de su distancia, y actúa en la dirección de la línea que une las cargas. Esta relación es conocida como la *Ley de Coulomb* y se expresa de la siguiente manera:

$$\vec{F}_{2,1} = \frac{kq_1q_2}{|r_{2,1}^2|} \hat{r}_{2,1} ,$$

en donde  $r$  corresponde a la distancia entre las cargas y  $k$  es una constante de proporcionalidad equivalente a  $9,0 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$ . La unidad de medida de la fuerza electrostática es el Newton.

La ecuación que determina la magnitud de la fuerza electrostática tiene gran similitud con la expresión Newtoniana usada para determinar la fuerza gravitacional que existe entre dos masas (Wilson, 1991).

La presencia de una carga eléctrica *genera* un campo de fuerza que permea el espacio circundante y cuyo límite es considerado infinito. Según la ecuación establecida para la fuerza electrostática, se puede determinar que la magnitud es inversamente proporcional



al cuadrado de la distancia, en consecuencia, tiende a cero únicamente cuando la distancia entre las dos partículas se aproxima a infinito. Razón por la cual, puede tener efecto sobre cualquier otra carga eléctrica que se ubicara en el espacio. A este análisis se le conoce como campo electrostático  $\vec{E}$ .

El campo electrostático se define como la fuerza electrostática  $\vec{F}$  que actúa sobre una carga de prueba (positiva) ubicada en un punto específico del espacio y dividida por la magnitud de la carga de prueba  $q_0$  (Serway R. A., 1990). La expresión matemática para el campo electrostático es:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} ,$$

de la cual se puede obtener también que

$$\vec{E} = \frac{kq}{r^2} ,$$

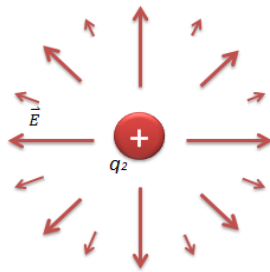
en donde  $q$  es la carga que produce el campo electrostático y  $r$  es la distancia entre la carga y cualquier punto en el espacio. La magnitud del campo electrostático en SI es Newton sobre Coulomb (N/C).

El campo electrostático puede ser representado mediante patrones conocidos como *líneas de campo electrostático*, que describen vectorialmente (magnitud y sentido) la influencia de la fuerza electrostática que actuaría sobre una carga de prueba si se colocara en un punto determinado del espacio en donde existe la presencia de un campo electrostático. El vector del campo electrostático  $\vec{E}$  es tangencial a cada punto que conforma las líneas de campo y su magnitud es proporcional a la densidad de líneas en la región circundante.

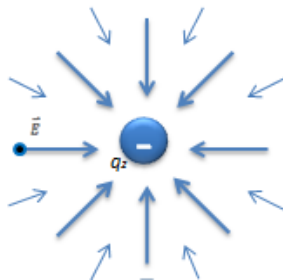
Una carga puntual produce un campo electrostático en todos los puntos del espacio cuya magnitud disminuye conforme al aumento de la distancia. Por definición, el campo electrostático de una carga eléctrica puntual positiva tiene una dirección radial que se aleja de la carga (saliente), mientras que el campo producido por una carga puntual negativa siempre va en dirección radial hacia la carga.

En las Figuras 2-2 y 2-3, se muestran las líneas de campo electrostático producidas por cargas eléctricas puntuales de diferente signo, junto con el vector de campo electrostático y su magnitud en diferentes puntos del espacio.

**Figura 2-2:** Líneas del campo electrostático producido por una carga eléctrica puntual de signo positivo.

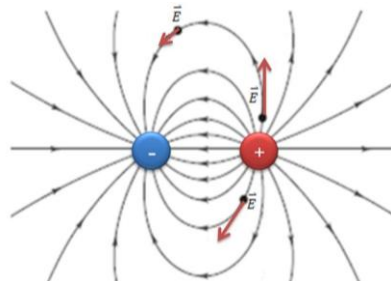


**Figura 2-3:** Líneas de campo electrostático producido por una carga eléctrica puntual con carga negativa.



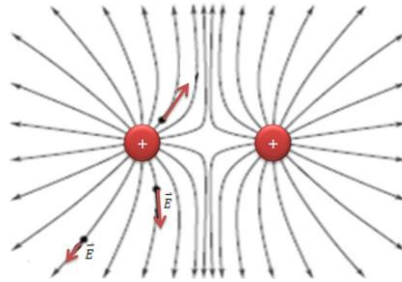
Las líneas de campo electrostático que producen dos cargas eléctricas puntuales de signos diferentes pero de igual magnitud (dipolo eléctrico), son representadas en dirección saliente de la carga positiva a la carga negativa, en donde las líneas que salen de una carga ingresan a la otra. La Figura 2-4 muestra las líneas del campo electrostático producidas por un dipolo eléctrico.

**Figura 2-4:** Representación de las líneas del campo electrostático producidas por un dipolo eléctrico.



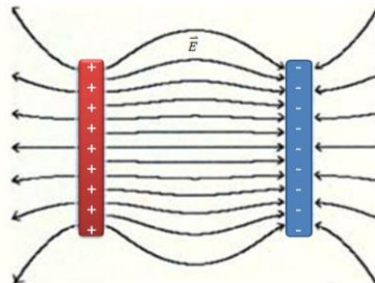
Para dos cargas puntuales de igual magnitud y signo positivo (un dipolo eléctrico), las líneas de campo electrostático muestran trayectorias que se alejan de las dos cargas. En la Figura 2-5 se muestra un esta configuración.

**Figura 2-5:** Líneas de campo electrostático que produciría un in dipolo eléctrico.



Otras configuraciones de carga eléctrica generan líneas de campo electrostático que dependen de la geometría de las cargas eléctricas que la producen. A continuación, en la Figuras 2-6 se presentan las líneas de campo electrostático producidas por dos placas paralelas con cargas eléctricas de diferente signo.

**Figura 2-6:** Líneas de campo electrostático producidas por un par de placas paralelas con signo diferente.



Un campo electrostático originado por una distribución de varias cargas eléctricas puede calcularse asumiendo que este es el resultado de la suma vectorial de los campos electrostáticos producidos por cada una de las cargas eléctricas,

$$\vec{E} = \vec{E}_{q_1} + \vec{E}_{q_2} + \vec{E}_{q_3} \dots$$

Cuando el conjunto de cargas eléctricas que generan un campo electrostático se encuentran a gran distancia de un punto en el espacio, las líneas del campo electrostático pueden ser representadas como las líneas que produce una carga eléctrica puntual.

### 2.1.3 Energía y trabajo

El concepto de energía es uno de los más importantes en el campo de la ciencia; y quizás el más difícil de definir. Durante siglos, la interpretación establecida para este

concepto ha ido cambiando conforme a la época y los estudios realizados en dicho momento.

El origen del concepto de energía se remonta al siglo XV, cuando Galileo Galilei, mediante experimentos (del plano inclinado y del péndulo simple), realizó razonamientos físicos que el día de hoy pueden ser relacionados con el concepto de energía. Posteriormente, el físico holandés Christian Huygens, mediante el estudio de dos cuerpos en colisión, pudo establecer una relación entre la velocidad al cuadrado y la masa ( $m \cdot V^2$ , relación a la cual Gaspard de Coriolis, incluiría tiempo después el factor  $\frac{1}{2}$ ), la cual permanecía constante antes y después de un choque idealmente elástico. Tiempo después, esta relación fue llamada por Gottfried Leibniz como *vis viva* o fuerza viva y es este el origen del concepto de energía cinética (energía asociada al movimiento) (Arroyo Tovar, 2012).

Isaac Newton no abordó directamente el concepto de energía, pero a partir del desarrollo del concepto de fuerza, logró contribuir también con la definición de trabajo, concepto que a su vez permite establecer la medida exacta de transferencia de energía, la teoría de la conservación de la energía, la definición de energía potencial gravitatoria y energía cinética.

En el siglo XIX y con las nuevas ideas provenientes de la revolución industrial, se integra el concepto de energía al campo de la ciencia. Según Atkins (2003) y retomado por Arroyo (2012), Thomas Young establece que el trabajo necesario para producir un movimiento es igual al cambio resultante en la energía. Luego, en la década de 1840 a 1850, el concepto de energía mecánica se relaciona con los fenómenos termodinámicos y electromagnéticos, donde se identifica al calor como otra forma de energía, relacionada con la energía de las partículas que conforman un cuerpo.

Por consiguiente, se puede establecer que la energía es una propiedad asociada a la materia, la cual se encuentra en constante transformación (no se crea ni se destruye), es decir, que un tipo de energía se transforma a otro distinto, entre las diferentes manifestaciones que hay. La energía es medible y se manifiesta mediante cambios físicos y químicos en la naturaleza. También, puede describirse como una magnitud que posee la materia para realizar trabajo. Esta última definición establece una fuerte relación entre los dos conceptos y es la razón por la cual en este referente teórico también se desarrolla el concepto de trabajo y sus características.

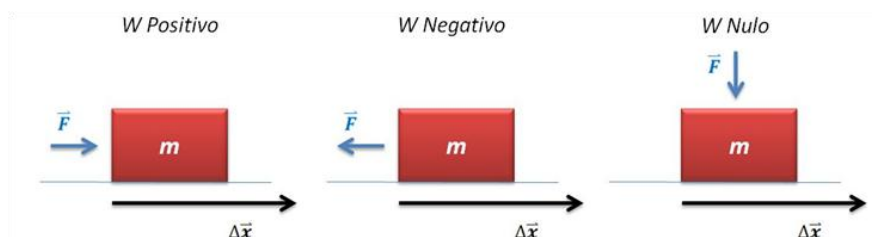
El concepto de trabajo hace referencia a la descripción cuantitativa que se obtiene luego de que una fuerza actúa sobre un objeto produciendo un desplazamiento en él. En otras palabras, “El trabajo realizado por una fuerza constante al mover un objeto es igual al producto de las magnitudes del desplazamiento y los componentes de la fuerza paralela al desplazamiento” (Wilson, 1996).

La definición de trabajo no especifica el origen de la fuerza. Por ende, es importante tener en cuenta los siguientes aspectos al momento de evaluar el trabajo realizado sobre un cuerpo:

- Identificar que, cuando se realiza trabajo sobre un sistema, debe existir un agente externo que produce esta interacción.
- Si se presentan varias fuerzas que actúan sobre un cuerpo, se debe analizar el aporte de cada una de estas al aumento de su velocidad.
- Si se aplica una fuerza y no hay desplazamiento, por consiguiente tampoco hay trabajo.
- El trabajo sobre un cuerpo puede ser positivo, negativo o cero, dependiendo de la relación entre la dirección de la fuerza y la dirección del desplazamiento.
- Si la dirección de la fuerza es perpendicular a la dirección del desplazamiento, el trabajo es nulo o igual a cero. Cuando la dirección de la fuerza aplicada no es paralela a la del movimiento, solamente la componente paralela a la dirección del movimiento producirá trabajo diferente de cero.

En la Figura 2-7, se presentan tres situaciones en donde el trabajo realizado sobre una masa es positivo, negativo y nulo.

**Figura 2-7:** Propiedades del trabajo según la fuerza aplicada.

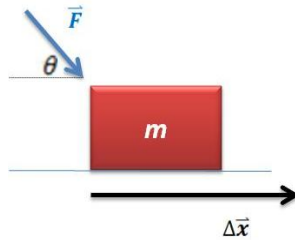


Cuando la fuerza que actúa es constante y en la misma dirección del desplazamiento, el trabajo se define de la siguiente manera:

$$W_{A-B} = \vec{F} \cdot \vec{d}_{A-B} .$$

En otras situaciones, donde la fuerza aplicada no es paralela ni perpendicular al movimiento, es necesario determinar los componentes de la fuerza que actúan en la dirección del desplazamiento. Para esto, es necesario determinar el ángulo formado entre la fuerza y el desplazamiento del objeto, como se muestra en la Figura 2-8.

**Figura 2-8:** Propiedades del trabajo aplicado a una masa cuando la fuerza aplicada no es paralela o perpendicular.



Cuando se presenta esta situación, la expresión matemática para el trabajo es la siguiente:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} \cos\theta .$$

El trabajo es una magnitud escalar y en el SI su unidad es el Joule, que equivale al trabajo realizado por un Newton en una distancia de un metro (Newton-metro). También, el trabajo puede ser expresado en términos de energía mediante el teorema de trabajo-energía, el cual establece que cuando se realiza un trabajo neto hay un cambio o transferencia de energía cinética, en otras palabras, “el trabajo es una medida de la transferencia de energía” (Wilson, Física, 1996).

El trabajo necesario para acelerar un cuerpo desde el reposo hasta una velocidad específica se conoce como energía cinética y puede expresarse mediante la siguiente expresión

$$W_{neto} = \Delta K ,$$

siendo  $K$ , la energía cinética, cuya expresión matemática es

$$K = \frac{1}{2}mV^2 .$$

Los cuerpos que se encuentran en movimiento tiene energía cinética, pero aun cuando un objeto se encuentre o no en movimiento tiene otro tipo de energía. Esta se conoce como energía potencial gravitacional y hace referencia al potencial que tiene un cuerpo para realizar un trabajo en función del lugar que ocupa en el espacio. En otras palabras,

se puede considerar a la energía potencial como trabajo almacenado. Cuando la energía cinética más potencial permanece constante, se puede asumir que la fuerza aplicada es conservativa y en este caso, el trabajo se expresa como

$$W_{neto} = \Delta U \quad ,$$

siendo  $U$ , la energía potencial gravitatoria, cuya expresión matemática es la siguiente:

$$U = mgh \quad ,$$

en donde  $m$  equivale a la masa del cuerpo,  $h$  la altura respecto a un punto de referencia y  $g$  a la gravedad.

El trabajo realizado por una fuerza conservativa tiene las siguientes propiedades:

- Puede expresarse como la diferencia entre los valores inicial y final de una función de energía potencial.
- Es reversible.
- Es independiente de la trayectoria del cuerpo y depende sólo de los puntos inicial y final.
- Si los puntos inicial y final son el mismo, el trabajo total es cero.

Si las únicas fuerzas que efectúan trabajo son conservativas, la energía mecánica total  $E = K + U$  es constante.

Considerando la definición planteada para el voltaje y su relación con los conceptos de energía y trabajo, a continuación, se plantea la definición de trabajo y energía potencial para la fuerza electrostática.

#### - **Energía Potencial y Trabajo Electrostático.**

Asumiendo que el objeto en desplazamiento es una carga eléctrica y la fuerza que acompaña dicho movimiento es producto de la interacción entre cargas, se puede determinar el trabajo en términos electrostáticos como el trabajo realizado por la fuerza electrostática para desplazar una carga de un punto A hasta otro punto B.

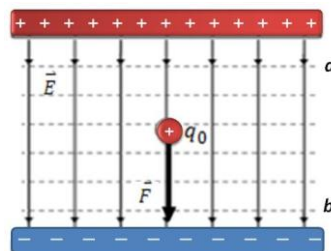
Cuando una carga eléctrica se mueve en un campo electrostático, se puede afirmar que, dicho campo realiza trabajo sobre la partícula, y por ende, se presenta un cambio de energía potencial electrostática en el sistema (energía que depende de la posición de la carga eléctrica respecto al campo electrostático). Visto de otra manera, se puede

establecer que para alejar o acercar dos cargas eléctricas es necesario vencer las fuerzas de atracción o de repulsión que se genera por la interacción de las mismas, y para esto es necesario realizar un trabajo, que a su vez produce un cambio en la energía potencial electrostática de la carga.

Las propiedades mecánicas de un resorte son análogas al concepto de energía potencial electrostática entre dos cargas eléctricas. Para acercar dos cargas iguales (misma magnitud y signo), de la misma forma en que se comprime un resorte, es necesario realizar un trabajo en contra del campo electrostático y por consiguiente, aplicar una energía, la misma que se libera cuando el trabajo finaliza y tanto las cargas como el resorte buscan recuperar su estado natural o posición de equilibrio (refiriéndose a que las cargas se alejaran hasta el infinito y el resorte volverá a su tamaño original). Situación similar sucede cuando las cargas eléctricas son de diferente signo, en este caso el trabajo realizado buscara alejarlas, pero éstas posteriormente se acercaran debido a la fuerza electrostática de atracción mutua.

La energía potencial electrostática en un campo uniforme se puede analizar mediante la siguiente situación: dos placas metálicas paralelas con carga eléctrica de diferente signo generan un campo electrostático uniforme con magnitud  $E$ , en la dirección de positivo a negativo (como se observa en la Figura 2-9). Entonces, si se coloca una carga eléctrica de prueba  $q_0$  (positiva) entre las placas, el campo ejercerá una fuerza electrostática cuya magnitud permanece constante ( $F = q_0E$ ), por lo tanto, el trabajo realizado por el campo electrostático es el producto de la magnitud de la fuerza electrostática y la componente del desplazamiento en la dirección de la fuerza.

**Figura 2-9:** Trabajo realizado sobre una carga eléctrica de prueba en un campo electrostático uniforme.



A partir del análisis realizado, la ecuación de trabajo en términos electrostáticos es



$$W_{a-b} = \vec{F} \cdot \vec{d}_{a-b} = q_0 \vec{E} \cdot \vec{d}_{a-b} .$$

Se puede definir que en la situación anterior, el trabajo electrostático es positivo porque la trayectoria de la carga va en la dirección de la fuerza electrostática  $\vec{F}$  y las componentes del movimiento en  $x$  y  $z$  son igual a cero (situación que es análoga a la fuerza gravitatoria). En consecuencia, la expresión de trabajo electrostático puede representarse también como el cambio de la energía potencia electrostática, pero con signo contrario

$$W_{a-b} = -\Delta U_{a-b} ,$$

entonces,

$$W_{a-b} = U_b - U_a .$$

El análisis de la energía potencial electrostática no se limita únicamente para un campo uniforme, sino que se puede aplicar a cualquier campo electrostático generado por una distribución de cargas eléctricas. Cuando el campo es ocasionado por una carga puntual, la energía potencial electrostática ( $U$ ) a una distancia ( $r$ ) se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$U = \frac{kq_1q_2}{r} .$$

El signo de la energía potencial electrostática puede ser positivo o negativo, lo cual depende de la característica de la fuerza electrostática. Si se presenta un efecto de atracción (por analogía con el campo gravitacional), la ecuación de la energía potencial es negativa, y positiva cuando las cargas son iguales y la fuerza es repulsiva. En consecuencia, cuando dos cargas eléctricas de igual signo se están alejando por efecto de la fuerza repulsiva mutua, se presenta un decrecimiento de la energía potencial electrostática, igual que sucedería si las cargas son de signos diferentes y se acercaran, debido a la fuerza de atracción entre las dos.

La energía potencial electrostática de una carga de prueba en un campo producido por la presencia de varias cargas puntuales  $q_1, q_2, q_3$  ubicadas a diferentes distancias se determina mediante la suma aritmética de las energías potenciales asociadas a cada una de las cargas fuentes. Esto debido a que, el campo electrostático sobre la carga de prueba es el resultado de la suma vectorial del campo que produce cada una de las cargas fuentes, del mismo modo que el trabajo realizado sobre la carga de prueba es también una sumatoria de las contribuciones de cada carga.

De esta forma, la expresión que determina la energía potencial electrostática para una carga  $q_0$  en el campo producido por un conjunto de cargas  $\{q_i\}$  es

$$U = kq_0 \sum_i \frac{q_i}{r_i} ,$$

La energía potencial electrostática es igual a cero solo cuando todas las distancias ( $r_1, r_2, r_3$ ) tienden a infinito, es decir, cuando la carga de prueba se encuentra muy lejos de las cargas que producen el campo electrostático.

### 2.1.4 Voltaje o diferencia de potencial electrostático

El potencial electrostático es definido como la energía potencial por unidad de carga. En otras palabras, es la energía potencial electrostática que hay entre una carga eléctrica y un punto cualquiera en el campo electrostático en donde se ubicaría una carga de prueba. Esta expresión tiene similitud con la establecida para el campo electrostático, pero se busca determinar el efecto de la fuerza electrostática independientemente de la carga de prueba. Por consiguiente, la ecuación matemática dada para el potencial electrostático ( $\varphi$ ) es igual a la energía potencial ( $U$ ) dividida por la carga de prueba  $q_0$ ,

$$\varphi = \frac{U}{q_0} ,$$

de la que se obtiene

$$\varphi = \frac{Kq}{r} .$$

“Se define el potencial  $\varphi$  en cualquier punto en el campo electrostático como la energía potencial por unidad de carga asociada con una carga de prueba en ese punto” (Sears & Zemansky, 2009)

El potencial es una cantidad escalar diferente en cada punto del espacio dentro de un campo electrostático. Su unidad es joule sobre Coulomb (J/C), relación a la cual se le dio el nombre de **Volt (V)** en honor a Alejandro Volta. Es decir:

$$1V = 1 \text{ Volt} = 1 \frac{\text{Joule}}{\text{Coulomb}} .$$

El potencial electrostático también puede ser expresado como el trabajo realizado al traer una carga de prueba desde el infinito, que es el punto de referencia cero para la energía potencial y el potencial electrostático (Wilson, 1991). Se define de la siguiente manera:

$$\varphi = \frac{U}{q_0} = \frac{W}{q_0} .$$

Para determinar el potencial electrostático producido por un conjunto de cargas eléctricas puntuales, se debe realizar un análisis similar a la energía potencial de una carga de prueba respecto a una distribución de cargas. El potencial es, entonces, igual a la suma escalar de los potenciales electrostáticos respecto a cada una de las cargas. Por lo tanto,

$$\varphi = k \sum_i \frac{q_i}{r_i} ,$$

en donde  $i$  representa cada una de las cargas eléctricas que producen el campo electrostático en el cual se va a determinar el potencial.

Los aportes realizados en el campo de la electricidad y la electroestática han llevado a comprender el concepto de voltaje como una diferencia de potencial electrostático, que se define como el trabajo realizado por la fuerza electrostática cuando una UNIDAD de carga se desplaza entre  $a$  y  $b$  (Sears & Zemansk, 2009), que es también el cambio de energía potencial en un sistema al mover una carga de prueba  $q_0$  entre dos puntos ( $a$  y  $b$ ) (Wilson, 1991), es decir,

$$V \equiv \Delta\varphi = \varphi_b - \varphi_a = \frac{W_{a-b}}{q_0} ,$$

o también,

$$V \equiv \Delta\varphi = \varphi_b - \varphi_a = -\frac{U_b - U_a}{q_0} .$$

El voltaje o diferencia de potencial electrostático, de igual forma puede ser expresado en términos de un campo uniforme, mediante la siguiente ecuación:

$$W_{a-b} = \vec{F} \cdot \vec{d} = q_0 \vec{E} \cdot \vec{d} ,$$

entonces,

$$V \equiv \Delta\varphi = \frac{W_{a-b}}{q_0} = \vec{E} \cdot \vec{d} .$$

Cuando el desplazamiento de la carga no tiene una trayectoria paralela al campo electrostático, es necesario determinar la componente del campo que interviene en el desplazamiento de la carga. Para esta situación la expresión matemática del voltaje o diferencia de potencial es

$$V \equiv \Delta\varphi = \vec{E} \cdot \vec{d} \cos\theta ,$$

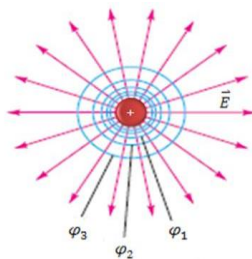
en donde  $\theta$  es el ángulo formado entre los vectores del campo electrostático y el de desplazamiento de la carga. Cuando este ángulo es igual a  $90^\circ$ , el voltaje, la diferencia de potencial y el trabajo electrostático son iguales a cero, lo que significa que al mover

una carga eléctrica sobre una superficie perpendicular al campo, el potencial permanece constante.

Las áreas en donde el potencial electrostático no cambia se conocen como superficies o líneas equipotenciales, es decir que la energía potencial de una carga que se mueve sobre una línea equipotencial es siempre la misma. Asimismo, ningún punto sobre el campo electrostático puede tener dos potenciales. Por esta razón, las superficies equipotenciales nunca se van a cruzar, y son siempre perpendiculares al campo.

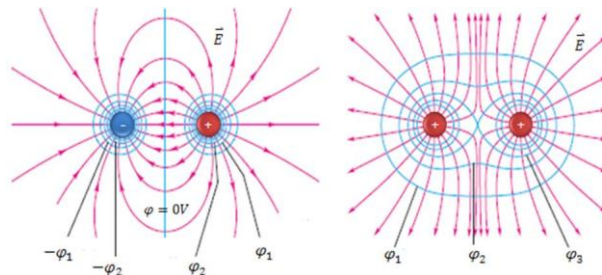
El potencial electrostático de una carga puntual es  $\varphi = \frac{Kq}{r}$ , de modo que las líneas equipotenciales son círculos concéntricos a la carga eléctrica y dependientes de  $r$  (radio entre la carga y un punto en el campo eléctrico).

**Figura 2-10:** Líneas equipotenciales de un campo electrostático producido por una carga puntual positiva.

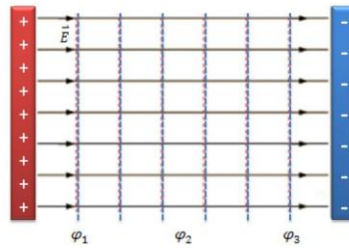


Las líneas equipotenciales del campo electrostático producido por un dipolo o un in dipolo muestran una simetría particular, en donde las líneas equipotenciales siempre son perpendiculares a las líneas del campo eléctrico (Figura 2-11).

**Figura 2-11:** Líneas equipotenciales del campo electrostático producido por un dipolo e in dipolo eléctrico.



Para el campo electrostático producido por dos placas paralelas con carga eléctrica diferente, las líneas equipotenciales son paralelas a las placas y perpendiculares al campo electrostático como se muestra en la Figura 2-12.

**Figura 2-12:** Líneas equipotenciales en un campo electrostático constante.

Es importante aclarar que el voltaje es equivalente a la diferencia de potencial electrostático sólo cuando los campos eléctricos permanecen constantes en el tiempo, en otras palabras cuando el sistema es de corriente directa (DC). Cuando los campos eléctricos son variables en el tiempo (AC), no se cumple la equivalencia entre el voltaje y la diferencia de potencial eléctrico. Por tal razón, se recomienda orientar la enseñanza del concepto de voltaje a partir del concepto de trabajo por unidad de carga. En el (ANEXO A) se presenta una práctica experimental que demuestra lo planteado.

### 2.1.5 El voltaje en circuitos eléctricos DC

Cuando se desplazan cargas eléctricas a través de un material conductor o con resistencia, la energía potencial de éstas disminuye. Por esta razón, para mantener constante el campo eléctrico y el movimiento de las cargas eléctricas en un circuito, se debe garantizar que la energía potencial de las cargas sea igual al inicio y al final del recorrido. En consecuencia, los circuitos eléctricos necesitan de un dispositivo en donde la energía potencial de las cargas eléctricas sea restablecida, pasando de un potencial menor a uno mayor, aun en contra de la fuerza electrostática.

La influencia que hace que una carga eléctrica viaje del potencial más bajo al más alto se llama fuerza electromotriz ( $\mathcal{E}$ ). Aunque en realidad  $\mathcal{E}$  no es una fuerza sino una cantidad de energía por unidad de carga similar al potencial eléctrico, su unidad en SI también es el volt (un Volt es equivalente a un Joule sobre un Coulomb,  $1V = 1 \frac{J}{C}$ ).

Todo circuito eléctrico de corriente continua requiere de un elemento que suministre una Fem, por lo tanto, los circuitos usan dispositivos conocidos como Fuentes Fem o de Voltaje, los cuales mantienen una diferencia de potencial constante entre sus terminales, independiente de la corriente que circule a través de estos.

Las fuentes de voltaje se dividen en tres categorías: las baterías o pilas, los generadores electromecánicos y las fuentes rectificadas de corriente directa.

- Las baterías o pilas suministran energía eléctrica a partir de la transformación de energía química contenida en los materiales usados en su fabricación. Se clasifican en dos categorías: baterías primarias y secundarias.

Las baterías primarias (alcalinas o de litio) tienen como característica principal, que su carga no puede restablecerse después de haberse agotado. En su fabricación se usa comúnmente un ánodo de zinc pulverizado (+), un electrolito de potasio y un cátodo de carbón o dióxido de magnesio (-). Las baterías secundarias, a diferencia de las primarias, tienen la propiedad de restablecerse químicamente y ser recargadas un número determinado de veces, luego de ser sometida a una corriente eléctrica durante un tiempo. Las baterías secundarias más comunes son las fabricadas a base de plomo ácido e ion de litio.

**Figura 2-13:** Fuentes de Voltaje - Baterías eléctricas.



(Tomada de: <http://www.renobat.eu/images/articles/Types-Of-Battery.jpg> )

- Los generadores electromecánicos (dínamos) son elementos capaces de transformar la energía mecánica en energía eléctrica. Estos elementos basan su funcionamiento en la inducción electromagnética, obtenido así altos niveles de voltaje luego de rotar su eje a una velocidad constante.

**Figura 2-14:** Fuentes de Voltaje – Generador electromecánico.



(Tomada de: [http://imanfactory\\_dynamo\\_12V\\_6W\\_bicycle.jpg](http://imanfactory_dynamo_12V_6W_bicycle.jpg))

- Las fuentes rectificadas de corriente directa utilizan un suministro de voltaje AC y mediante el uso de dispositivos eléctricos y electrónicos, realizan un proceso de transformación, rectificación, filtrado y regulación para restablecer y ajustar la señal de forma continua.

**Figura 2-15:** Fuente rectificada de voltaje.



(Tomada de: <http://html.rincondelvago.com/000627663.png> )

Si se conecta una fuente de voltaje a un elemento conductor con cierta resistencia (circuito cerrado), se genera un campo eléctrico en el interior del material, el cual realiza trabajo sobre las cargas eléctricas (positivas y negativas) produciendo su movimiento a lo largo del conductor (en los elementos conductores, las cargas en movimiento son producto de la transferencia de electrones). A este fenómeno se le conoce como corriente eléctrica.

Se asume que, la corriente eléctrica es un flujo de cargas positivas en dirección del campo eléctrico, aun cuando se sabe que la corriente real es consecuencia del movimiento de los electrones (los cuales se mueven en dirección contraria). De esta forma, la corriente eléctrica se define como *la carga neta que fluye a través de un área de sección transversal por unidad de tiempo*, y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$I = \frac{dQ}{dt} .$$

La corriente siempre se desplaza a lo largo del conductor, aun si éste se encuentra curvado o no. La unidad en SI de la corriente es el Ampere, el cual se define como un Coulomb por segundo ( $1 \text{ Ampere} = 1A = \frac{\text{Coulomb}}{\text{Segundo}}$ ).

La corriente por unidad de área en una sección transversal se denomina densidad de corriente ( $J$ ), que en un conductor depende del campo eléctrico y de las propiedades del material por donde ésta circula, relación que para materiales conductores a cierta temperatura es casi directamente proporcional y se conoce como la *Ley de Ohm*. En

realidad, esta relación más que una ley es un modelo ideal que describe muy bien el comportamiento de la corriente y el campo eléctrico para algunos materiales.

A su vez, todo material tiene una propiedad intrínseca asociada a las magnitudes del campo eléctrico y a la densidad de la corriente que circula en él, conocida como resistividad ( $\rho$ ). Cuanto mayor sea la resistividad, mayor será el campo necesario para causar una densidad de corriente en el interior del material. La unidad en SI para la resistividad son los ohmios y se representa con la letra griega omega  $\Omega$ .

Un conductor ideal tendría una resistividad igual a cero, mientras que para un aislante la resistividad sería infinita. Los metales y las aleaciones tienen una resistividad baja, por eso son muy buenos conductores, de esta forma, los elementos que presentan buena conductividad eléctrica son también buenos conductores térmicos.

Debido a que, en la práctica es más fácil medir la diferencia de potencial (voltaje) y la corriente eléctrica en un circuito y no el campo eléctrico y la densidad de la corriente, la resistividad de un material en razón del voltaje y la corriente se llama resistencia ( $r$ ) y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$R = \frac{V}{I} ,$$

en donde la resistencia ( $R$ ) de un conductor es equivalente a

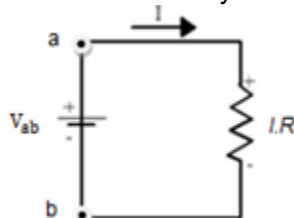
$$R = \frac{\rho L}{A} ,$$

siendo  $L$ , la longitud del material y  $A$  el área transversal del conductor.

El cambio total de energía potencial eléctrica que sufre una carga  $q$  cuando se desplaza alrededor de un circuito (retornando al punto de origen) es igual a cero. Por lo tanto, no hay una diferencia de potencial eléctrico. En otras palabras, la suma algebraica de las diferencias de potencial (en los elementos del circuito) y el valor de la Fem en un circuito es igual a cero.

$$V_{ab} - IR = 0 .$$

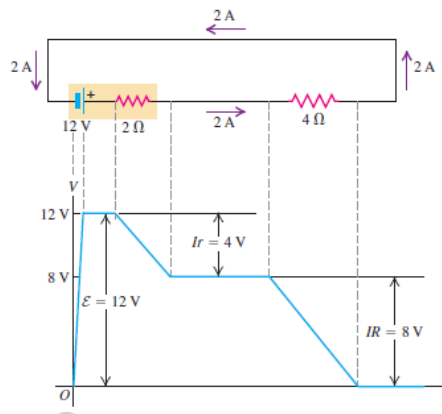
**Figura 2-16:** Sumatoria de potenciales eléctricos y fem en un circuito eléctrico serie.





El potencial eléctrico en un circuito serie varía dependiendo de los elementos que lo conforman. En la Figura 2-17 se presenta la variación del potencial eléctrico (voltaje) a lo largo de un circuito. En ésta se puede observar que al terminar el recorrido (volviendo al mismo punto) el potencial eléctrico es el mismo.

**Figura 2-17:** Variación del potencial eléctrico a lo largo de un circuito serie (Tomada de Sears & Zemansky, 2009).



A partir de la Figura 2-17 se puede observar que el voltaje (diferencia de potencial eléctrico) es directamente proporcional al valor de la resistencia, comportamiento del cual se puede interpretar lo siguiente:

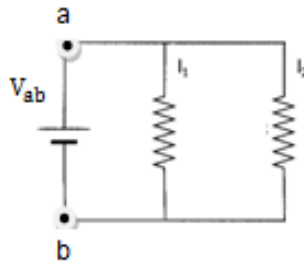
- El voltaje es directamente proporcional al valor de la resistencia, lo cual significa que se presenta mayor variación del potencial eléctrico en resistencias más grandes. Esto significa, que si una carga eléctrica se desplaza por dos resistencias, la variación de la energía potencial eléctrica será mayor en la resistencia más grande.
- Cuando la resistencia es más grande, el campo eléctrico realiza un mayor trabajo para desplazar una unidad de carga a través dicho elemento.
- El voltaje a lo largo de un conductor es prácticamente cero, debido a que la variación del potencial eléctrico es mínima.
- El trabajo que realiza el campo eléctrico para mover una unidad de carga a través de un cable es mínimo.

Realizando el mismo análisis a un circuito eléctrico paralelo, se puede establecer que, aun cuando las trayectorias y la velocidad de las cargas eléctricas en el circuito pueden ser diferentes, el trabajo realizado para llevarlas del potencial mayor (polo positivo de la

batería) al más bajo (polo negativo) es el mismo. Por consiguiente, el voltaje en un circuito paralelo es igual para cada uno de los elementos que lo conforman, es decir:

$$V_{ab} = V_{R1} = V_{R2} .$$

**Figura 2-18:** Comportamiento del voltaje en un circuito paralelo.



## 2.2 Marco Pedagógico

El marco pedagógico propuesto para esta investigación abarca los elementos formales y didácticos que contribuyen al proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de voltaje con estudiantes de grado décimo. En este apartado se abordaran tres aspectos: primero, se realiza una breve descripción de como los estándares básicos de educación planteados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) sugieren la enseñanza del concepto de voltaje en las áreas de tecnología y ciencias; segundo, se presenta un análisis sobre la importancia de las TIC en los procesos educativos y la variedad de herramientas virtuales que pueden contribuir a dinamizar estos procesos, y tercero, la didáctica que conforma la propuesta.

### 2.2.1 Estándares básicos de competencias en tecnología y ciencias naturales

Los estándares básicos de competencias planteados por el MEN son criterios propuestos con el propósito de establecer si un estudiante, institución y/o sistema educativo en conjunto, cumplen con las expectativas de calidad. Además, determinan un mínimo de aprendizajes que se esperan obtengan los jóvenes a lo largo de su formación Básica y Media.

De esta manera, los estándares de competencias son una guía para determinar niveles de calidad de los procesos educativos, establecer los aprendizajes mínimos que debe recibir un estudiante en todas las regiones del país y producir técnicas e instrumentos de

evaluación. Asimismo, orientan el diseño de los currículos, planes de estudio, materiales escolares y proyectos institucionales. Otro aspecto importante que determinan los estándares básicos de competencias es el de establecer criterios de evaluación y retroalimentación enfocados al mejoramiento de las dificultades observadas.

Los estándares en tecnología “Ser competente en tecnología ¡Una necesidad para el desarrollo!” (Ministerio de Educación Nacional, 2008) establecen que el propósito de la enseñanza de esta disciplina es el de fomentar en los estudiantes el desarrollo y uso adecuado de elementos tecnológicos en beneficio a la sociedad. Por consiguiente, estos lineamientos reconocen la fuerte relación que existe entre la tecnología y otros aspectos, como: la ciencia, la innovación, la invención, el descubrimiento y la ética.

Los criterios establecidos por el MEN (2008) invitan a que se articulen estrategias metodológicas en la enseñanza de la tecnología que incrementen el interés y la creatividad de los estudiantes. En otras palabras, realizar trabajos de motivación en donde se estimule la curiosidad científica y tecnológica, para que de esta manera los jóvenes observen la pertinencia en su contexto y contribuyan a la satisfacción de necesidades básicas de la sociedad.

El MEN (2008) establece cuatro componentes fundamentales en la enseñanza de la tecnología (Naturaleza y evolución, apropiación y uso, solución de problemas con tecnología y tecnología y sociedad), los cuales apuntan a que la alfabetización en este campo debe estar ligada a las disciplinas científicas, en donde los jóvenes puedan reconocer la evolución tecnológica a través de la ciencia, apropiarse de los conceptos científicos asociados y plantar soluciones a problemas de su cotidianidad.

Respecto a los conceptos particulares de esta propuesta (El concepto de voltaje, energía, trabajo y fenómenos electrostáticos), los estándares en tecnología no establecen un ciclo o grado en particular para su desarrollo. Por el contrario, sugieren que estos se desarrollen en cada nivel, enfatizando en la importancia e interrelación de la ciencia y la tecnología.

Los estándares en ciencias “Formar en ciencias: ¡el desafío! Lo que necesitamos saber y saber hacer” (Ministerio de Educación Nacional, 2004) tienen como objetivo crear condiciones para que los estudiantes conozcan qué son las ciencias naturales, las comprendan, las comuniquen, compartan sus experiencias y hallazgos, y contribuyan al mejoramiento y transformación de su entorno. También pretenden fomentar la curiosidad,

la honestidad, la persistencia, la crítica y apertura mental, la disponibilidad para tolerar la incertidumbre y aceptar la naturaleza, la reflexión y el trabajo en equipo.

La organización establecida para los estándares en ciencias propone tres aspectos a tener en cuenta: el primero, titulado “me aproximo al conocimiento como científico”, se refiere a la manera como los estudiantes se acercan a los conocimientos científicos de las ciencias; el segundo, “manejo conocimientos propios de las ciencias naturales”, tiene como objetivo crear condiciones de aprendizaje para que a partir de acciones concretas los estudiantes logren la apropiación de los conceptos, y el tercero, “Desarrollo compromisos personales y sociales”, indica las responsabilidades que se tiene como persona y miembro de la sociedad cuando se conocen y valoran críticamente los descubrimientos y avances de la ciencia.

Para grado décimo, los estándares en ciencias proponen el desarrollo de los conceptos que hacen parte de esta investigación y los organiza como conocimientos propios de las ciencias naturales (Entorno y procesos físicos; Ciencia, tecnología y sociedad). A continuación, se presentan cómo se encuentran en el documento:

- Establezco relaciones entre fuerzas macroscópicas y fuerzas electrostáticas.
- Establezco relaciones entre campo gravitacional y electrostático y entre campo eléctrico y magnético.
- Relaciono voltaje y corriente con los diferentes elementos de un circuito eléctrico complejo y para todo el sistema.
- Analizo el desarrollo de los componentes de los circuitos eléctricos y su impacto en la vida diaria.
- Analizo el potencial de los recursos naturales en la obtención de energía para diferentes usos.

### **2.2.2 Las TIC al servicio de la educación**

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son un conjunto de herramientas tecnológicas que permiten el acceso, producción, tratamiento y comunicación de la información de diferentes maneras, ya sea mediante imágenes, texto, sonido, animaciones, simulaciones, videos, entre otras. Herramientas que están en constante desarrollo debido a los avances científicos y tecnológicos, particularmente en campos de la ingeniería como la informática y la electrónica. Sin duda alguna, la mayor

relevancia de las TIC en la sociedad es la posibilidad de contar con una interconexión sincrónica y globalizada.

Las TIC han logrado transformar a la sociedad en poco tiempo. La producción masiva y a bajo costo de dispositivos tecnológicos y los avances en comunicación dados en los últimos años han llevado a que las nuevas tecnologías permeen considerablemente todos los aspectos de la sociedad, como los son la economía, la política, las costumbres y, evidentemente, la educación.

El Ministerio de Educación Nacional entiende la influencia de las TIC en la sociedad y reconoce que estas tecnologías aplicadas en la educación potencializan los procesos de enseñanza-aprendizaje, mejorando los desempeños de los estudiantes y brindando ayuda a los maestros en la cualificación de su trabajo. El artículo “Una llave maestra, las TIC en el aula” (Altablero MEN, 2004), menciona la importancia que tienen las herramientas virtuales en el aula de clase, entre las que se encuentran: ayudar al estudiante a aprender más información de manera más rápida, motivar hacia el trabajo e incrementar el aprendizaje mediante contenido audiovisual, como es el caso de las ilustraciones y animaciones. Además, Moscozo Ariza (2010) sugiere que el uso de elementos informáticos facilita la retención de los conocimientos por parte de los estudiantes.

Cabero Almenara (1998) resalta que el aspecto más importante del uso de las nuevas tecnologías en la educación es la posibilidad de superar y romper las variables espacio-temporales que plantea la educación tradicional, en donde los que enseñan y los que aprenden interactúan en un mismo espacio y tiempo. Las TIC brinda la posibilidad de reunir los actores involucrados en la educación de forma sincrónica o asincrónica en un espacio físico, pero no real, llamado ciberespacio.

Según Barragán Sánchez (2009), la integración de la tecnología en los procesos educativos se debe dar en dos aspectos: el primero, en el uso de distintos recursos tecnológicos que integren a los jóvenes a la sociedad y los múltiples cambios que hay en ella, y el segundo, y quizás más importante, en la elaboración de material didáctico usando herramientas tecnológicas, que no necesariamente deben ser adquiridas, sino que pueden ser elaboradas por los mismos profesionales de la educación de las instituciones educativas.

Ahora bien, el uso de las TIC exige modificar los roles del profesor y del alumno, pues el docente debe ser orientador, facilitador y mediador en el proceso de aprendizaje de sus estudiantes y no un orador de información como se viene desempeñando en los modelos tradicionales; mientras que el estudiante debe dejar de ser un acumulador y/o reproductor de conocimientos para convertirse en un actor crítico en el aprendizaje, en donde él aprende de forma acertada a buscar, seleccionar y procesar información, para comprenderla y comunicarla.

Las herramientas virtuales son consideradas medios facilitadores en la obtención de logros educativos, debido a que éstas contribuyen a que los jóvenes se motiven, aprendan, recuerden, analicen, imaginen y amplíen sus conocimientos. También, el desarrollo de actividades que involucran estos recursos sirve para que los jóvenes exploren nuevos ambientes educativos, en donde se puedan intercambiar experiencias de aprendizaje con otro tipo de comunidades educativas.

Aun cuando la aplicación de las herramientas virtuales en la educación sea de forma sincrónica o asincrónica, se puede asegurar que su adecuado uso beneficia enormemente no solo la enseñanza sino también el aprendizaje. Recursos como el correo electrónico, los foros, el chat, las páginas Web con diseño educativo, los blogs, los videos educativos, las actividades virtuales, las animaciones y demás elementos que ofrece la red para la educación ayudan a mejorar la comunicación y a cambiar la percepción de los estudiantes sobre la importancia del conocimiento. En otras palabras, estimula en los jóvenes el deseo por aprender.

### **2.2.3 Didáctica de la propuesta**

En el contexto actual, la escuela ya no debe limitarse a transmitir conocimientos que ya son accesibles para los estudiantes desde diferentes fuentes, sino que debe enseñarles a dar significado a esa información, a reconstruir escenarios que permitan integrarla y a hacer significativo el aprendizaje.

Desde este punto de vista, el diseño de entornos virtuales de aprendizaje se convierte en una herramienta que pone en juego un papel esencialmente activo por parte del estudiante, enmarcado dentro del enfoque del aprendizaje activo.

Este enfoque está encaminado a estimular que los estudiantes se colaboren intercambiando sus ideas, sugerencias, hallazgos, entre otros, y se ocupen tanto de la observación y el registro de las situaciones concretas como de la de sus experimentaciones. De esta forma, se confronta tanto a estudiantes como a docentes mediante la formulación de cuestionamientos respecto al objeto de aprendizaje y la reflexión constante que da a lugar a diferentes perspectivas.

Según Jay y Johnson (2002), retomados por Huber (2008), los estudiantes deberían aprender no solamente cómo se reflexiona sobre el objeto de aprendizaje y los propios procesos de aprenderlo, sino también sobre perspectivas o marcos alternativos y las implicaciones de lo que se aprende. Los autores hablan de las tres dimensiones de la reflexión y detallan preguntas típicas en cada una de ellas.

- La dimensión descriptiva: ¿De dónde sé esto?, ¿Qué no entiendo?, ¿Qué relación tiene esto con mis metas?, etc.
- La dimensión comparativa: ¿Hay perspectivas de alternativas?, ¿Cómo tratan los demás esta cosa?, ¿Para quién sirve o no sirve cada una de las perspectivas?, etc.
- La dimensión crítica: ¿Qué se puede deducir bajo las perspectivas alternativas?, ¿Qué significa esto respecto a mis valores y principios éticos?, ¿Cómo soportan o cambian estas consideraciones mi propio punto de vista?, etc.

Dichos autores, plantean algunas herramientas sencillas y que pueden ser usadas por los profesores para generar una adecuada reflexión en el aula, como son: registrar las opiniones expresadas y discutir más tarde en grupos pequeños, escribir un diario de aprendizaje resaltando los aspectos más importantes en la enseñanza-aprendizaje y, por último, formar un portafolio con las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas establecidas en las actividades, como recurso de retroalimentación.

De acuerdo con Huber (2008), el aprendizaje activo presenta tres métodos para la aproximación al objeto de aprendizaje: el método por proyectos, los métodos de enseñanza y aprendizaje mutuos, y el método de aprendizaje basado en problemas. Este último busca acercarse al contexto de los estudiantes y presentarles los problemas que pueden estar escondidos en situaciones cotidianas. Según las sugerencias de Barrows (2008), no se debe malinterpretar el enfoque de aprendizaje basado en problemas como

una técnica aislada, sino comprenderlo como enfoque amplio de “aprendizaje centrado en los estudiantes y basado en problemas e investigación, integrado, colaborador, reiterativo”. Para dar cumplimiento a esta propuesta, se formulan siete pasos:

- **Presentación del problema:** los estudiantes reciben la descripción de una situación problemática tan realista como posible, pero no definiendo claramente el problema mismo.
- **Análisis del problema:** los estudiantes tienen que descubrir el problema o problemas alternativos y analizar sus diferentes aspectos.
- **Generar una (o varias) hipótesis:** durante la discusión sobre el problema, los estudiantes generan la mayor cantidad de hipótesis posibles para clarificar el problema.
- **Identificar faltas de conocimiento:** además tienen que determinar lo que ya conoce sobre el problema e identificar qué no conocen y por tanto no pueden explicar.
- **Decisión sobre metas de aprendizaje:** cada uno de los estudiantes por sí mismos o el grupo junto, toma decisiones de lo que quieren aprender sobre el problema y su explicación/solución.
- **Aprendizaje individual:** después, los estudiantes tratan de adquirir los conocimientos que les faltan, usando libros, sugerencias de lectura, materiales, Internet, etc.
- **Intercambio de resultados:** los estudiantes intercambian sus informaciones, analizan de nuevo el problema y tratan de formular conclusiones.

Añade el autor que con este método los estudiantes especialmente pueden aprender cómo se prepara un proceso de aprendizaje: orientación sobre metas posibles, selección de metas, y recordar el conocimiento disponible vinculándolo con el problema y sus explicaciones posibles.

Lo anterior implica para el docente el control de los contenidos que se impartirán, pero también la aptitud de administrar los aprendizajes y de incorporar más ampliamente su acción en el entorno educativo y social. El docente debe ser un profesional experto en la orientación, transmisión y la apropiación de los conocimientos.



Teniendo en cuenta este método basado en problemas y el tema de investigación del presente trabajo (Enseñanza-aprendizaje del concepto de voltaje), se considera pertinente diseñar las situaciones de aprendizaje dentro de una didáctica experimental, dado que la misma está orientada a un proceso pedagógico de los contenidos curriculares de naturaleza científica.

La didáctica de las ciencias experimentales, de acuerdo con Soussan (2003), busca asistir al profesor, proponiendo métodos y estrategias de manera que el proceso de enseñar, evolucione y se adapte a las necesidades de los alumnos, y por ende, a los requerimientos del sistema educativo.

Es así como se plantea que la progresión de los aprendizajes científicos pasa por dos etapas: primero, una construcción centrada en los hechos, lo concreto y luego una evolución hacia una fase formal y abstracta: formulación de hipótesis - elaboración de conceptos. Es decir, es necesario que los contenidos primero se refieran a estudios fenomenológicos familiares para los jóvenes, tales como: observaciones, descripciones, magnitudes físicas, mediciones, comparación, clasificación, conservación, entre otras; con el fin de garantizar en los estudiantes el surgimiento de relaciones a las mediciones e introducirlos al vocabulario científico, para que luego los contenidos puedan evolucionar hacia generalizaciones, nociones más abstractas y la formulación de hipótesis.

Con el fin de que se origine esta progresión, se prevé que el desarrollo de las clases debe incluir esencialmente tres tipos de momentos correspondientes a las etapas de construcción de un conocimiento científico:

- Momentos de ambientación o aproximación: expresión de los problemas, informaciones, observaciones, formulación de hipótesis, propuestas de experiencia.
- Momentos de investigación (desarrollo) a partir de una actividad experimental o no. Estos momentos generalmente incluyen dos fases: trabajo en grupo reducido y trabajo colectivo.
- Momentos de estructuración: el trabajo de estructuración se completa con actividades de refuerzo, expresión de los obstáculos y transferencia de conocimientos de las experiencias adquiridas.

La articulación de estos tres momentos requiere de la elaboración de herramientas didácticas por parte del profesor (individualmente o en equipo), para su uso y el de sus alumnos, para que sean una ayuda en el desarrollo de las prácticas. Algunas de las herramientas didácticas para uso del profesor son: análisis conceptual, sistema de referencia alumno (observador), mallas de aprendizaje, redes, fichas de trabajo alumno, protocolos, procedimientos, prácticas didácticas y construcción de secuencias de clase.

Al asociar los postulados del método del aprendizaje activo y la didáctica de las ciencias experimentales, se piensa en la construcción de una secuencia de clase estructurada en una unidad didáctica, que apoyada en el uso de herramientas virtuales lleve al desarrollo de prácticas experimentales que permitan la construcción de un conocimiento científico.

La característica fundamental de la unidad didáctica es que, dada su estructura, permite que los elementos formales y de contenido que la componen se articulen logrando un proceso eficaz de enseñanza-aprendizaje. Dado que se da respuesta a las cuestiones curriculares y pedagógicas, como qué enseñar (objetivos y contenidos), cuándo enseñar (tiempos determinados en la organización secuenciada de actividades y contenidos), cómo enseñar (actividades, recursos didácticos y metodología propuesta) y cómo evaluar (criterios e instrumentos). Todos estos criterios se establecen en un tiempo claramente delimitado y tienen como fin alcanzar los objetivos didácticos propuestos.

A continuación, se realiza una breve descripción de cada uno de los elementos fundamentales que hacen parte de la estructura de las unidades didácticas:

- **Descripción de la unidad didáctica:** este apartado tiene como objetivo informar acerca de la disciplina y el tema en particular que aborda la unidad, el ciclo o grado al cual va dirigida y los conocimientos previos que deberían manejar los estudiantes a quienes se les desee aplicar la propuesta.
- **Objetivos didácticos:** establecen de forma clara y concreta las habilidades y conocimientos que se esperan que comprendan los jóvenes luego del desarrollo de la propuesta.
- **Contenidos de aprendizaje:** son todos los conceptos, habilidades, procedimientos e información que hacen parte de la propuesta (La unidad didáctica debe ser explícita y concreta respecto a los contenidos que desea desarrollar).

- **Actividades:** se refieren a las estrategias seleccionadas para que los estudiantes apropien los conceptos desarrollados en la unidad. Por esta razón, las actividades deben manejar de forma clara los contenidos y se debe establecer una fuerte interrelación entre ellas. No es pertinente en una unidad didáctica desarrollar actividades aisladas que confundan a los jóvenes respecto a los objetivos generales que se desean alcanzar.
- **Recursos:** hace referencia a los materiales físicos y/o virtuales necesarios para dinamizar las actividades que se proponen.
- **Tiempos:** se determinan la duración de la propuesta y de las actividades que la constituyen.
- **Evaluación:** determina los criterios y la metodología de las actividades que se programan para establecer los conocimientos previos y los aprendizajes de los estudiantes durante el desarrollo de la estrategia didáctica y finalizada su aplicación. Además, analiza la práctica del docente y la pertinencia misma de la unidad desarrollada.

Una vez indicados los elementos que conforman una unidad didáctica y los procesos que permiten la integración de los mismos, se ha de tener en cuenta la forma en que se organizan los contenidos, que debe responder a las características propias de los contenidos de la materia objeto de aprendizaje, la situación de los alumnos respecto de esos aprendizajes y sus características psicológicas, que les permitirán construir esos aprendizajes.



## 3 Marco metodológico

### 3.1 Tipo de investigación

La investigación realizada tiene como propósito evaluar o examinar los efectos que se manifiestan en una variable dependiente cuando se introduce un tratamiento o estímulo en la modalidad de pre-prueba y pos-prueba, es decir, se trata de probar una relación causal entre el aprendizaje de una temática y la acción intencionada en el aula.

Para llevar a cabo la presente intervención, y atendiendo a los parámetros expuesto anteriormente, se toma como tipo de investigación el diseño pre-experimental, que se caracteriza por ser un plan de acción en donde se analiza una sola variable, prácticamente no existe ningún tipo de control, son grupos naturales y no elegidos aleatoriamente, y no existe variable independiente ni se utiliza grupo control. Este tipo de investigación consiste en administrar un tratamiento o estímulo en las modalidades de solo pos-prueba o en la de pre-prueba y pos-prueba.

Algunos diseños pre experimentales según Hernández (1998) son:

- Estudio de caso con una sola medición: consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición para observar cuál es el nivel en estas variables. Este diseño no cumple con los requisitos de un "verdadero" experimento, debido a que no hay una referencia previa de cuál era el nivel antes del estímulo, ni tampoco un grupo de comparación.
- Diseño de pre-prueba y pos-prueba con un solo grupo: a un grupo se le aplica una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba final. Este diseño ofrece una ventaja sobre el anterior, ya que hay un punto de referencia inicial para ver qué nivel tenía el grupo antes del estímulo, es decir, hay un seguimiento del grupo.

En el caso de la presente investigación, se toma como referente este último tipo, dado que se lleva a cabo la aplicación de una prueba diagnóstica y una prueba de cierre a un solo grupo de grado décimo conformado naturalmente. Es importante mencionar que los pre-experimentos son los más útiles cuando se realizan investigaciones en las cuales no

se puede realizar un control exhaustivo de las variables del contexto, igualmente cuando no se pueden controlar características de los sujetos con los cuales se trabaja, como la historia, la maduración, la personalidad u otros factores que no son posibles de controlarlos a través de las técnicas de igualación de los grupos o de los sujetos.

## **3.2 Población**

El Colegio Alberto Lleras Camargo es una institución educativa de carácter público que ofrece el servicio educativo en los niveles de preescolar, básica primaria, básica secundaria y media fortalecida articulados al SENA con los programas Técnico en Mantenimiento en Equipos de Computo, Técnico en Programación de Software y Tecnólogo en Mantenimiento en Redes.

LA VISION del Colegio es mantener procesos de calidad educativa en la búsqueda de la excelencia, en el desarrollo humano y la formación científico tecnológica, empresarial y de comunicación, mediante un trabajo en equipo, donde todas las personas y estamentos asumen solidariamente responsabilidades.

LA MISION, es formar personas con responsabilidad social y liderazgo, críticas y propositivas, fortalecidas en competencias básicas y laborales, que les permitan desarrollar su proyecto de vida y responder a las exigencias del mundo de hoy (Comunidad IED ALLC, 2015).

## **3.3 Muestra**

La propuesta está dirigida a los 29 estudiantes de grado décimo (1002) del colegio Distrital Alberto Lleras Camargo de la localidad de Suba, los cuales se encuentran en un rango de edad entre 14 y 18 años. La mayoría de los jóvenes hacen parte de grupos familiares de estratos socioeconómicos 2 y 3, en donde predomina el estrato dos.

El grupo que conforma décimo grado es en gran medida estable, puesto que la mayoría de los estudiantes en este nivel hacen parte del colegio desde grado cero o primaria y a que la institución recibe pocos jóvenes de otros establecimientos educativos para este grado (*debido a las modalidades técnicas*). Aun así, en la población se presentan problemáticas comunes a otras instituciones de la localidad como son: pandillismo,

consumo de sustancias psicoactivas, matoneo, agresiones físicas, y en menor proporción, el porte de armas.

Para la organización de la información y el análisis de los resultados obtenidos en la aplicación de las pruebas y la participación en las actividades realizadas a partir de las herramientas virtuales y las prácticas experimentales, cada estudiante será referenciado por un código entre el E1 y el E29, según orden alfabético (ANEXO B)

### **3.4 Instrumentos de seguimiento y retroalimentación**

Los instrumentos de seguimiento y retroalimentación aplicados en el desarrollo de la propuesta son los siguientes:

#### **3.4.1 Pruebas**

Para el desarrollo de la presente investigación se realizan dos tipos de pruebas (Diagnostica y de Cierre).

##### **- Prueba diagnóstica**

Con el fin de conocer los niveles de conceptualización que tienen los estudiantes sobre los conceptos que se asocian en la definición del voltaje como diferencia de potencial electrostático, se diseñó y se aplicó una prueba diagnóstica.

Esta prueba consiste en una evaluación compuesta por dieciocho preguntas, de las cuales tres son de respuesta abierta, una de relación de conceptos y las otras catorce de selección múltiple con única respuesta. Las preguntas de respuesta abierta buscan conocer la explicación que dan los estudiantes a un fenómeno electrostático y al funcionamiento de una pila construida con limones. La pregunta de relación tiene como objetivo identificar cómo los estudiantes relacionan conceptos a una situación observada, mientras que la finalidad de las preguntas de selección múltiple con única respuesta es conocer los conocimientos de los estudiantes sobre los conceptos de carga eléctrica, fuerza electrostática, campo electrostático, trabajo y energía.

La prueba se desarrolla en una sesión de clase (aproximadamente dos horas) con veintinueve estudiantes de grado décimo. Las preguntas 1,2 y 3 se realizan con base en el video *Electrostática Divertida*, y las preguntas 16, 17 y 18 a partir del video *La Pila*

Orgánica. En la Tabla 3-1 se relaciona el objetivo de cada una de las preguntas que conforma la prueba diagnóstica (ANEXO C).

**Tabla 3-1:** Objetivos de las preguntas que conforman la prueba diagnóstica.

	<b>OBJETIVO</b>	<b>TIPO</b>
<b>Pregunta 1</b>	Conocer la explicación que dan los jóvenes de un fenómeno electrostático observado, que conceptos asocian y cuál es el nivel de argumentación que tienen.	Abierta.
<b>Pregunta 2</b>	Identificar cuáles son los conceptos que los estudiantes consideran son los que más se relacionan con la experimentación observada.	Relación.
<b>Pregunta 3</b>	Observar a partir de la explicación dada por los estudiantes, si realmente ellos comprenden los conceptos que consideran son los más relacionados.	Abierta.
<b>Pregunta 4</b>	Saber si los estudiantes conocen y comprenden el concepto de carga eléctrica.	Selección múltiple.
<b>Pregunta 5</b>	Determinar la concepción que tienen los jóvenes acerca del modelo de átomo y del concepto de carga eléctrica neta.	Selección múltiple.
<b>Pregunta 6</b>	Establecer si los estudiantes reconocen que un átomo con carga eléctrica neta negativa es un átomo con exceso de electrones.	Selección múltiple.
<b>Pregunta 7</b>	Identificar que conocimientos tienen los estudiantes sobre la ley de Coulomb.	Selección múltiple.
<b>Pregunta 8</b>	Evaluar si hay conocimientos claros acerca de las líneas de campo electrostático que se produce por la interacción entre dos cargas eléctricas.	Selección múltiple.
<b>Pregunta 9</b>	Observar el nivel de análisis de los estudiantes para una situación de interacción entre dos cargas eléctricas (ley de Coulomb).	Selección múltiple.
<b>Pregunta 10</b>	Conocer si los jóvenes comprenden el concepto de trabajo y sus características.	Selección múltiple.
<b>Pregunta 11 y 12</b>	Establecer si los jóvenes identifican en una situación quién está realizando trabajo.	Selección múltiple.
<b>Pregunta 13</b>	Identificar si es claro que no hay trabajo si no se presenta desplazamiento o cambio de energía mecánica (cinética y potencial)	Selección múltiple.
<b>Pregunta 14</b>	Identificar si los estudiantes asocian el concepto de trabajo con el cambio de energía cinética o potencial.	Selección múltiple.
<b>Pregunta 15</b>	Indagar sobre los conocimientos previos acerca del concepto de energía y sus diferentes manifestaciones: energía mecánica (Cinética y potencial), química, etc.	Selección múltiple.



<b>Pregunta 16</b>	Conocer la explicación dada por los estudiantes al funcionamiento de un circuito eléctrico mediante el uso de una batería construida con elementos orgánicos.	Abierta.
<b>Pregunta 17 y 18</b>	Analizar si los estudiantes relacionaron el fenómeno electrostático observado con las propiedades de una batería eléctrica.	Selección múltiple.

### - Prueba de Cierre

Para evaluar la comprensión del concepto de voltaje y los conceptos asociados en su definición, se decidió diseñar y aplicar una prueba de cierre que tuviera una estructura similar a la prueba diagnóstica aplicada. En ésta se indagan los conocimientos de los estudiantes sobre los conceptos de carga eléctrica, fuerza, campo, potencial electrostático, energía potencial, trabajo (mecánico y electrostático) y la definición de voltaje, mediante diferentes situaciones en donde los jóvenes deberán analizar, seleccionar y argumentar la respuesta adecuada.

La prueba de cierre está compuesta por quince preguntas (diferentes a las de la prueba diagnóstica), de las cuales 14 son de selección múltiple y una de argumentación (Pregunta abierta). Los objetivos establecidos para cada una de las preguntas se relacionan en la Tabla 3-2 (ANEXO D)

**Tabla 3-2:** Objetivos planteados para las preguntas que conforman la prueba de cierre.

	OBJETIVO	TIPO
<b>Pregunta 1</b>	Evaluar el nivel de comprensión sobre el concepto de carga eléctrica y carga eléctrica neta.	Selección múltiple.
<b>Pregunta 2</b>	Determinar si los estudiantes comprenden e identifican los procesos por el cual un objeto puede obtener una carga eléctrica neta diferente de cero.	Selección múltiple.
<b>Preguntas 3,4 y 5.</b>	Observar el nivel de análisis de los estudiantes, respecto a las características de la fuerza electrostática producida entre dos cargas eléctricas (ley de coulomb).	Selección múltiple.
<b>Pregunta 6</b>	Conocer si los estudiantes comprenden el concepto de campo electrostático, a partir de la definición de las líneas de campo electrostático.	Selección múltiple.
<b>Pregunta 7</b>	Identificar si los estudiantes reconocen las líneas de campo electrostático producidas por diferentes configuraciones de carga eléctrica.	Selección múltiple.
<b>Pregunta 8</b>	Evaluar el nivel de comprensión del concepto de energía mecánica (cinética y potencial) de los estudiantes.	Selección múltiple.

<b>Pregunta 9</b>	Determinar el nivel de conceptualización del concepto de trabajo, sus características y su relación con el cambio de energía.	Selección múltiple.
<b>Pregunta 10</b>	Observar si los estudiantes entienden el concepto de energía potencial electrostática y sus características.	Selección múltiple.
<b>Pregunta 11</b>	Conocer el dominio conceptual sobre potencial electrostático.	Selección múltiple.
<b>Pregunta 12</b>	Analizar si los estudiantes identifican las características de las líneas equipotenciales.	Selección múltiple.
<b>Pregunta 13</b>	Identificar el nivel de asociación del concepto de diferencia potencial con el cambio de energía potencial electrostática y el trabajo realizado por unidad de carga.	Selección múltiple.
<b>Pregunta 14</b>	Evaluar si se comprendió el concepto de voltaje como el trabajo por unidad de carga o como el cambio de energía potencial electrostática entre dos puntos del campo.	Selección múltiple.
<b>Pregunta 15</b>	Determinar el nivel de asociación del concepto de voltaje y los conceptos de electrostática con el funcionamiento de los circuitos eléctricos.	Pregunta abierta.

### 3.4.2 Matrices

Para analizar el nivel de conceptualización de los estudiantes, se realizó el diseño de una matriz (Tabla 3-3) en donde se organizan por niveles (Básico, Intermedio y Avanzado) las explicaciones de los estudiantes de acuerdo al dominio temático observado. La estructura de la matriz está dada en los siguientes términos y es aplicada para el análisis de la prueba de diagnóstico y de cierre.

**Tabla 3-3:** Matriz de análisis a las explicaciones dadas por los estudiantes.

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN		
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:		
NIVEL BASICO	NIVEL BASICO	NIVEL BASICO
El estudiante no da cuenta del proceso y/o sus conceptualizaciones son iniciales.	El estudiante reconoce el concepto pero presenta dificultades en el momento de su explicación.	El estudiante reconoce y explica de forma adecuada el concepto.
Nº de estudiantes	Nº de estudiantes	Nº de estudiantes

### 3.4.3 Diario de campo

Durante las sesiones de trabajo que componen la propuesta, el profesor realizara registro de los avances, dificultades y/o demás experiencias que puedan contribuir al desarrollo de la investigación. Para tal propósito, se diseñó un formato (Tabla 3-4) organizado por módulos, sesiones de trabajo, fecha de desarrollo, descripción de la experiencia y su respectiva interpretación.

**Tabla 3-4:** Formato de diario de campo.

DIARIO DE CAMPO			
FECHA	MÓDULO	DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	INTERPRETACIÓN
	<b>Sesión 1:</b> Contenido.		
	<b>Sesión 2:</b> Contenido		
	<b>Sesión 3:</b> Contenido		

### 3.4.4 Registro de predicciones individuales y grupales

En las prácticas experimentales desarrolladas mediante la Metodología de Aprendizaje Activo, los estudiantes, con base en sus preconceptos y análisis, deberán realizar predicciones (individuales y posteriormente grupales) de los resultados de las experimentaciones. Para tal fin, se usara un formato (Tabla 3-5) en donde se observe una breve descripción de la práctica, las predicciones individuales, la predicción grupal y la confrontación de resultados.

**Tabla 3-5:** Formato de predicciones de las prácticas experimentales.

PREDICCIONES	
Descripción de la práctica experimental.	
PREDICCIONES INDIVIDUALES	
Nombre: _____	
Nombre: _____	
PREDICCIONES GRUPALES	
CONFRONTACIÓN DE RESULTADOS	

### **3.4.5 Encuesta de satisfacción**

Con el fin de conocer la opinión de los estudiantes respecto a las herramientas virtuales y prácticas experimentales desarrolladas, usadas y seleccionadas para el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de voltaje y conceptos asociados, se planteó una encuesta (ANEXO E) conformada por cinco preguntas de selección múltiple con una única respuesta, en donde los estudiantes podrán evaluar la pertinencia, calidad y lúdica de los recursos didácticos usados en la propuesta.

## **3.5 Herramientas virtuales de apoyo**

Se seleccionaron y diseñaron diferentes herramientas virtuales de aprendizaje, con el fin de ser éstas un apoyo dinamizador en cada una de las sesiones de trabajo que compone el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de voltaje. A su vez, los instrumentos desarrollados brindan la posibilidad de realizar un trabajo sincrónico y/o asincrónico, en donde los estudiantes pueden consultar y reforzar los temas trabajados sin necesidad de encontrarse en un salón de clase.

A continuación se describe cada una de las herramientas diseñadas y seleccionadas para la propuesta.

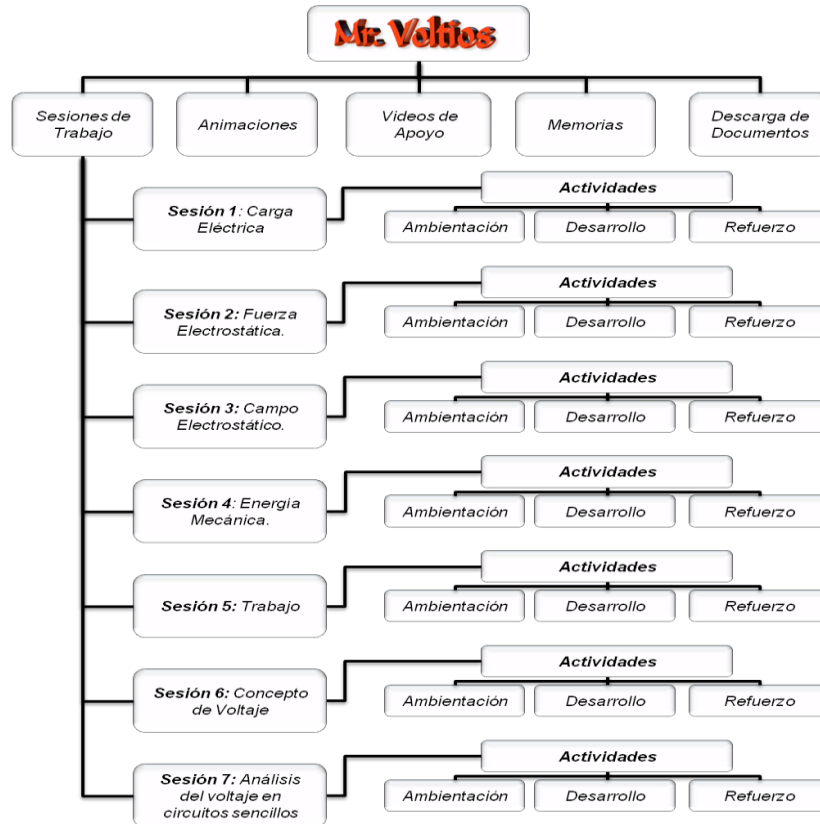
### **3.5.1 Página web “Mr. Voltios 1002”**

Es un ambiente virtual diseñado (por el autor) como herramienta de apoyo y dinamización del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos que abarca la propuesta. En ésta se soportan los demás elementos virtuales diseñados (Líneas de tiempo, actividades, animaciones, videos, entre otros) con el fin de ser un medio, en el cual los estudiantes pueden permanentemente consultar la información, observar las animaciones y videos desarrollados en clase, resolver las actividades propuestas y enviar memorias de las practicas desarrolladas.

La página web *Mr. Voltios 1002* fue estructurada a partir de módulos, en donde cada uno de estos hace referencia a las siete sesiones de trabajo propuestas. A su vez, cada módulo se divide en tres momentos didácticos o tipos de actividades (ambientación, desarrollo y refuerzo). También, la página integra enlaces directos para observar las

animaciones, los videos y las memorias fotográficas del desarrollo de las sesiones. En la Figura 3-1 se presenta un esquema sobre la estructura de la pagina web *Mr. Voltios 1002*.

**Figura 3-1:** Estructura de la página web *Mr. Voltios 1002*.

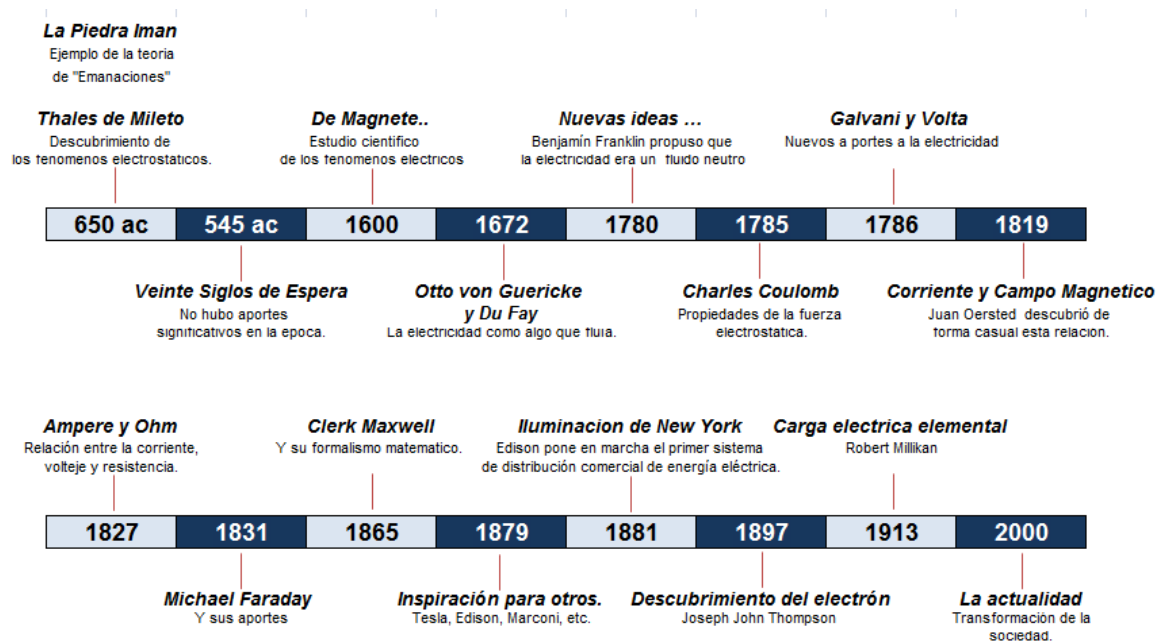


*Mr. Voltios 1002* se creó con la herramienta gratuita *Sites de Google* ©, recurso de fácil manejo y de gran utilidad que permite articular un gran número de elementos virtuales como: documentos, videos educativos, actividades interactivas, presentaciones, animaciones, foros de discusión, enlaces y formularios. Este instrumento puede ser consultado a través del enlace <https://sites.google.com/site/mrvoltios1002/>.

### 3.5.2 Línea de tiempo “Historia de la Electricidad”

El objetivo de esta secuencia es el de presentar de forma interactiva el desarrollo histórico y epistemológico de la electricidad. Por tal razón, en su diseño se usaron elementos del marco teórico planteado en este documento, fotografías de acceso libre y segmentos de videos relacionados con los conceptos y situaciones abordadas. La Figura 3-2 presenta un organigrama sobre la estructura de la línea de tiempo.

**Figura 3-2 :** Estructura de la línea de tiempo “Historia de la Electricidad”



Este recurso fue elaborado a través de la plataforma virtual de código abierto *TimelineJS*, que permite diseñar secuencias temporales de forma sencilla, interactivas y dinámicas, en las que se pueden articular fotografías, videos, grabaciones de audio y demás herramientas que se pueden encontrar en la red. La información y la estructura de la línea de tiempo son guardadas en un formulario de Google Drive y vinculadas a *TimelinesJS* para ser publicadas y/o incrustadas en cualquier blog o página web.

### 3.5.3 Material audiovisual

Se diseñaron, realizaron y editaron una serie de videos con el objetivo de ser usados como herramienta complementaria al desarrollo de las prácticas experimentales, de tal manera que los estudiantes puedan observar en varias oportunidades (en clase o en línea a través de la página Web desarrollada para el curso) las experimentaciones realizadas y así analizar situaciones que hayan podido pasar desapercibidas.

En los videos se presentan los materiales utilizados, los procedimientos y los resultados obtenidos luego del desarrollo de las prácticas experimentales propuestas en cada uno de los módulos y sesiones de trabajo. En la realización de algunos de los videoclips se tuvo en cuenta la Metodología de Aprendizaje Activo, debido a que en estos se plantea la descripción de la práctica, y se realiza una pregunta orientadora con el fin de conducir a

unas predicciones (individuales y grupales) que serán confrontadas posteriormente con los resultados observados en experimentación.

Los videos realizados por el autor de esta propuesta se relacionan a continuación.

- **Las Cintas Mágicas**

El video *Las cintas mágicas* hace parte de la sesión dos, en donde se desarrolla el concepto y las características de la fuerza electrostática. En este se presenta el procedimiento y los resultados de una experimentación que consiste en observar la interacción que se produce entre cuatro trozos de cinta cuando se pegan, se separan y se acerca. Este elemento fue subido a la plataforma *Youtube* y compartido a través de la página web diseñada para la propuesta mediante el enlace [www.youtube.com/watch?v=rz533Vi3Afl](http://www.youtube.com/watch?v=rz533Vi3Afl).

- **¿Qué muestran las semillas?**

Es un video complementario a la práctica experimental desarrollada como actividad de ambientación de la tercera sesión de trabajo. En este se pueden observar las líneas del campo electrostático que se producen por la interacción de dos cargas eléctricas puntuales y dos placas paralelas de diferente signo, usando semillas de anís o linaza, aceite y otros materiales de trabajo. El video puede ser consultado en <https://www.youtube.com/watch?v=ORVRVruqvLA>.

- **Luz en Movimiento**

Hace parte de las actividades de refuerzo en la sesión cuatro, en donde se desarrolla el concepto de energía (conservación y transformación). En este videoclip se presenta una implementación en donde se observa un ejemplo de transformación y conservación de la energía con elementos que los jóvenes usan comúnmente en proyectos de tecnología (batería, motores, diodos led's, entre otros). El enlace del video es el siguiente: <https://youtu.be/otXsVIT6BNw>.

- **El Tubo Caprichoso**

Es un video desarrollado para la sesión cuatro y su objetivo es despertar la curiosidad y fortalecer la capacidad de análisis de los estudiantes, luego de observar un experimento

en donde un dispositivo (construido con un tubo de PVC y otros materiales), que al ser lanzado sobre una superficie horizontal plana, rueda, luego frena y se regresa. Funcionamiento que al ser analizado permite abordar los temas de energía mecánica (cinética y potencial), conservación y transformación de la energía. El video puede observarse a través del enlace [www.youtube.com/watch?v=OXrNdA7jKtk](http://www.youtube.com/watch?v=OXrNdA7jKtk) .

#### - **Encontremos las Líneas Equipotenciales**

En este video se presentan los materiales, el procedimiento y el desarrollo de la práctica realizada en la sesión de trabajo número seis, en donde se desea que los estudiantes afiancen sus conocimientos acerca de los conceptos de potencial, diferencia de potencial electrostático, voltaje y líneas equipotenciales. También en el video se realizan algunos análisis sobre las líneas equipotenciales y se relacionan los conceptos de voltaje, trabajo y energía. <https://youtu.be/6onwQepakO8> .

### **3.5.4 Animaciones**

Debido a que la propuesta desarrolla conceptos de electrostática, que para los estudiantes resultan ser abstractos, difíciles de representar y por ende de comprender, se decidió diseñar una serie de animaciones en donde se explica de forma sencilla e interactiva algunos de los conceptos que hacen parte de la propuesta.

Las animaciones fueron realizadas por el autor usando el software Adobe Flash Professional CS3, el cual es un programa que permite realizar secuencias gráficas a partir de *Fotogramas*. Estos elementos se usan como complemento a las explicaciones dadas en clase y a los análisis realizados por los estudiantes luego del desarrollo de las experimentaciones. Por otra parte, las animaciones son compartidas en la página web *Mr. Voltios 1002* (<https://sites.google.com/site/mrvoltios1002/inicio/animacion>).

A continuación, se describen cada una de las siete animaciones realizadas para la propuesta:

#### - **Estructura Atómica**

Es una animación basada en el modelo atómico de Bohr (1913), en donde se presenta la estructura de los átomos de Hidrogeno, Helio, Litio y Berilio, el número y la distribución de los electrones, protones y neutrones, y los niveles de energía en los cuales se



mueven los electrones del átomo. El objetivo de la animación *Estructura atómica* es el de recordar, aclarar y reforzar la concepción que tienen los estudiantes sobre el átomo y su estructura. Asimismo, que identifique la diferencia que hay entre átomos de diferentes elementos.

#### - **Carga Eléctrica (iones positivos y negativos)**

A partir de la representación de dos átomos de litio mediante el modelo atómico de Bohr, se presenta la carga eléctrica atribuida a los electrones, protones y neutrones de un átomo (el electrón tiene carga negativa, el protón positiva y el neutrón carga eléctrica igual a cero) y el concepto de carga eléctrica neta. En la animación se puede observar que un átomo con carga eléctrica neta igual a cero tiene un número igual de electrones y protones, mientras que un átomo con exceso o carencia de electrones tiene una carga eléctrica neta diferente de cero.

Cuando un átomo recibe uno o más electrones, su carga eléctrica total es negativa y se conoce como *ion negativo*, mientras que cuando pierde electrones su carga neta es positiva (debido a que tiene un número mayor de protones), y es nombrado *ion positivo*.

#### - **Electrización por Inducción**

En esta animación se realiza una representación del comportamiento de las cargas eléctricas en el interior de un material conductor cuando se produce una electrización por inducción, es decir, si se acerca un material con carga eléctrica neta diferente de cero a un material conductor, se origina un efecto de fuerza electrostática que produce una reorganización de las cargas eléctricas positivas y negativas al interior del material. De esta forma, un extremo del objeto queda con carga eléctrica negativa, mientras que el otro con carga eléctrica neta positiva (la carga eléctrica neta del objeto no cambia y sigue siendo igual a cero aun cuando los extremos del material tienen cargas netas diferentes).

#### - **Péndulo Electrostático (Tipos de electrización)**

La secuencia *Péndulo Electrostático (Tipos de electrización)* presenta los tres métodos por el cual un objeto obtiene carga eléctrica neta diferente de cero. El primero (electrización por fricción), muestra que cuando se frota un material aislante con un trozo de lana, algunos electrones son liberados y transmitidos, produciendo que uno de los objetos quede con un exceso de electrones y por consiguiente con carga eléctrica neta negativa. En el segundo (electrización por inducción), cuando se acerca el objeto con

carga eléctrica neta negativa a un péndulo de material conductor, se produce una distribución (por efecto de la fuerza electrostática) de las cargas eléctricas en el interior del material y una fuerza de tipo atractivo entre los dos materiales. El tercero (electrización por contacto) presenta que cuando un material con carga eléctrica neta negativa hace contacto con un material neutro, se produce una transferencia de electrones que origina que los dos elementos queden con el mismo tipo de carga eléctrica y por consiguiente, se genere una fuerza de repulsión entre los dos.

#### - **Ley de Coulomb (Fuerza Electrostática)**

Esta animación presenta la variación de la magnitud de la fuerza electrostática que se origina cuando dos cargas eléctricas puntuales interactúan, la cual es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que hay entre las dos cargas y proporcional a la magnitud de las mismas. En la animación se observan las características de la fuerza electrostática cuando el signo de las cargas eléctricas es igual o diferente, cuando la distancia entre cargas aumenta o disminuye y cuando la magnitud de las cargas eléctricas es mayor, pero la distancia permanece constante.

La animación *Ley de Coulomb (fuerza electrostática)* también presenta el vector de la fuerza electrostática y la ecuación establecida por Coulomb.

#### - **Campo Electrostático**

La secuencia *Campo Electrostático* muestra la definición establecida para este concepto y su representación a partir de la fuerza electrostática producida entre una carga eléctrica fuente (con signo positivo y negativo) y una carga eléctrica de prueba. Adicionalmente, muestra las líneas de campo electrostático producido por un dipolo e in-dipolo eléctrico y las características (dirección y magnitud) del vector Campo Electrostático en distintas regiones del espacio.

#### - **Potencial y Diferencia de Potencial Electrostático**

En esta secuencia animada se describen las características de la energía potencial electrostática para cargas eléctricas de signos iguales o diferentes. Además, se establece la definición de potencial electrostático en un campo producido por una carga puntual positiva. Se analiza en que regiones del campo electrostático el potencial es

mayor o igual (líneas equipotenciales) y se introduce el concepto de voltaje o diferencia de potencial electrostático.

Esta animación aborda la definición de voltaje (diferencia de potencial electrostático) desde el concepto de trabajo por unidad de carga y el cambio de energía potencial electrostática de una carga eléctrica cuando se desplaza entre dos puntos de un campo electrostático.

### 3.5.5 Actividades Educaplay

Educaplay es una plataforma virtual que permite crear actividades educativas de forma interactiva, que pueden ser usadas, compartidas e incrustadas en cualquier página web. Para el desarrollo de esta propuesta, se diseñaron una serie de actividades con el propósito de motivar a los estudiantes y fortalecer el aprendizaje de los conceptos desarrollados. Las actividades y sus contenidos podrán encontrarse en los anexos de este documento (ANEXO F) o consultados en la página web *Mr. Voltios 1002*.

Las actividades diseñadas y desarrolladas son las siguientes:

- **Crucigrama Historia de la Electricidad.**

Se diseñó con el fin de afianzar en los estudiantes los conocimientos adquiridos sobre el desarrollo histórico y epistemológico de la electricidad, luego de la observación de la línea de tiempo. El crucigrama es un recurso interactivo que estimula la participación de los estudiantes, debido a que ofrece a los jóvenes la posibilidad de observar y corregir sus errores al mismo tiempo que compiten por obtener el puntaje más alto.

- **Sopa de Letras Historia de la Electricidad.**

El objetivo de esta actividad es que los estudiantes, además de familiarizarse y aproximarse a términos específicos de electrostática, también los asocien con fenómenos observados en el desarrollo de algunas prácticas experimentales y los contenidos de la línea de tiempo. La actividad está compuesta por catorce términos (carga eléctrica, fuerza electrostática, campo, líneas de campo, electrización, Ley de Coulomb, energía potencial, trabajo por unidad de carga, equipotenciales, potencial, voltaje, electricidad, electrostática, diferencia de potencial y electrón ) organizados de forma horizontal y vertical.

### - **Test Energías**

Es una prueba diseñada como actividad de refuerzo de la sesión cuatro, en donde se desarrolla el concepto de energía, sus diferentes manifestaciones, el proceso de transformación y la ley de conservación. La actividad se centra particularmente en las características de la energía mecánica (cinética y potencial).

El Test está compuesto por ocho preguntas de selección múltiple, en donde los jóvenes deben relacionar las imágenes con sus respuestas, completar frases, resolver ejercicios y responder preguntas en donde se indaga sobre los contenidos desarrollados en la sesión de trabajo.

### **3.5.6 ¿Quién quiere ser Mr. Voltios?**

Es una herramienta virtual usada en el ámbito educativo para trabajar cuestionarios de diferentes áreas del saber. Su dinámica de trabajo consiste en recrear el conocido concurso *¿Quién quiere ser millonario?*, pero con preguntas de un tema o concepto en particular. El uso de esta herramienta tiene como objetivo reforzar los conceptos trabajados en las primeras sesiones, y motivar a los estudiantes (mediante la lúdica que conforma la herramienta) a la participación de las actividades que conforman la propuesta.

Las preguntas y respuestas diseñadas para la actividad *¿Quién quiere ser Mr. Voltios?* relacionan los conceptos de carga eléctrica, estructura atómica, fuerza electrostática y algunos aspectos epistemológicos e históricos de la electricidad (ANEXO G).

### **3.5.7 Simulaciones Phet**

Phet Interactive Simulations®, es una página liderada por la Universidad de Colorado y cuyo propósito es realizar escenarios virtuales en donde se pueden simular libremente fenómenos de las ciencias (física, química, biología, matemáticas y otros). Por esta razón, se tendrán en cuenta algunas de sus simulaciones en el desarrollo de esta investigación.

### - **Field Hockey**

Field Hockey permite representar el campo electrostático que producen una o varias cargas eléctricas ubicadas en el espacio, las líneas de campo, la magnitud y el efecto

que produciría la fuerza electrostática sobre una carga eléctrica de prueba. Adicionalmente, la herramienta utiliza estos conceptos para generar un juego en donde el usuario debe hacer uso de sus conocimientos para llevar la carga eléctrica de prueba hasta una meta, sorteando una serie de obstáculos.

- **Pista de patinar “Energías”**

Este recurso inicialmente permite diseñar un escenario de patinaje, para luego simular el desplazamiento de un personaje y analizar el comportamiento de las energías cinética y potencial del sistema. La herramienta brinda al usuario la posibilidad de observar el cambio de las energías mediante graficas de líneas, barras y/o tortas, de modificar los valores de masa, gravedad y fricción, de analizar los procesos de transformación y conservación de la energía e introducir el concepto de trabajo mediante el teorema de energía y trabajo.

- **Cargas y campos**

En esta simulación se puede observar el campo electrostático producido por una o varias cargas eléctricas puntuales (positivas y/o negativas), y representar el vector de la fuerza electrostática producida sobre una carga eléctrica de prueba ubicada en cualquier punto del espacio circundante a la carga o conjunto de cargas que producen el campo electrostático. Además, otros elementos que permite recrear esta simulación, son el de poder determinar el potencial electrostático en cualquier región del campo y de observar las líneas equipotenciales para distintas configuraciones de carga.



## 4 Propuesta

Para desarrollar el concepto de voltaje con los estudiantes de grado décimo, se determinó que la estructura de la unidad didáctica estará dividida en tres módulos: el primero, un refuerzo conceptual sobre los conceptos de carga, fuerza y campo electrostático; el segundo, es el desarrollo de los conceptos de energía y trabajo (iniciando con el análisis de situaciones de la física mecánica y siguiendo con situaciones particulares del campo de la electrostática), y el tercero, consiste en la asociación de los conceptos de electrostática, de energía y de trabajo con la definición establecida para el voltaje como diferencia de potencial electrostático.

A continuación se relaciona la estructura de la unidad didáctica propuesta.

### MÓDULO 1

Este módulo busca reforzar las debilidades observadas en el diagnóstico sobre conceptos básicos de electrostática, los cuales son fundamentales en la comprensión de la definición dada para el voltaje.

- **Sesión 1:** Estructura atómica, concepto de carga eléctrica, carga neta y tipos de electrización.
- **Sesión 2:** Fuerza electrostática, "Ley de Coulomb".
- **Sesión 3:** Campo electrostático.

### MÓDULO 2

El propósito de este módulo, es desarrollar los conceptos de trabajo y energía potencial electrostática.

- **Sesión 4:** Energía mecánica.
- **Sesión 5:** Trabajo (Orientado al trabajo electrostático)

### MÓDULO 3

Tiene como objetivo relacionar los conceptos trabajados con la definición establecida para el voltaje (diferencia de potencial electrostático).

- **Sesión 6:** El voltaje (Potencial, diferencia de potencial electrostático y Líneas equipotenciales).

- **Sesión 7:** El voltaje en circuitos eléctricos DC.

La propuesta sugiere que el desarrollo de la sesión 7 (sobre el análisis del voltaje en circuitos DC) se realice siempre y cuando los estudiantes tengan conocimientos en la implementación de sistemas eléctricos y manejo del multímetro. De lo contrario, se recomienda fortalecer estas habilidades antes de ser aplicada. El propósito de esta sesión de trabajo es el de identificar cómo los estudiantes relacionan los conceptos desarrollados en la propuesta con el voltaje medido en las resistencias eléctricas que conforman un circuito (serie o paralelo).

Como herramienta de apoyo de las actividades que hacen parte de la unidad didáctica, se considera importante el uso de un ambiente virtual, que consistió en el diseño (con las herramientas de Google Aps) y constante actualización de una página web (*Mr. Voltios 1002*), en donde los jóvenes podrían encontrar actividades interactivas de ambientación y/o refuerzo, a saber: sopas de letras, crucigramas, test, simulaciones, líneas de tiempo, videos educativos y animaciones.

Adicionalmente, la propuesta articula en su metodología el desarrollo de prácticas experimentales basadas en la Metodología de Aprendizaje Activo (MAA), en donde los estudiantes podrán confrontar sus preconceptos con los resultados obtenidos a partir de las experimentaciones realizadas.

## 4.1 Objetivos

- Fortalecer la comprensión del concepto de voltaje como diferencia de potencial electrostático mediante la asociación de conceptos de electrostática y los conceptos de energía y trabajo.
- Promover la capacidad de análisis en los estudiantes a través de desarrollo de actividades de tipo experimental mediante la Metodología de Aprendizaje Activo.
- Motivar la participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje de los conceptos de electricidad mediante el manejo de herramientas virtuales.



## 4.2 Metodología

La metodología planteada para las sesiones de trabajo que conforma la unidad didáctica está organizada en tres tipos de actividades: las primeras, actividades denominadas de ambientación, consisten en motivar al estudiante hacia el desarrollo de la temática y acercarlo al concepto que se va a trabajar; las segundas, actividades de desarrollo, tienen como objetivo ampliar los conceptos propuestos y aclarar las dudas que se presentan; y las terceras, actividades de refuerzo, buscan que los estudiantes mediante distintas estrategias se apropien de los conceptos desarrollados durante la propuesta.

Las actividades de ambientación y de refuerzo pueden ser planteadas como trabajo en casa (a través de la página Web dispuesta para el curso) o desarrolladas en clase. Cuando el trabajo se realice de forma virtual, los estudiantes deben enviar evidencias de sus avances, y si las actividades se realizan en clase, el docente llevara registro de los aspectos más importantes: avances conceptuales de los estudiantes, dificultades observadas y/o situaciones que beneficien el progreso de la propuesta.

## 4.3 Sesiones de trabajo

A continuación, se describen las sesiones de trabajo que conforman cada uno de los módulos de la propuesta, los contenidos a desarrollar, objetivos, metodología y resultados esperados. Adicionalmente, en los s (ANEXO H, I, J) del presente documento se pueden encontrar las guías de trabajo para el docente, los formatos de predicciones grupales e individuales y la descripción de algunas actividades.

### 4.3.1 Sesión 1: ¿Qué son las cargas eléctricas?

**Contenidos de Aprendizaje:** Estructura atómica, concepto de carga eléctrica, carga neta y tipos de electrización.

**Objetivo:** Fortalecer en los estudiantes el concepto de carga eléctrica y la comprensión de las propiedades que se les atribuye a través de la realización y presentación de algunas experimentaciones sobre fenómenos electrostáticos.

**Logros Esperados:** Se espera que los estudiantes mediante el desarrollo de la sesión programada comprendan que:

- La materia está compuesta por átomos, y estos a su vez se conforman por los protones, neutrones y electrones. Los modelos atómicos más recientes plantean que los protones y neutrones se encuentran en el núcleo, mientras que los electrones se encuentra en constante movimiento a su alrededor.
- La carga eléctrica es atribuida a los protones y los electrones, su unidad de medida es el Coulomb y por convención se le asigna al electrón carga eléctrica negativa y al protón positiva.
- El Coulomb (C), es equivalente a  $\pm 6,24 \times 10^{18}$  veces la carga del protón o del electrón.
- La carga eléctrica neta hace referencia a un material con exceso o carencia de electrones.
- Un material tiene carga eléctrica neta negativa cuando ha ganado electrones y positiva cuando los ha perdido.
- Un material puede obtener carga eléctrica mediante conducción, fricción o inducción.

### **Metodología:**

#### **Actividades de Ambientación:**

Se conforman grupos de tres estudiantes, y a cada uno se le asigna una experimentación de electrostática con el fin de realizar un video en donde se observe claramente los materiales utilizados, el procedimiento, el fenómeno producido y una explicación de lo observado (ANEXO J).

Las experimentaciones asignadas a los grupos son:

- Un globo interactuando con cintas de aluminio.
- Un globo interactuando con trozos de papel y semillas pequeñas.
- Un globo interactuando con un delgado hilo de agua.
- Un globo interactuando con una lata de gaseosa.
- Un globo interactuando con burbujas de jabón.
- Un guante de cirugía interactuando con cinta de teflón.
- Construcción y funcionamiento del electroscopio casero.
- Construcción y funcionamiento del péndulo electroscopio.

Los estudiantes deberán subir los videos realizados a Youtube (con propiedades de archivo oculto, hasta que se corrobore si la explicación realizada es correcta) y enviar su enlace a través de un formulario de Google Drive incrustado en la página Web *Mr. Voltios 1002*. Luego, realizan las actividades virtuales que se describen a continuación:

- Observar la línea de tiempo Historia de la Electricidad.
- Solucionar las actividades interactivas de Educaplay (crucigrama y sopa de letras), basadas en la información presentada en la línea de tiempo y otros conceptos.

#### **Actividades de Desarrollo:**

Se inicia la clase con la presentación de un fragmento (minuto 17:20 a 27:00) del sexto capítulo de la Serie Cosmos “A Space-Time Odyssey”, video que hace referencia a la composición de la materia y la estructura atómica. Luego, de manera magistral y con el apoyo de presentaciones y las animaciones realizadas para esta propuesta (*Estructura atómica, carga eléctrica y electrización por inducción*), se trabajan con los estudiantes los temas: estructura atómica, concepto de carga eléctrica, carga neta y métodos por el cual un material obtiene carga eléctrica diferente de cero.

#### **Actividad de Refuerzo:**

Se presentan los videos realizados por los estudiantes sobre las experimentaciones de electrostática y se discute sobre la explicación de los fenómenos observados en cada una de una de estas. Finalmente, se solicita a cada grupo realizar una explicación de su video, editarlo y compartirlo a través de la página web.

### **4.3.2 Sesión 2: Las cintas mágicas**

**Contenidos de Aprendizaje:** Fuerza electrostática y características de la Ley de Coulomb.

**Objetivo:** Analizar los factores que determinan la magnitud de la fuerza que se produce entre dos cargas eléctricas, su relación directamente proporcional respecto a la magnitud de las cargas e inversamente proporcional a la distancia de separación entre éstas.

**Logros esperados:** Se espera que los estudiantes se apropien de los siguientes conceptos:

- Cargas eléctricas de igual signo generan una fuerza de repulsión entre sí, y de atracción cuando son de signo diferente.
- La magnitud de la fuerza electrostática que se genera por la interacción de dos cargas eléctricas es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de su distancia y actúa en la dirección de la línea que une las cargas. Esta relación es conocida como la *Ley de Coulomb* y se expresa de la siguiente manera:

$$\vec{F}_{2,1} = \frac{kq_1q_2}{|r_{2,1}^2|} \hat{r}_{2,1} \quad ,$$

### **Metodología:**

#### **Actividades de Ambientación:**

Se inicia a partir del desarrollo de una práctica experimental mediante la Metodología de Aprendizaje Activo, de la siguiente manera:

- Se tienen cuatro trozos de cinta “mágica”, dos (A y B) se adhieren a una superficie de material aislante y las dos restantes (C y D) se pegan sobre las primeras cintas colocadas, luego se frota, se separan y se colocan alejadas una de la otra.
- Se plantea al grupo la siguiente interrogante: ¿Qué sucederá al acercar las cintas (A y B), (C y D) y (A y C)? ¿Por qué?
- Se solicita a los jóvenes registrar de forma individual sus predicciones.
- Se conforman grupos de cuatro estudiantes, se analizan las predicciones individuales y se establece una predicción grupal.
- Se desarrolla la experimentación y se confrontan los resultados con las predicciones planteadas por los estudiantes.
- A continuación, se plantean la siguiente pregunta: ¿Cuándo es más evidente la fuerza de atracción y repulsión entre las cintas?
- Finalmente, se repite la experimentación y se orienta a los jóvenes al análisis de la relación entre la magnitud de la fuerza electrostática y la distancia entre las cintas.

#### **Actividades de Desarrollo:**

Con base en los resultados obtenidos de la experimentación, se realiza un análisis cualitativo de las características de la fuerza electrostática con respecto a la distancia entre las cargas eléctricas y su magnitud. De manera magistral se refuerzan y consolidan

los conceptos fundamentales, permitiendo que los estudiantes puedan deducir las características de la fuerza electrostática y cómo éstas derivan en la deducción de la ecuación establecida por Coulomb.

Se presenta al grupo la animación realizada para esta propuesta *Ley de Coulomb (Fuerza Electrostática)*, en donde se observa la variación del vector fuerza electrostática cuando dos cargas eléctricas puntuales del mismo signo interactúan, cuando la magnitud de las cargas aumenta y cuando permanecen a una distancia de separación constante.

#### **Actividades de Refuerzo:**

Usando como herramienta de apoyo el recurso virtual *¿Quién quiere ser Mr. Voltios?*, se realiza un pequeño concurso en el cual los estudiantes deben responder una serie de preguntas relacionadas con la temática trabajada en las actividades de ambientación y desarrollo.

### **4.3.3 Sesión 3: ¿Que muestran las semillas?**

**Contenidos de Aprendizaje:** Concepto de campo electrostático y líneas de campo.

**Objetivo:** Comprender el concepto de campo electrostático y su representación para diferentes configuraciones de carga mediante una práctica experimental sencilla.

**Logros esperados:** Con el desarrollo de las actividades propuestas para el desarrollo del concepto de campo electrostático se espera que los estudiantes analicen, asocien y comprendan lo siguiente:

- La presencia de una carga eléctrica “genera” un campo de fuerza que permea el espacio circundante y cuyo límite es considerado infinito, razón por la cual puede tener efecto sobre cualquier otra carga eléctrica ubicada en el espacio.
- El campo electrostático se define como la fuerza electrostática  $\vec{F}$  que actúa sobre una carga de prueba positiva ubicada en un punto específico del espacio y dividida por la magnitud de la carga de prueba  $q_0$  ( $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$ ).
- La magnitud del campo electrostático en SI es Newton sobre Coulomb (N/C).
- Una carga eléctrica puntual produce un campo electrostático en todos los puntos del espacio cuya magnitud disminuye conforme al aumento de la distancia. Por definición, el campo electrostático de una carga eléctrica puntual positiva tiene

una dirección radial que se aleja de la carga (saliente), mientras que el campo producido por una carga puntual negativa siempre va en dirección radial hacia la carga.

- El campo electrostático puede ser representado mediante patrones conocidos como *líneas de campo*.
- El vector del campo electrostático  $\vec{E}$  es tangencial a cada punto que conforma las líneas de campo y su magnitud es mayor si las líneas están más juntas, y menor, si están más separadas.
- Las líneas del campo de dos cargas puntuales de signos diferentes pero de igual magnitud (dipolo eléctrico), son representadas en dirección saliente de la carga positiva a la carga negativa.
- Para dos cargas puntuales de igual magnitud y signo positivo (in dipolo eléctrico), las líneas de campo electrostático muestran trayectorias que se alejan de las dos cargas.
- A grandes distancias de un conjunto de cargas, las líneas del campo se comportan como las producidas por una carga eléctrica puntual.

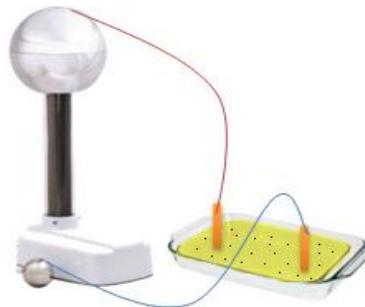
### **Metodología:**

#### **Actividades de Ambientación:**

Mediante la Metodología de Aprendizaje Activo, se plantea y se desarrolla con el grupo la siguiente experiencia:

- Se tiene aceite en una refractaria de vidrio. En su interior se colocan dos terminales metálicos separados y conectados a un generador de Van Der Graf encendido (Figura 4-1).

**Figura 4-1:** Implementación de la experimentación ¿Qué muestran las semillas?



- Se pregunta al grupo: ¿Qué sucederá cuando se esparzan pequeñas semillas de linaza sobre el aceite?
- Los jóvenes deberán registrar de forma individual sus predicciones (si consideran necesario pueden realizar un dibujo).
- En grupos de cuatro estudiantes, los jóvenes socializan sus predicciones y hacen un consenso de éstas.
- Se realiza la experimentación y se confrontan los resultados con las predicciones planteadas por los estudiantes.
- Como elemento de apoyo, el profesor podrá presentar el video desarrollado para la propuesta y titulado *¿Qué muestran las semillas?*

**Actividades de Desarrollo:**

Con base en lo observado en la experimentación desarrollada, las predicciones y los análisis planteados por los estudiantes, se orienta al grupo hacia la definición de campo electrostático, se analizan sus características y la ecuación matemática establecida. Además, se plantea al grupo que el campo electrostático puede ser representado mediante patrones conocidos como las líneas de campo.

Finalmente, usando como recurso de apoyo la herramienta virtual *Cargas y Campos* se realiza simulación y análisis de las líneas de campo electrostático que producen diferentes configuraciones de carga (dos cargas eléctricas puntuales con signos iguales o diferentes, dos placas paralelas con diferente carga, un grupo de cargas iguales, una placa con carga positiva y una carga puntual negativa, entre otras).

**Actividades de Refuerzo:**

Se invita a los jóvenes a participar en el juego *Electric Field Hockey de PHET Interactive Simulations* a través de la página web. Como evidencia, los estudiantes deberán enviar una imagen en donde se muestren los logros obtenidos en cada nivel del juego.

**4.3.4 Sesión 4: El tubo caprichoso.**

**Contenidos de Aprendizaje:** Energía, transformación de la energía, Ley de conservación de la energía, energía cinética y potencial.

**Objetivo:** Fortalecer la comprensión del concepto de energía, los tipos (particularmente la energía Cinética y Potencial), el proceso de transformación y la ley de conservación de la energía a través de análisis cualitativos y cuantitativos de diferentes situaciones.

**Logros esperados:** Con la aplicación de esta sesión de trabajo (actividades de ambientación, desarrollo y refuerzo, además de la presentación de las herramientas de apoyo) se considera que los estudiantes podrán comprender que:

- La energía es una propiedad asociada a la materia, la cual es medible (sólo si hay un valor de referencia) y se manifiesta mediante cambios físicos y/o químicos en la naturaleza. También puede describirse como una magnitud que posee la materia para realizar algún tipo de actividad, ya sea producir movimiento, un sonido, luz o etcétera.
- La energía se encuentra en constante transformación, es decir que un tipo de energía se transforma a otro distinto entre las diferentes manifestaciones que hay.
- La Ley de conservación de la energía establece que la energía no se crea ni se destruye, tan solo se transforma.
- La energía cinética de un cuerpo es la energía que se posee respecto a su movimiento y la expresión matemática para esta es  $K = \frac{1}{2}mV^2$ .
- Los cuerpos que se encuentran en movimiento tienen energía cinética, pero aun cuando un objeto se encuentre o no en movimiento posee otro tipo de energía, ésta se conoce como energía potencial gravitatoria y hace referencia a la capacidad que tiene un cuerpo para realizar trabajo en función del lugar que ocupa en el espacio. La expresión matemática para la energía potencial gravitacional es  $U = mgh$ , en donde  $m$  equivale a la masa del cuerpo,  $h$  la altura respecto a un punto de referencia y  $g$  a la gravedad.
- La energía potencial gravitatoria es proporcional a la masa y la altura, de la misma forma que lo es la energía cinética respecto a la masa y la velocidad al cuadrado.

**Metodología:**

**Actividades de Ambientación:**

La sesión de de trabajo inicia con el desarrolla de una práctica experimental de tipo demostrativo y mediante MAA. Esta actividad consiste en lo siguiente:



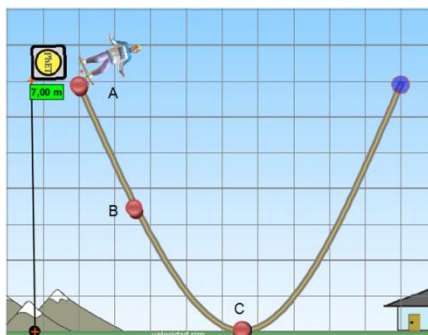
- El profesor previamente diseña el dispositivo *El tubo caprichoso*.
- Al iniciar la clase el profesor invita a los jóvenes a observar la siguiente situación: toma el dispositivo y lo hace rodar sobre una superficie plana horizontal o sobre el suelo.
- Luego, se observara que el dispositivo rueda hasta un punto, frena y se devuelve hasta el profesor.
- Se pregunta al grupo ¿Qué hace que el tubo se detenga y regrese a la posición inicial?
- Se solicita al grupo realizar las predicciones individuales, socializar y definir una predicción del grupo.
- Mediante preguntas orientadoras, se busca que el grupo asocie el funcionamiento del dispositivo con el concepto de energía y que además establezca algunas características de las energías cinética y potencial.
- Se presenta el video *El tubo caprichoso* y se confrontan los resultados.

#### Actividad de Desarrollo:

De forma magistral se realiza una introducción sobre el concepto de energía, la ley de conservación y el proceso de transformación. En seguida, se realiza un análisis cualitativo y cuantitativo de las características de las energías potencial y cinética, se desarrollan algunos ejercicios y se analiza una situación en donde se observa la transformación y conservación de la energía mecánica.

La situación propuesta para ser analizada y resuelta con los estudiantes es la siguiente. Un patinador de 75Kg se mueve a lo largo de una pista de patinaje con forma de “u” cuya altura máxima es de siete metros.

**Figura 4-2:** Ejercicio sobre energía mecánica (cinética y potencial).



(Tomada del simulador de Phet- Pista de Patinar)

- Determine la energía potencial del patinador en los puntos A, B y C de la pista.
- Indique en qué puntos de la pista, la energía cinética del patinador es máxima, y en cuáles es mínima.
- Indique en qué puntos de la pista, la energía potencial del patinador es máxima, y en cuales es mínima.
- Asumiendo que el sistema es conservativo, calcule la energía cinética en el punto B de la pista.

El profesor podrá usar como herramienta de apoyo en la explicación, la simulación de Phet *Pista de patinar*, recurso que le permitirá fortalecer el análisis mediante las graficas y elementos con que cuenta la simulación, además, podrá analizar la situación propuesta cuando se realicen variantes al sistema (como por ejemplo: la masa del personaje, la gravedad, la altura y las condiciones de rozamiento de la pista).

#### **Actividades de Refuerzo:**

A través de la página web los estudiantes desarrollaran la actividad *Luz en movimiento*, la cual consiste en observar un video en donde se presenta una situación particular de transformación y conservación de la energía, y con base en lo observado, los jóvenes resuelven un cuestionario conformado por las siguientes preguntas:

- Explique detalladamente ¿Por qué razón el diodo led enciende, si no se encuentra conectado a una batería?
- ¿Qué fenómenos físicos observa en la implementación? (Realice un listado de los fenómenos físicos observados y organícelos secuencialmente, según como se presentan en la práctica)
- ¿Cuál o cuáles son los conceptos claves que se desarrollan y que serviría(n) para explicar el funcionamiento de cada elemento que conforma la implementación?

Adicionalmente, los estudiantes deberán realizar el *Test Energías*, actividad que plantea una serie de preguntas en donde se indaga sobre los conceptos desarrollados en la sesión de trabajo.

### **4.3.5 Sesión 5: ¿Cómo sabes si estás trabajando?**

**Contenidos de Aprendizaje:** Concepto de trabajo.

**Objetivo:** Lograr que los estudiantes comprendan el concepto de trabajo, sus propiedades, su equivalencia con el cambio de energía cinética y/o potencial, y lo asocian a fenómenos electrostáticos.







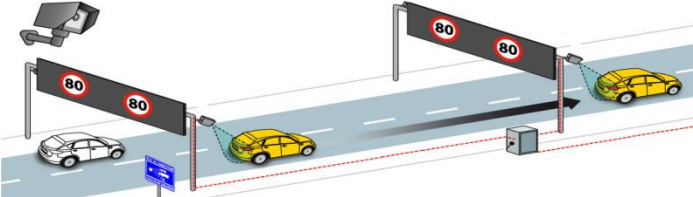
**Logros esperados:** Por medio del desarrollo de las actividades propuestas, se espera que los estudiantes se apropien del concepto de trabajo y sus características, las cuales se relacionan a continuación:

- Que puedan identificar que, cuando se realiza trabajo sobre un sistema, debe existir un agente externo que produce esta interacción.
- Identifican quién realiza el trabajo, en otras palabras, quién ejerce la fuerza sobre el objeto para alterar su rapidez.
- El trabajo sobre un cuerpo puede ser positivo, negativo o cero dependiendo de la relación entre la dirección de la fuerza y la dirección del desplazamiento.
- Si se presentan varias fuerzas que actúan sobre un cuerpo, se debe analizar el aporte de cada una de ellas al movimiento.
- Si la dirección de la fuerza es perpendicular a la dirección del desplazamiento, el trabajo es igual a cero.
- Cuando la dirección de la fuerza aplicada no es paralela a la del movimiento, solamente la componente paralela a la dirección del movimiento producirá trabajo diferente de cero.
- El trabajo es una magnitud escalar y en el SI tiene como unidad el Joule que equivale al trabajo realizado por un Newton en una distancia de un metro (Newton-metro)
- El trabajo puede entenderse en términos de energía mediante el teorema de trabajo-energía, el cual establece que cuando se realiza un trabajo sobre un cuerpo hay un aumento en la energía cinética del cuerpo.

**Metodología:**

**Actividad de Ambientación:**

Se presenta a los estudiantes siete situaciones y se les solicita definir si se está realizando trabajo y quién lo realiza (Inicialmente los análisis deben ser individuales y luego, en grupos de cuatro estudiantes se socializan y se busca llegar a un consenso para cada situación).

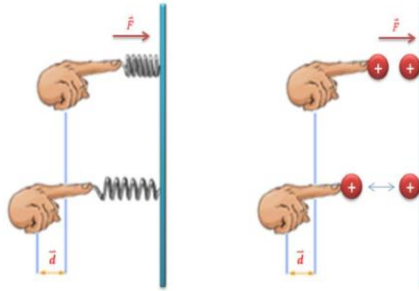
<p><b>Una gota de lluvia cayendo</b></p>  <p>¿Hay trabajo?, ¿Quién lo realiza?</p>	<p><b>Dos hombres sosteniendo cajas iguales</b></p>  <p>¿Realizan trabajo?, ¿Cuál de los dos realiza más trabajo?</p>	<p><b>Un hombre empujando un carro que no se mueve</b></p>  <p>¿Realiza trabajo?</p>
<p><b>Un cohete.</b></p>  <p>¿Hay trabajo?, ¿Quién lo realiza?</p>	<p><b>Mover un disco de hockey sobre una superficie sin fricción retornando al punto inicial.</b></p>  <p>¿Se realizó trabajo?</p>	<p><b>Un satélite que viaja a velocidad y altura constante.</b></p>  <p>¿Realiza trabajo?</p>
<p><b>Un vehículo que se desplaza por una autopista a velocidad constante.</b></p>  <p>¿Realiza trabajo?</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Es importante discutir con los estudiantes aspectos particulares en cada situación. Por ejemplo, si una persona sostiene una caja y se asume que no hay trabajo ¿por qué se cansa?</i></li> <li>• <i>Analizar el trabajo a partir del diagrama de fuerzas que actúan en el sistema.</i></li> </ul>		

**Actividad de Desarrollo:**

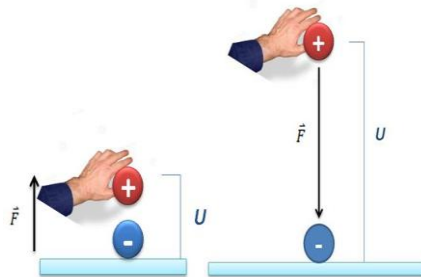
La actividad inicia con la indagación de los pre-conceptos que tienen los estudiantes sobre trabajo. Luego, de forma magistral y con la ayuda de diapositivas, se analizan las características del trabajo respecto a la fuerza y el desplazamiento y su relación con el cambio de energía mecánica en un sistema (teorema de energía y trabajo).

Se socializan los análisis realizados por los estudiantes sobre las situaciones presentadas en la actividad de ambientación. Se confrontan con las explicaciones dadas y se aclaran las dudas que se presenten.

Finalmente, se realiza un paralelo entre el trabajo mecánico y trabajo electrostático con una analogía que compara las propiedades mecánicas de un resorte con los conceptos de energía potencial y trabajo electrostático entre dos cargas eléctricas.

**Figura 4-3:** Analogía entre el trabajo mecánico y electrostático.

- Para acercar dos cargas de igual signo y magnitud de la misma forma en que se comprime un resorte es necesario realizar un trabajo y por consiguiente aplicar una energía, la misma que se libera cuando el trabajo finaliza, y tanto las cargas como el resorte buscan recuperar su estado natural.

**Figura 4-4:** Trabajo y energía potencial electrostática.

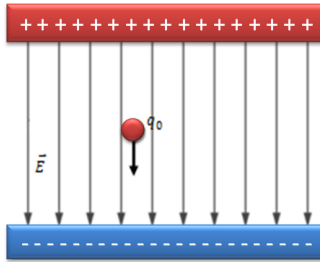
- Si se desea alejar dos cargas eléctricas de signo diferente, es necesario realizar un trabajo (una fuerza en contra de la fuerza electrostática de tipo atractiva) equivalente al cambio de energía potencial electrostática de la carga. Por consiguiente, cuando se libera la carga, la fuerza electrostática (atractiva) actúa sobre las cargas realizando trabajo para acercarlas, y se presenta nuevamente un cambio en la energía potencial del sistema.

**Actividad de Refuerzo:**

Los estudiantes deberán analizar dos situaciones de trabajo electrostático y responder unas preguntas.

**Situación 1:** Una carga eléctrica de prueba (positiva) se mueve en un campo electrostático uniforme producido por dos placas paralelas con diferente carga (como se muestra en la Figura 4-5).

**Figura 4-5:** Movimiento de una carga de prueba en campo electrostático constante.

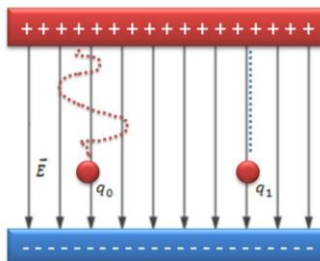


Si la carga se mueve en la dirección que indica la flecha (de positivo a negativo) responda las siguientes preguntas:

- ¿Se realiza trabajo?
- Si se realiza trabajo explique: ¿Qué agente lo realiza?, e indique si es positivo o negativo.
- Si se aplica una fuerza perpendicular al desplazamiento de la carga sin presentarse una alteración en la velocidad, se podría asegurar que el trabajo realizado por esta fuerza es igual a:

**Situación 2:** Dos cargas eléctricas de prueba (positivas) se desplazan con trayectorias diferentes a lo largo de un campo electrostático producido por dos placas paralelas con carga diferente.

**Figura 4-6:** Cargas eléctricas de prueba con trayectorias diferentes en un campo electrostático.



Con base en las trayectorias que recorren las dos cargas  $q_0$  y  $q_1$ , responda:

- ¿Qué características tendría el trabajo?, ¿Quién lo realiza?, ¿Es positivo o negativo?
- ¿El trabajo realizado por el campo eléctrico sobre las cargas es igual o diferente? ¿Por qué?
- ¿Qué sucederá con la energía potencial electrostática de las cargas eléctricas durante y al final del recorrido?

### 4.3.6 Sesión 6: Comprendamos qué es el Voltaje

**Contenidos de Aprendizaje:** Potencial electrostático y diferencia de potencial electrostático o voltaje.

**Objetivo:** Lograr que los estudiantes comprendan el concepto de voltaje como diferencia de potencial electrostático. En otras palabras, el trabajo por unidad de carga realizado por la fuerza electrostática cuando una UNIDAD de carga se desplaza de A a B o el cambio de energía potencial en un sistema al mover una carga de prueba  $q_0$  entre dos puntos (A, B).

**Logros esperados:** Se espera que los estudiantes analicen y se apropien de lo siguiente:

- Para acercar o alejar dos cargas eléctricas es necesario vencer las fuerzas de atracción o de repulsión que se genera por la interacción de las mismas. Para esto es necesario realizar un trabajo, y por consiguiente producir un cambio en la energía potencial electrostática de la carga.
- Cuando el campo es ocasionado por una carga puntual, la energía potencial electrostática  $U$  a una distancia  $r$  se expresa mediante la siguiente ecuación:  $U = \frac{kq_1q_2}{r}$ .
- Cuando dos cargas eléctricas tiene el mismo signo, la energía potencial electrostática decrece cuando se aleja y aumentan cuando se acercan. Por el contrario, cuando las cargas son de signos diferentes, la energía es mayor cuando la distancia que las separa tiende a infinito.
- El concepto de potencial electrostático hace referencia a la energía potencial por unidad de carga. En otras palabras, la energía potencial que hay entre una carga eléctrica y un punto cualquiera en el campo electrostático en donde se ubicara una carga de prueba.
- La unidad del potencial electrostático es joule sobre Coulomb (J/C), relación conocida como **Volt (V)** y su equivalencia es  $1V = 1 Volt = 1 \frac{Joule}{Coulomb}$ .
- El potencial puede expresarse en términos de energía o trabajo mediante la siguiente ecuación:  $\varphi = \frac{W}{q_0} = -\frac{\Delta U}{q_0}$ .
- El voltaje o diferencia de potencial electrostático es equivalente al trabajo por unidad de carga realizado por la fuerza electrostática cuando una UNIDAD de

carga se desplaza entre dos puntos del campo electrostático A a B. También puede definirse como el cambio de energía potencial en un sistema al mover una carga entre dos puntos.

- Al mover una carga de forma perpendicular al campo electrostático, el potencial es constante y en consecuencia, la diferencia de potencial, el voltaje y el trabajo electrostático son iguales a cero.
- Las áreas en donde el potencial electrostático no cambia se conocen como superficies o líneas equipotenciales.

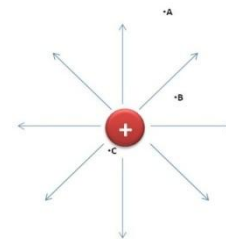
### Metodología:

#### Actividad de Ambientación:

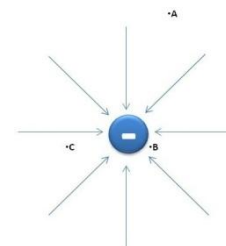
Se retoma el análisis realizado a las situaciones planteadas en la actividad de refuerzo de la sesión de trabajo anterior y se enfatiza particularmente en las características de la energía potencial de una carga de prueba respecto a una carga puntual fuente (positiva o negativa), un conjunto de cargas y un campo electrostático uniforme.

Se solicita a los jóvenes realizar un análisis cualitativo de la energía potencial electrostática ( $U = \frac{kq_1q_2}{r}$ ) de las siguientes situaciones:

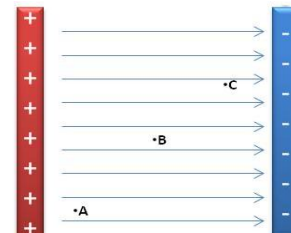
**Situación 1:** Se tiene una carga eléctrica puntual de signo positivo. Si se ubicara una carga de prueba (positiva) en los puntos A, B y C, determine en cuál de las tres posiciones la energía potencial electrostática es mayor.



**Situación 2:** Realice el mismo análisis de la situación anterior para una carga eléctrica puntual negativa.



**Situación 3:** Una carga eléctrica de prueba (positiva) se mueve en un campo electrostático producido por dos placas paralelas con diferente carga. Determine en cuál de los tres puntos (A, B y C) la energía potencial electrostática es mayor y menor.



Los jóvenes deberán argumentar sus respuestas y entregar por escrito los análisis realizados.



**Actividad de Desarrollo:**

Usando las situaciones propuestas en la actividad de ambientación (sobre el concepto de energía potencial electrostática), se desarrollan con los estudiantes los conceptos de potencial, diferencia de potencial electrostático o voltaje, y líneas equipotenciales. En el desarrollo de la actividad se enfatiza en la definición establecida para el voltaje desde el concepto de trabajo y el cambio de energía potencial electrostática por unidad de carga.

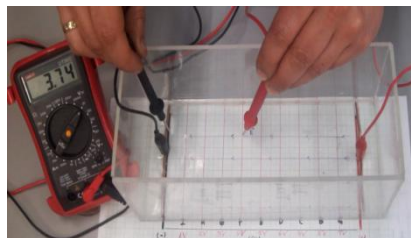
En la explicación el profesor podrá usar como herramientas de apoyo la simulación *Cargas y Campos* (la cual permite determinar el potencial electrostático respecto a una carga puntual o a un conjunto de cargas eléctricas) y la animación *Potencial y Diferencia de Potencial Electrostático*.

**Actividad de Refuerzo:**

Los estudiantes bajo la dirección del profesor, desarrollarán la práctica experimental titulada *Encontremos las líneas equipotenciales*, actividad que consiste en lo siguiente:

- Se conforman grupos de tres estudiantes, quienes contarán con un recipiente transparente (plástico o de vidrio), dos hojas milimetradas, un voltímetro, dos alambres de cobre, un par de caimanes conductores y una fuente de voltaje DC.
- Cada grupo deberá ubicar la hoja milimetrada debajo del recipiente transparente. Luego, pondrán los alambres de cobre en el interior del recipiente (en forma paralela) separados uno del otro aproximadamente 10cm.
- Se conectan los alambres de cobre a la fuente de voltaje (la cual debe estar graduada a  $\pm 10V$ ).
- Finalmente, se agrega al recipiente un poco de agua hasta que sumergir los alambres de cobre.

**Figura 4-7:** Implementación de la experimentación “Encontremos las líneas equipotenciales”



Se solicita a los jóvenes desarrollar (con la ayuda del multímetro) los puntos que se relacionan a continuación:

1. Dibuje en la segunda hoja milimetrada la ubicación de los alambres (tenga en cuenta la misma distancia).
2. Divida con líneas (a cada centímetro) el espacio que hay entre los alambres.
3. Marque con letras (a, b, c,...) cada una de las líneas trazadas.
4. Mida y registre el voltaje que hay entre dos puntos que se encuentra sobre una misma línea (realice el procedimiento varias veces en líneas y puntos diferentes).
5. Con base en el punto anterior responda. ¿Cuánto es el voltaje medido sobre una línea paralela a los alambres? y ¿Qué significa ese resultado?
6. Teniendo en cuenta la polaridad de los alambres y los resultados obtenidos en los puntos anteriores, establezca cuál es la dirección del campo eléctrico del sistema (dibuje con flechas sobre la hoja milimetrada)
7. Determine (con el multímetro) en qué puntos el voltaje es igual o aproximado a 0V, 1V, 2V, 3V, 4V, 5V, 6V, 7V, 8V y 9V respecto al alambre que está conectado a la polaridad negativa de la fuente.
8. Con colores diferentes dibuje cinco líneas equipotenciales y explique que características tienen.
9. Indique a cuánto equivaldría el trabajo necesario para mover una carga de prueba entre las siguientes relaciones de puntos (a y c, c y h, b y d, d y b, a y f, h y b).
10. Observe y explique qué sucede con el voltaje cuando se mide entre dos puntos iguales, pero con trayectorias diferentes.

Finalizando el desarrollo de la experimentación, el profesor aclarará las dudas existentes y discutirá con los estudiantes sobre el concepto de voltaje.

### **4.3.7 Sesión 7: Análisis de voltaje en circuitos eléctricos**

**Contenidos de Aprendizaje:** El voltaje en circuitos eléctricos serie y paralelo.

**Objetivo:** Plantear situaciones problémicas para que los estudiantes analicen y asocien el voltaje medido en circuitos eléctricos (serie y paralelo) con los conceptos de carga, fuerza, campo electrostático, energía y trabajo.

**Logros esperados:** A partir de la implementación de dos circuitos eléctricos sencillos y la obtención de los valores de voltaje en los elementos que los conforman, se espera que los estudiantes realicen los siguientes análisis:

- Cuando se conecta una fuente de voltaje a un circuito eléctrico, se genera en su interior un campo eléctrico que realiza trabajo sobre las cargas eléctricas, produciendo su movimiento (fenómeno conocido como corriente eléctrica).
- El voltaje es directamente proporcional al valor de la resistencia, lo cual significa que se presenta mayor variación del potencial eléctrico en resistencias más grandes. Esto significa que si una carga eléctrica se desplaza por dos resistencias, la variación de la energía potencial eléctrica será mayor en la resistencia más grande.
- El voltaje dentro de un conductor es prácticamente cero, debido a que la variación del potencial eléctrico es mínima.
- En un circuito eléctrico paralelo, se puede establecer que aún cuando las trayectorias y la velocidad de las cargas eléctricas en el circuito pueden ser diferentes, el cambio de energía para llevarlas del potencial mayor al más bajo es el mismo. Por consiguiente, el voltaje en un circuito paralelo es el mismo para cada uno de los elementos que lo conforman.

Además, se espera que el desarrollo de las actividades que complementa esta sesión de trabajo contribuya en la comprensión de:

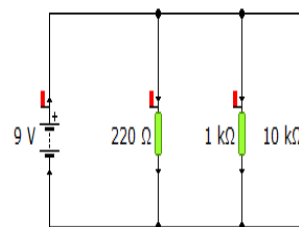
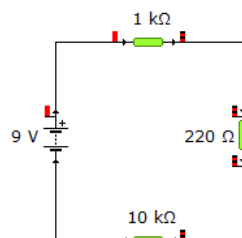
- Las características de la energía potencial eléctrica de las cargas en un circuito eléctrico.
- Los tipos de fuentes de voltaje y sus características.

### Metodología:

#### Actividad de Ambientación:

Se desarrolla con los estudiantes una práctica experimental, en donde se les solicita a los realizar lo siguiente:

- 1) Implementar en el protoboard<sup>1</sup> los siguientes circuitos eléctricos:



<sup>1</sup> El protoboard es una herramienta usada para la implementación y prueba de circuitos eléctricos.

- 2) Con la ayuda del multímetro obtenga los valores de resistencia y voltaje en cada uno de los elementos del circuito.
- 3) Realice un cuadro para cada circuito, en donde se organicen los valores medidos de voltaje y resistencia.
- 4) Analice y explique los resultados obtenidos del voltaje en cada resistencia según la definición establecida para éste (El voltaje es el trabajo realizado por la fuerza electrostática cuando una UNIDAD de carga se desplaza de A a B, o el cambio de energía potencial en un sistema al mover una carga de prueba  $q_0$  entre los puntos A y B).
  - ¿El voltaje medido en las resistencias es igual? ¿Por qué?
  - Si es diferente ¿En qué resistencia es mayor el voltaje? ¿Por qué?
  - ¿Qué relación se presenta entre el valor de la resistencia y el voltaje?
- 5) Explique en términos de energía potencial eléctrica el comportamiento del voltaje en los dos circuitos.

#### **Actividad de Desarrollo:**

De forma magistral se presenta y explica el funcionamiento de las fuentes *fem*, la definición establecida para la corriente y las características de la ley de ohm. Motivando la participación de los estudiantes, se realiza un análisis a los resultados obtenidos en la actividad de ambientación y se refuerza el concepto de voltaje mediante los conceptos desarrollados en la propuesta.

#### **Actividad de Refuerzo:**

Se realiza un repaso de los conceptos trabajados durante la propuesta, se solucionan y discuten las actividades virtuales desarrolladas, se analizan nuevamente las animaciones y los videos de las experimentaciones, para finalmente aplicar la prueba de cierre.

## 5 Análisis de resultados

Los resultados obtenidos a partir de los diferentes instrumentos de seguimiento y retroalimentación propuestos, fueron analizados cuantitativa y cualitativamente, mediante el uso de las rejillas presentadas en el apartado anterior. A continuación, se presentan los análisis de la prueba diagnóstica, de cierre y de la encuesta.

### 5.1 Análisis de la prueba diagnóstica

Se relacionan las preguntas planteadas en el diagnóstico y su respectivo análisis cuantitativo y/o cualitativo:

#### Pregunta 1

¿Qué fenómeno(s) se produce(n) entre el globo y las cintas de aluminio?, ¿Por qué se mueven las cintas?

**Tabla 5-1:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 1 (prueba diagnóstica).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL BASICO		NIVEL BASICO	
Reconoce el fenómeno originado entre el globo y las cintas, pero demuestra errores conceptuales en su explicación.		Reconoce algunos conceptos (electroestática, fuerza, carga eléctrica, entre otros) involucrados en la experimentación.		El estudiante reconoce y explica el fenómeno observado, empleando de forma adecuada términos precisos.	
17	59%	10	34%	2	7%

El 59% de los estudiantes se encuentra en nivel básico, dado que no existe una comprensión de la información, en sus explicaciones se manifiestan errores y/o vacíos conceptuales y en algunas pruebas no hay una respuesta a la pregunta (Un ejemplo de este tipo de respuestas, es presentado en la Figura 5-1).

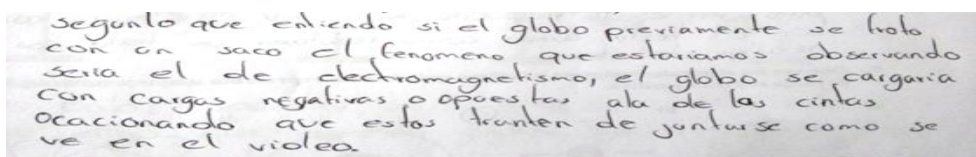
**Figura 5-1:** Respuesta del estudiante E18 a la pregunta 1.

el fenomeno que se ve es que al frotar el globo con un saco o con el cabello hace que las cintas se muevan o se atraigan

Esta respuesta evidencia que el estudiante sólo se basó en la observación realizada del video, llevando a cabo una descripción en donde no resuelve el interrogante formulado, ni incluye conceptos que permitan identificar los niveles de apropiación de la temática.

En el nivel intermedio se encuentra el 34% de los estudiantes, quienes frente a la información brindada en el video, identificaron y asociaron los conceptos de electrostática, fuerza, carga eléctrica y otros con la explicación de la experimentación observada. Un ejemplo es el caso del estudiante E8.

**Figura 5-2:** Respuesta del estudiante E8 a la pregunta 1.

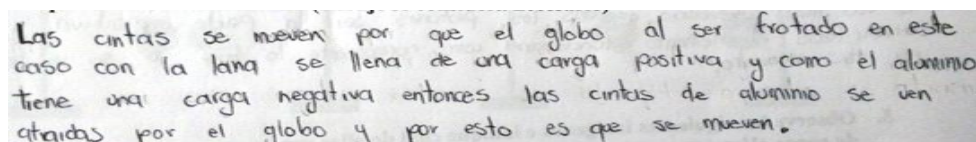


segundo que entiendo si el globo previamente se froto con un saco el fenomeno que estamos observando seria el de electromagnetismo, el globo se cargaria con cargas negativas o opuestas ala de las cintas ocasionando que estas tranten de juntarse como se ve en el video.

En el fragmento, el estudiante reconoce que el globo después de ser frotado adquiere una carga eléctrica neta diferente de cero y resalta que es ésta la responsable de la atracción producida entre las cintas y el globo, aun así, la respuesta presenta errores conceptuales al atribuir este fenómeno a un efecto de electromagnetismo y no de electrostática.

En el nivel avanzado se encuentran dos estudiantes que corresponde al 7% de la muestra. Ellos demostraron dominio sobre la temática y asociación de conceptos relacionados con la práctica observada (aunque realizan afirmaciones que podrían ser discutidas). Un ejemplo de dicha explicación se presenta en la Figura 5-3.

**Figura 5-3:** Respuesta del estudiante E7 a la pregunta 1.



Las cintas se mueven por que el globo al ser frotado en este caso con la lana se llena de una carga positiva y como el aluminio tiene una carga negativa entonces las cintas de aluminio se ven atraidas por el globo y por esto es que se mueven.

En esta respuesta, pese a que existe una confusión en cuanto a la carga obtenida en cada material, el estudiante establece una relación entre el fenómeno, las cargas eléctricas y las propiedades de la fuerza electrostática.

## **Pregunta 2**

En una escala 0 a 5, evalúe la relación de los conceptos escritos a continuación con lo observado en el video.

- Gravedad. ( ) -Campo gravitacional. ( ) -Energía. ( )  
 -Fuerza. ( ) -Carga eléctrica. ( )  
 -Campo eléctrico o ( ) -Electrostática ( )  
 electrostático.

El análisis de la pregunta 2 se llevo a cabo promediando las valoraciones dadas por cada uno de los estudiantes a los conceptos listados, como se observa en la Tabla 5-2.

**Tabla 5-2:** Promedio de las valoraciones planteadas por los estudiantes a la pregunta 2.

CONCEPTO	PROMEDIO
Electrostática	4.03
Campo eléctrico o electrostático	3.83
Carga eléctrica	3.79
Energía	3.59
Fuerza	3.10
C gravitacional	2.76
Gravedad	2.59

La organización de los conceptos permitió identificar que la mayoría de los estudiantes establecen una relación entre lo observado en el video y los fenómenos electrostáticos, aspecto que se hace evidente cuando le proporcionan mayor puntaje a términos como electrostática, carga eléctrica y campo electrostático. Es de destacar, que en esta pregunta, los estudiantes logran asociar dichos términos que no fueron tenidos en cuenta para la explicación de lo ocurrido entre el globo y las cintas metálicas.

### Pregunta 3

Escriba nuevamente una explicación de la experimentación observada usando los conceptos que usted seleccionó como los más relacionados.

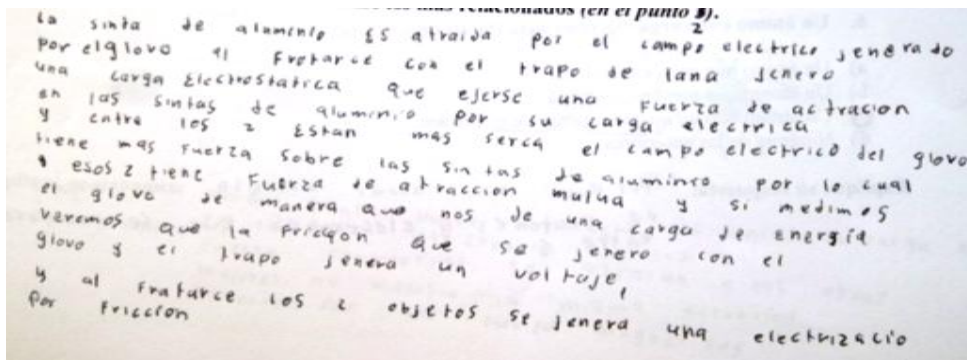
**Tabla 5-3:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 3 (prueba diagnóstica).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
Presenta dificultades y errores conceptuales en la explicación del fenómeno observado.		Emplea en la explicación conceptos de menor nivel de profundidad conceptual (fuerza y energía).		Reconoce y usa adecuadamente los conceptos asociados en el fenómeno electrostático.	
17	59%	10	34%	2	7%

Se puede observar que los resultados son iguales a los obtenidos en la pregunta 1. Por lo tanto, aun cuando los estudiantes usaron en la explicación solicitada conceptos específicos de la experimentación (los cuales ellos habían evaluado en la pregunta 2 como los más relacionados), esto no contribuyó a mejorar el nivel de conceptualización en sus explicaciones.

Sólo dos de las explicaciones dadas por los estudiantes pueden ser consideradas de nivel avanzado, debido a que en éstas se puede observar una descripción detallada del fenómeno electrostático y un manejo adecuado de los conceptos de carga eléctrica, electrostática, fuerza de atracción y campo eléctrico/electrostático. Evidencia de este nivel, es la respuesta del estudiante E6.

**Figura 5-4:** Respuesta del estudiante E6 a la pregunta 3.



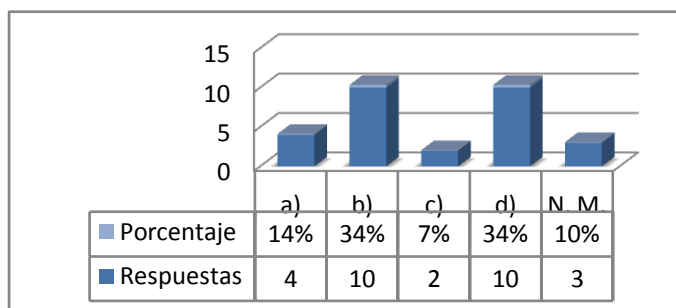
#### Pregunta 4

Complete la siguiente oración con las opciones que corresponden.

Cuando se frota un elemento contra otro se produce una electrización por fricción, el cual es un fenómeno en donde los cuerpos obtienen \_\_\_\_\_. Esto sucede cuando los \_\_\_\_\_ de los átomos de un material son \_\_\_\_\_ los átomos del otro, quedando un material con carga neta positiva y el otro con negativa.

- a) fuerza, neutrones, neutralizados con.
- b) carga eléctrica, electrones, transferidos a.
- c) carga eléctrica, protones, arrancados de.
- d) Electromagnetismo, electrones, transmitidos a.



**Figura 5-5:** Respuestas de la pregunta 4 prueba diagnóstica.**Análisis:**

Un 34% de de los estudiantes seleccionó la opción de respuesta correcta (*b*), lo que indica conocimiento de los conceptos indagados. Por otra parte, un porcentaje igual de jóvenes escogió la opción *d*, alternativa que coincidía con la respuesta correcta en dos de los tres términos, situación que pudo haber generado confusión en los estudiantes a la hora de responder y que a su vez demuestra debilidades conceptuales.

También, el análisis lleva a determinar que los estudiantes que marcaron las opciones *b* y *d* (correspondiente a un 68%) tienen mayor apropiación conceptual que el 21% restante que seleccionó las opciones *a* y *c*, dado que lograron asociar al proceso de electrización por fricción (método por el cual un material obtiene carga eléctrica neta) los términos electrones, transferidos y/o transmitidos.

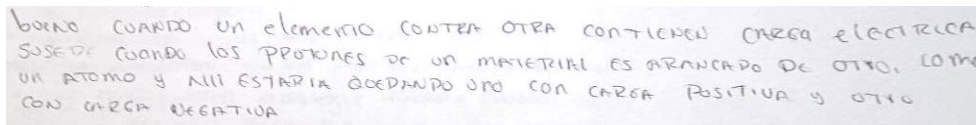
**Tabla 5-4:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 4 (prueba diagnóstica).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
No se observa asociación del concepto de carga eléctrica neta con la estructura atómica de los materiales.		Relaciona el concepto de carga eléctrica neta con la transferencia de electrones, pero presenta dificultades en su explicación.		Conocen y comprenden el concepto de carga eléctrica neta, e identifica la causa por la cual un átomo obtiene carga eléctrica diferente de cero.	
18	62%	10	34%	1	4%

El 62% de los estudiantes se encuentra en un nivel básico, ya que en sus explicaciones no se describe el concepto de carga eléctrica neta o se observan confusiones en sus explicaciones. Un ejemplo es la explicación dada por el estudiante E27, quién considera

que la carga eléctrica neta de un material es consecuencia de la transferencia de protones y no de electrones.

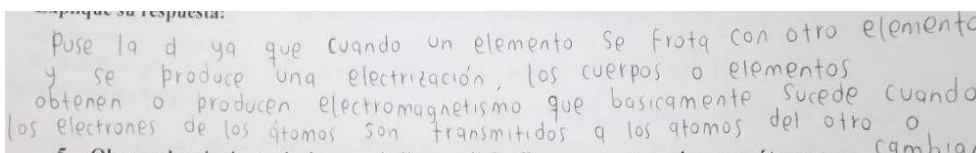
**Figura 5-6:** Respuesta del estudiante E27a la pregunta 4.



BUENO CUANDO UN ELEMENTO CONTRA OTRO CONTIENE CARGA ELÉCTRICA  
SUCEDE CUANDO LOS PROTONES DE UN MATERIAL ES ARRANCADO DE OTRO, COMO  
UN ÁTOMO Y ALLÍ ESTARÍA QUEDANDO OTRO CON CARGA POSITIVA Y OTRO  
CON CARGA NEGATIVA

En el nivel intermedio, los estudiantes reconocen que el concepto de carga eléctrica neta está relacionado con la transferencia de electrones entre los átomos de los materiales que son frotados, pero sus explicaciones presentan errores conceptuales. Un ejemplo es el estudiante E3 quién confunde el término carga eléctrica neta con la palabra electromagnetismo.

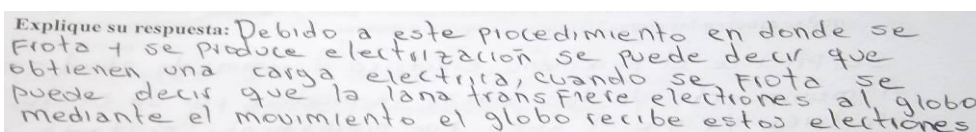
**Figura 5-7:** Respuesta del estudiante E3 a la pregunta 4.



Explicar su respuesta:  
Puse la d ya que cuando un elemento se frota con otro elemento  
y se produce una electrización, los cuerpos o elementos  
obtienen o producen electromagnetismo que básicamente sucede cuando  
los electrones de los átomos son transmitidos a los átomos del otro o  
cambian

Sólo el estudiante E5 presentó un nivel avanzado, debido a que en su explicación describe de forma más clara el proceso por el cual un elemento obtiene carga eléctrica neta diferente de cero.

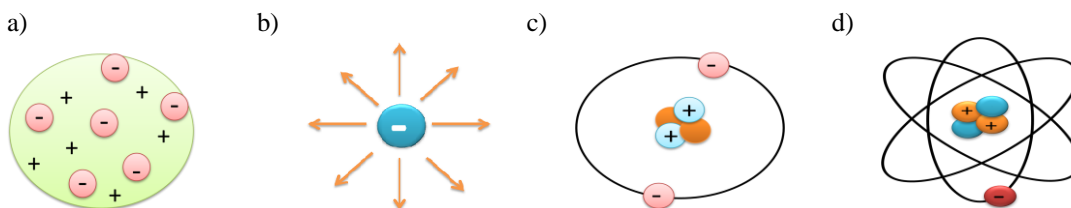
**Figura 5-8:** Respuesta del estudiante E5 a la pregunta 4.

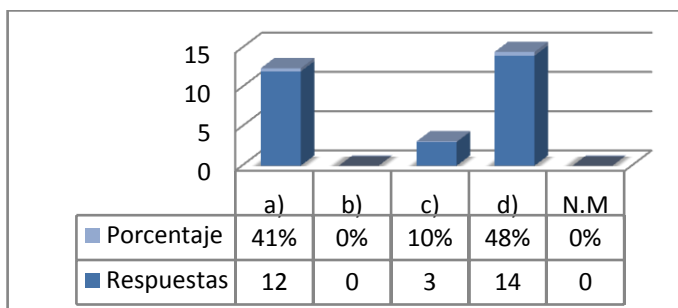


Explique su respuesta: Debido a este procedimiento en donde se  
frota y se produce electrización se puede decir que  
obtienen una carga eléctrica, cuando se frota se  
puede decir que la lana transfiere electrones al globo  
mediante el movimiento el globo recibe estos electrones.

### Pregunta 5

Observe las siguientes imágenes e indique cuál de ellas representa mejor a un átomo con carga eléctrica positiva (ión positivo).



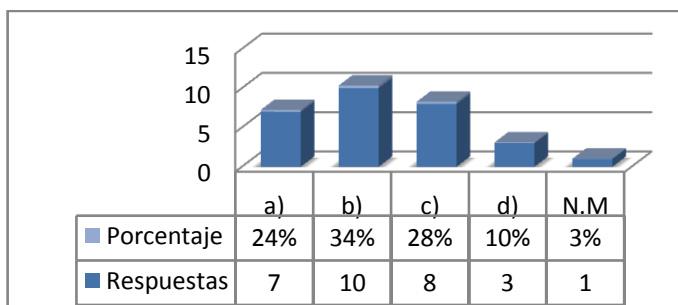
**Figura 5-9:** Respuestas de la pregunta 5 prueba diagnóstica.**Análisis:**

Los resultados muestran que el 48% de los estudiantes reconoció a la opción *d*, como el modelo atómico que mejor representa a un átomo con carga eléctrica neta positiva. Por el contrario, un 52% seleccionó las otras opciones como respuesta, lo que indica que no comprende el concepto de carga eléctrica neta positiva y su relación con el número de protones y electrones que conforman el átomo.

**Pregunta 6**

Un átomo con carga eléctrica neta (total) negativa (ión negativo) es:

- a) Un átomo que gana electrones.
- b) Un átomo que pierde electrones.
- c) Un átomo con un mismo número de elementos.
- d) Ninguna de las anteriores.

**Figura 5-10:** Respuestas de la pregunta 6 prueba diagnóstica.**Análisis:**

El 24% de los estudiantes contestó de forma correcta, porcentaje que es menor al obtenido en la pregunta anterior (48%) en donde también se indagaba sobre el concepto de carga eléctrica neta. Estos resultados demuestran que a nivel general no hay comprensión del concepto. Además, se puede considerar que el uso de imágenes en el

enunciado de la pregunta 5 ayudó para que los estudiantes contestaran de forma correcta, basándose únicamente en la imagen del átomo y no en el número de electrones y protones que lo conforma.

A continuación, se realiza análisis en conjunto de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de las preguntas 5 y 6, debido a que en las dos se indaga sobre el mismo concepto.

**Tabla 5-5:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de las preguntas 5 y 6 (prueba diagnóstica).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
Tiene ideas equivocadas sobre la estructura atómica y/o presenta dificultades para explicar el concepto de carga eléctrica neta.		Reconoce un modelo atómico, pero no asocia que la carga eléctrica neta de un átomo es atribuida al exceso o carencia de electrones.		Identifica el modelo que mejor representa a un átomo y comprende que la carga eléctrica neta es consecuencia del exceso o carencia de electrones.	
24	83%	2	7%	3	10%

El 83% de los estudiantes se encuentra en un nivel básico, debido a que algunas de sus explicaciones muestran desconocimiento de la estructura atómica (no se reconoce que el núcleo atómico está compuesto por los protones y neutrones, y que son los electrones los que se encuentran externos) y poca apropiación del concepto de carga eléctrica neta. En este nivel, algunos estudiantes asumen que cuando un átomo pierde electrones su carga eléctrica neta es negativa y no viceversa, y consideran que es más factible que un átomo pierda o ceda protones y no electrones como en realidad sucede.

**Figura 5-11:** Respuesta del estudiante E20 a la pregunta 6.

*Explique su respuesta: por que el atomo al perder protones los remplaza con mas electrones. y se crea una carga electrica negativa.*

En el nivel intermedio, los estudiantes reconocen que la carga eléctrica neta es consecuencia de la transferencia de electrones, pero sus explicaciones son limitadas en comparación con las dadas en el nivel avanzado. En la Figura 5-12 se observa la respuesta dada por el estudiante E12, la cual es considerada de nivel avanzado por la claridad y apropiación conceptual que demuestra.

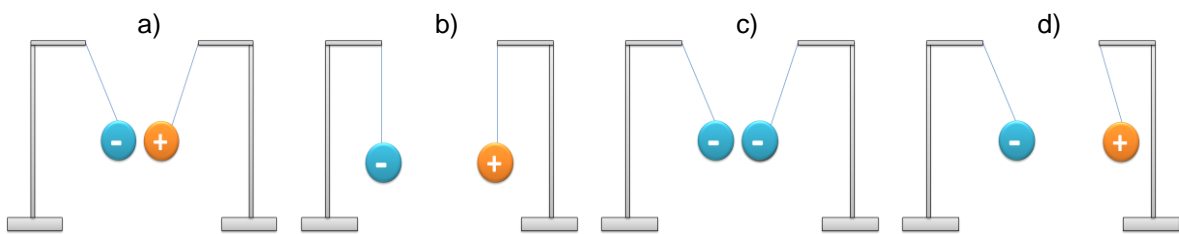
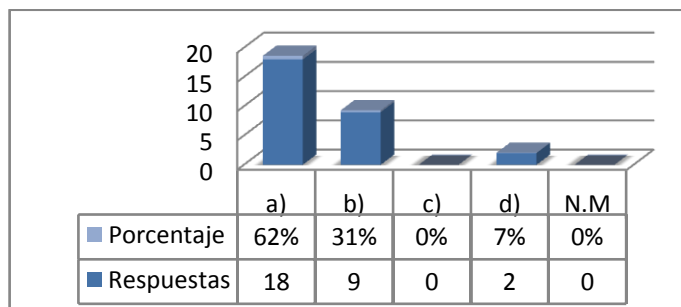
**Figura 5-12:** Respuesta del estudiante E12 a la pregunta 6.

Cuando se dice que hay un átomo con carga eléctrica positiva es porque tiene más protones que electrones así como lo podemos ver en el (d)

Por que se dice que cuando hay dos átomos que se unen y uno de ellos recibe un electron sería porque se convertiría en un átomo de carga negativa ya que tiene más electrones que protones

**Pregunta 7**

Observe e indique cual de las imágenes es la correcta.

**Figura 5-13:** Respuestas de la pregunta 7 prueba diagnóstica.**Análisis:**

El 62% de los estudiantes contestó de forma adecuada a la pregunta realizada, identificando que dos cargas eléctricas de diferente signo generan una fuerza de atracción mutua, de esta forma, se puede evidenciar que hay conocimiento de las propiedades de la fuerza electrostática que se produce entre dos cargas eléctricas. Por otra parte, un 31% de los estudiantes seleccionó equivocadamente la opción *b*, lo que quizás fue consecuencia de no haber entendido la pregunta y las imágenes que representaban dos cargas eléctricas. Asimismo, se puede atribuir este resultado al desconocimiento y la poca apropiación conceptual que tienen los jóvenes sobre el tema.

**Tabla 5-6:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 7 (prueba diagnóstica).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
Desconoce las propiedades de la fuerza electrostática y/o presenta errores conceptuales en su explicación.		Reconoce que dos cargas eléctricas de diferente signo producen una fuerza electrostática que las atrae, pero se le dificulta explicarlo.		Explica con claridad el tipo de fuerza electrostática producida por cargas eléctricas de signos iguales o diferentes.	
15	52%	8	27%	6	21%

Aunque la mayoría de los estudiantes respondió de forma correcta la pregunta planteada, el análisis realizado a sus explicaciones arrojó como resultado que un 52% de los estudiantes, tiene errores conceptuales relacionados con las características de la fuerza electrostática producida por cargas eléctricas con signos iguales o diferentes. Un ejemplo es el caso del estudiante E24, quién selecciona la opción adecuada pero al argumentar su respuesta se observa una explicación incoherente.

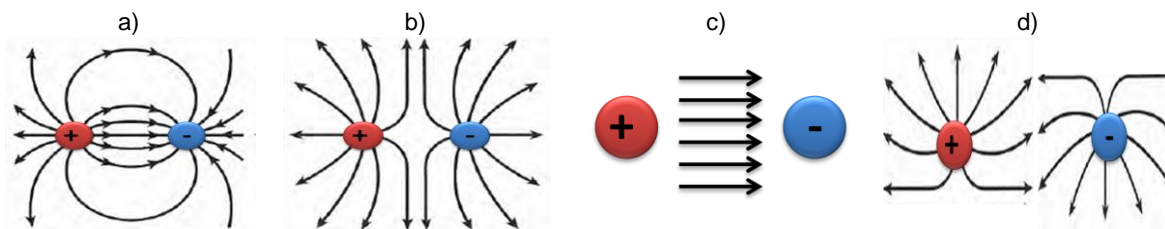
**Figura 5-14:** Respuesta del estudiante E24 a la pregunta 7.

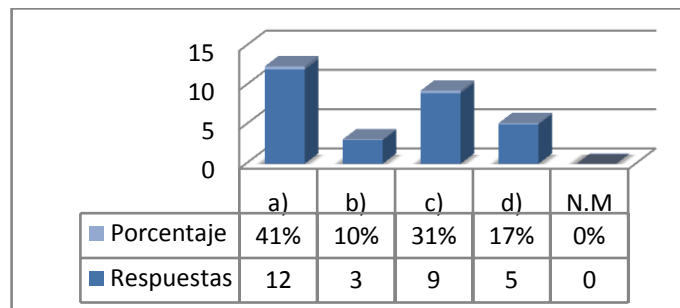
*por pensaria yo que la respuesta es la (Δ) por que casi siempre los signos - + nunca se an unido por eso pienso yo que podria ser esa la pregunta.*

Las justificaciones dadas por seis estudiantes fueron consideradas de nivel avanzado, porque presentaban de forma textual, clara y detallada algunas de las características de la fuerza electrostática producida por la interacción de dos cargas eléctricas.

**Pregunta 8**

Indique cual de las opciones representa mejor la relación entre las dos cargas eléctricas.



**Figura 5-15:** Respuestas de la pregunta 8 prueba diagnóstica.**Análisis:**

Doce estudiantes (41%) contestaron adecuadamente al seleccionar la opción a. Ellos identificaron las líneas de campo electrostático producidas por dos cargas eléctricas de diferente signo, mientras que un 31% seleccionó la opción c, asumiendo que las flechas indicaban el movimiento de la carga eléctrica positiva cuando se acercaba a una carga eléctrica negativa (relacionando su respuesta con la pregunta 7).

**Tabla 5-7:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 8 (prueba diagnóstica).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
Su explicación da muestra de desconocimiento del concepto de campo electrostático		Relaciona las líneas de campo con el concepto de fuerza electrostática, pero sus explicaciones no profundizan en el concepto de campo electrostático.		Comprende y expresa que las imágenes son la representación del campo electrostático producido por dos cargas eléctricas diferentes.	
20	69%	9	31%	0	0%

El 69% de los estudiantes presentó un nivel básico, debido a que sus respuestas dan muestra de las dificultades que tuvieron al momento de seleccionar una de las opciones, en algunos casos los jóvenes expresaron no saber cómo explicar e incluso que su respuesta se daba por descarte.

Por el contrario, el 31% restante de las respuestas dadas por los estudiantes son consideradas de nivel intermedio, ya que reconocen a la opción seleccionada, como la mejor representación de la fuerza electrostática de atracción que se genera entre dos cargas eléctricas diferentes. Un ejemplo en este nivel es la argumentación dada por el estudiante E5, en donde textualmente se expresa el término *campo eléctrico*, pero al

mismo tiempo se observa un error conceptual al atribuirle al protón carga eléctrica negativa.

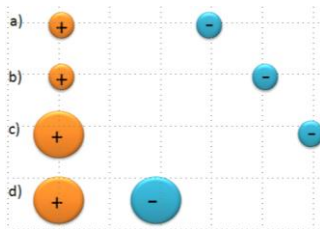
**Figura 5-16:** Respuesta del estudiante E5 a la pregunta 8.

*Explique su respuesta: Al recibir carga eléctrica<sup>d)</sup> negativa del protón se produce un campo eléctrico y esto hace que busquen unirse*

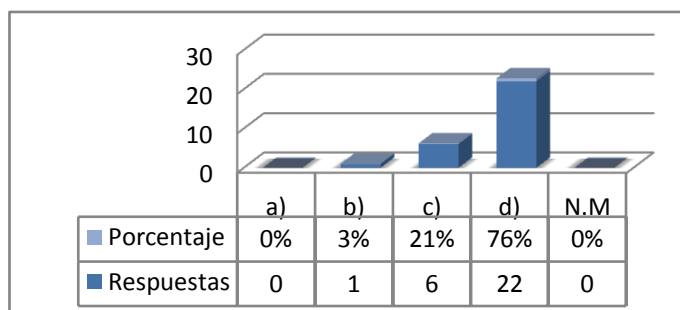
El análisis realizado a las explicaciones dadas en pregunta 8, permiten determinar que los estudiantes no manejan el concepto de campo eléctrico/electrostático.

### Pregunta 9

En la imagen se pueden observar cuatro *casos independientes* que relacionan una carga eléctrica positiva y una negativa, las cuales son diferentes en magnitud y en la distancia de separación. ¿En cuál de las cuatro relaciones se observara una interacción más fuerte que en las demás?



**Figura 5-17:** Respuestas de la pregunta 9 prueba diagnóstica.



### Análisis:

El análisis realizado muestra que un 76% de los estudiantes respondió adecuadamente al escoger la respuesta *d*, lo cual evidencia que relacionaron la magnitud de las cargas eléctricas y la distancia de separación como factores determinantes en su interacción. Este análisis es fundamental para entender el concepto de fuerza electrostática y sus propiedades (Ley de Coulomb).

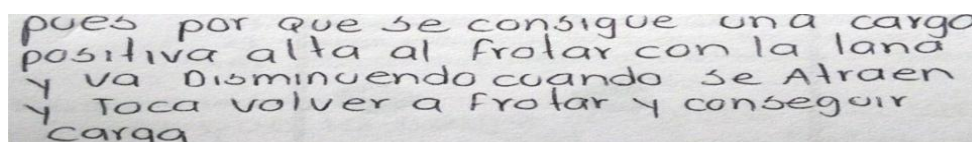


**Tabla 5-8:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 9 (prueba diagnóstica).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
No asocia que la magnitud de la fuerza electrostática depende de la magnitud y distancia entre las cargas eléctricas.		Reconoce algunos aspectos que determina la magnitud de la fuerza electrostática entre dos cargas eléctricas.		Comprende y explica con claridad las propiedades de la fuerza electrostática (ley de Coulomb)	
12	41%	17	59%	0	0%

Las explicaciones dadas por trece estudiantes son consideradas de nivel básico, puesto que en éstas se observa poca comprensión, análisis limitados a los fenómenos electrostáticos, uso de términos y conceptos inadecuados, o no se responde a la interrogante. Un ejemplo del nivel básico se presenta en la Figura 5-18.

**Figura 5-18:** Respuesta del estudiante E22 a la pregunta 9.



pues por que se consigue una carga positiva alta al frotar con la lana y va disminuyendo cuando se atraen y toca volver a frotar y conseguir carga

En el fragmento se observa que el estudiante justificó su respuesta relacionando la pregunta con el video observado (en donde se mostraba como un globo obtenía carga eléctrica negativa, luego de ser frotado con un trozo de lana), pero no realizó un análisis a la situación planteada. En cambio, un 59% de las explicaciones dadas son consideradas de nivel intermedio, ya que relacionaron parte de los planteamientos determinados en la ley de Coulomb (la cual establece que la magnitud de la fuerza electrostática es proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia).

En la mayoría de las explicaciones de nivel intermedio, se evidencia reconocimiento de la relación inversamente proporcional de la fuerza y la distancia, expresando que la interacción entre las dos cargas era mayor debido a que se encontraban más cerca. Asimismo, un porcentaje menor de estudiantes argumentó su respuesta diciendo que la interacción debía ser mayor por el tamaño “magnitud” de las cargas eléctricas. En la figura 5-19 se presenta la argumentación dada por el estudiante E8, considerada de nivel intermedio.

**Figura 5-19:** Respuesta del estudiante E8 a la pregunta 9.

Por que tienen el mismo tamaño y está mucho más cerca que las demás.

**Pregunta 10**

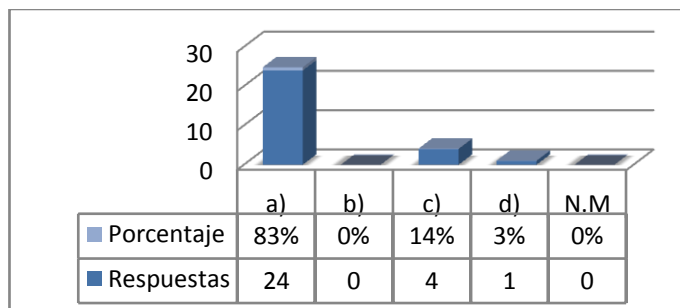
Observe las siguientes imágenes y responda ¿Se está realizando trabajo a nivel macroscópico?, ¿Quién lo realiza?

- a) Si, el montacargas.
- b) No.
- c) Si, la gravedad.
- d) Si, ninguno

**TENER LEVANTADA UNA CAJA**



**Figura 5-20:** Respuestas de la pregunta 10 prueba diagnóstica.



**Análisis:**

Ninguno de los estudiantes seleccionó la opción correcta (b), en contraste con el 83% que escogió la opción a y el 14% que se decidió por la opción c, de este modo, se puede apreciar que los estudiantes relacionan el concepto de trabajo únicamente con la acción de realizar una fuerza y no con el desplazamiento o cambio de energía mecánica.

**Tabla 5-9:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 10 (prueba diagnóstica).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
No se observa asociación entre los conceptos de trabajo, fuerza y desplazamiento o no se responde la pregunta.		Reconoce únicamente a la fuerza como factor que determina un trabajo realizado, e identifica quién lo realiza.		Identifica que el concepto de trabajo está asociado con el producto de la fuerza y el desplazamiento, y establece quién realiza trabajo.	
1	3%	28	97%	0	0%

El 97% de las explicaciones realizadas por los estudiantes evidencia que al analizar el concepto de trabajo únicamente se tienen en cuenta si se está aplicando una fuerza sobre un objeto y quién la realiza, pero conceptualmente se desconoce que el trabajo es proporcional al desplazamiento del objeto al cual se le está realizando trabajo.

La mayoría de estudiantes (90%) expresaron que en la imagen se estaba realizando trabajo y quién lo hacía era el señor. Sin embargo, tres jóvenes en su explicación indicaron que el señor no estaba realizando ningún trabajo y quién lo hacía era la gravedad. Estas explicaciones son consideradas de nivel intermedio, porque en ellas los estudiantes identifican que la gravedad realiza una fuerza y por consiguiente también puede realizar un trabajo. Un ejemplo de este nivel se presenta en la Figura 5-21.

**Figura 5-21:** Respuesta del estudiante E12 a la pregunta 10.

*Porque mientras que el señor esta levantando la caja la gravedad esta haciendo el trabajo de atraerla hacia el suelo*

Ninguna de las explicaciones dadas por los estudiantes puede ser considerada de nivel avanzado, situación que evidencia poco manejo del concepto de trabajo.

### Pregunta 11

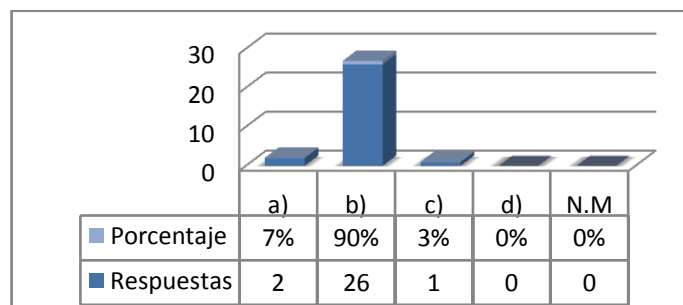
Observe las siguientes imágenes y responda ¿Se está realizando trabajo neto?, ¿Quién lo realiza?

- a) Si, la gravedad.
- b) Si, el señor.
- c) Si, la fricción del aire.
- d) No

### LEVANTAR UNA MALETA DEL SUELO



**Figura 5-22:** Respuestas de la pregunta 11 prueba diagnóstica.



**Análisis:**

La mayoría de los estudiantes respondió de forma correcta cuando establecieron que en la situación sí se estaba realizando trabajo y quién lo hacía era el señor. Este resultado permite determinar que los estudiantes identifican que el agente que realiza la fuerza a su vez es el que realiza el trabajo.

**Pregunta 12**

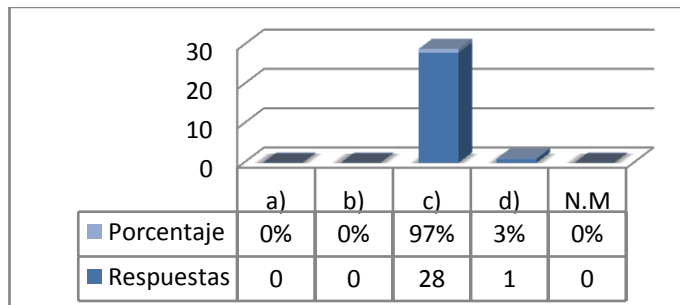
Observe las siguientes imágenes y responda ¿Se está realizando trabajo?, ¿Quién lo realiza?

- a) No
- b) Si, La mano.
- c) Si, la gravedad.
- d) No, el aire.

**UN VASO CAYENDO**



**Figura 5-23:** Respuestas de la pregunta 12 prueba diagnóstica.



**Análisis:**

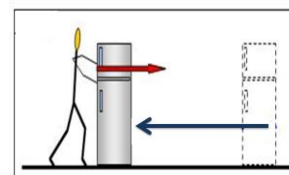
El 97 % de los estudiantes seleccionó la opción correcta, comportamiento similar a las respuestas dadas para la pregunta 11, la cual indagaba sobre los mismos aspectos del concepto de trabajo, pero presentando un ejemplo diferente.

**Pregunta 13**

Observe las siguientes imágenes y responda ¿Se realiza trabajo sobre la nevera?, ¿Quién lo realiza?

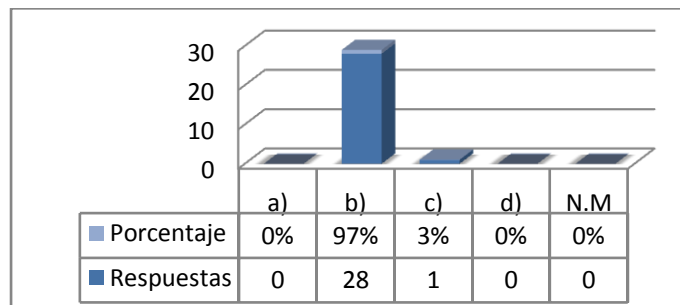
**EMPUJAR PARA LLEVAR Y DEVOLVER AL MISMO LUGAR UNA NEVERA**

- a) No
- b) Si, la persona.
- c) Si, el suelo.



d) Si, nadie.

**Figura 5-24:** Respuestas de la pregunta 13 prueba diagnóstica.



**Análisis:**

Con esta pregunta se buscaba conocer si los estudiantes asociaban el concepto de trabajo con el desplazamiento. Sin embargo, la pregunta presenta errores de diseño al no tener en cuenta la fricción en el sistema. Por esta razón, en los anexos se realizara corrección en la pregunta. Aún así, se evidencia que los jóvenes no conocen el concepto de trabajo y sus características y basan sus análisis únicamente en la fuerza que se le aplica a un objeto.

Dado que las preguntas 11, 12 y 13 indagan sobre el conocimiento que tienen los estudiantes de las características del concepto de trabajo, se realiza un análisis en conjunto de las explicaciones.

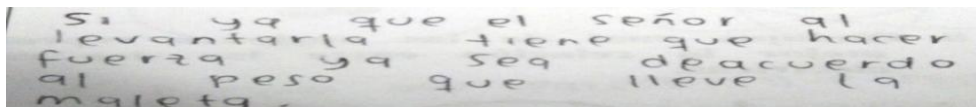
**Tabla 5-10:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de las preguntas 11, 12 y 13 (prueba diagnóstica).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
No se puede determinar si hay conocimiento del concepto de trabajo o se presentan errores conceptuales.		Reconoce que el agente que realiza la fuerza es quién realiza trabajo, pero en la explicación no establece relación con el desplazamiento.		Identifica que el concepto de trabajo está asociado con el producto entre la fuerza y el desplazamiento, y establece quién realiza trabajo.	
9	31%	20	69%	0	0%

Las respuestas dadas por los estudiantes se encuentran distribuidas en el nivel básico y nivel intermedio, debido a que ninguna de éstas permite establecer claridad y apropiación del concepto de trabajo. El 31% de las explicaciones no presentan un análisis al interrogante, ni asociación de conceptos como fuerza y desplazamiento. Por el contrario,

un 69% establece que el trabajo es producto de una fuerza aplicada y por esta razón son consideradas de nivel intermedio. La Figura 5-25 muestra una explicación considerada de nivel intermedio.

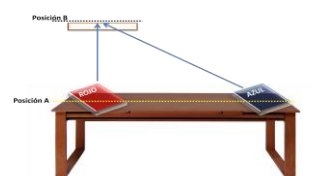
**Figura 5-25:** Respuesta del estudiante E12 a la pregunta 12.



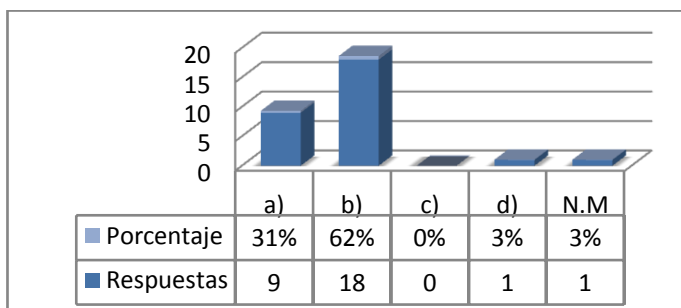
### Pregunta 14

Se tienen dos libros iguales sobre un escritorio (Posición A) y se desean colocar sobre una repisa en la parte superior (Posición B), si se mueven en la trayectoria en que se indica. Se puede afirmar que respecto a la posición A:

- a) está realizando el mismo trabajo sobre cada uno de ellos.
- b) El trabajo realizado sobre el libro azul es mayor.
- c) El trabajo realizado sobre el libro rojo es mayor.
- d) No se realiza trabajo.



**Figura 5-26:** Respuestas de la pregunta 14 prueba diagnóstica.



### Análisis:

Un 62% de los estudiantes consideró que el trabajo realizado sobre el libro azul es mayor que el realizado sobre el libro rojo, lo cual demuestra que los estudiantes no asocian el concepto de trabajo con el cambio de energía potencial, esto a su vez puede obedecer a la poca claridad y conocimiento que tienen los jóvenes de los dos conceptos. En contraste, un 31% de los jóvenes consideran que el trabajo es el mismo y que el trayecto recorrido por los libros no es determinante en el trabajo realizado sobre estos.

**Tabla 5-11:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 14 (prueba diagnóstica).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
No se puede determinar si hay conocimiento del concepto de trabajo o se presentan errores conceptuales.		Responde de forma adecuada pero reconoce únicamente a la fuerza como la responsable del trabajo.		Identifica que el concepto de trabajo está asociado con el cambio de energía potencial y/o cinética.	
19	65%	10	35%	0	0%

El 65% se clasifica en el nivel básico, ya que las explicaciones dadas carecían de análisis respecto a la pregunta planteada, en donde se buscaba establecer si los jóvenes asocian el concepto de trabajo con el cambio de energía potencial. Sólo un 10% reconoció que el trabajo debía ser el mismo, pero sus explicaciones son limitadas y llevan a concluir que el análisis realizado por los jóvenes al concepto de trabajo se limita únicamente a la fuerza que se aplica a un elemento y no se relaciona con el cambio de energía mecánica en el sistema. Un ejemplo del nivel intermedio se presenta en la Figura 5-27.

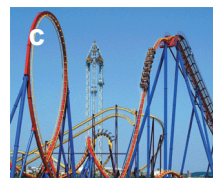
**Figura 5-27:** Respuesta del estudiante E21 a la pregunta 14.

Explique su respuesta: *¡A por que los dos libros están iguales y se desea cambiar a una misma posición se estaría haciendo un mismo trabajo*

En la imagen se puede apreciar que el estudiante E21 considera que se realiza el mismo trabajo para mover los libros de la posición A a la B, pero aunque la respuesta es correcta, ésta no permite determinar a profundidad el conocimiento que tiene el estudiante sobre el concepto.

### Pregunta 15

Asocie cada uno de los términos listados con las imágenes y explique por qué las decide relacionarlas de esa forma.





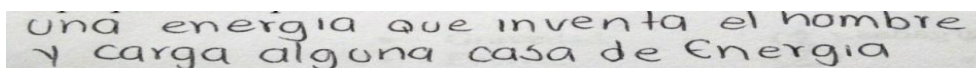
Energía Electrostática - ( )                      Energía Eólica ) - ( )  
 Energía (Cinética y potencial) - ( )                      Energía Térmica ) - ( )

**Tabla 5-12:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 15 (prueba diagnóstica).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
Presenta dificultades al explicar el concepto de energía y sus diferentes manifestaciones.		Reconoce los diferentes tipos de energía e identifica algunas de sus características.		Demuestra conocimiento del concepto de energía y sus manifestaciones.	
18	62%	10	34%	1	4%

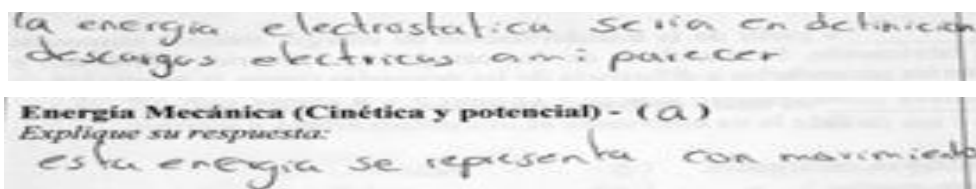
El 62% de las explicaciones son consideradas de nivel básico, debido a que en éstas no se logra determinar el nivel conceptual de los estudiantes acerca del concepto de energía y sus diferentes manifestaciones. En este nivel, se observan explicaciones sin sentido, concepciones equivocadas y desconocimiento de los tipos de energía. La Figura 5-28 presenta un ejemplo de respuesta de nivel básico.

**Figura 5-28:** Respuesta del estudiante E22 a la pregunta 15.



En el fragmento se puede apreciar que el estudiante considera que la energía es un invento del hombre para cargar un elemento, situación que demuestra la presencia de juicios equivocados acerca de este concepto. En el nivel intermedio, las explicaciones demuestran conocimiento de los diferentes tipos de energía, pero no se profundiza o se detalla sobre el concepto. Las respuestas del estudiante E8, es un ejemplo de este nivel.

**Figura 5-29:** Respuesta estudiante E22 a la pregunta 15.



Apenas una de las explicaciones (4%) es considerada de nivel avanzado, ya que en ésta el estudiante identifica, asocia de forma correcta las opciones y explica el concepto de energía.



### Pregunta 16

Explique qué sucede en el interior del circuito para que el led y la calculadora funcionen gracias al limón y los alambres.

**Tabla 5-13:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 16 (prueba diagnóstica).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
Se le dificulta o no explica la respuesta dada a la pregunta.		Únicamente identifican que el limón junto a los alambres se comporta como una batería que suministra energía.		Comprende que el limón junto a los alambres se comportan como una batería y asocia en su explicación conceptos de electrostática.	
14	48%	14	48%	1	4%

El 48% de los estudiantes presentó dificultades o no respondió la pregunta realizada, en sus explicaciones se observa desconocimiento del funcionamiento de los circuitos eléctricos, poco análisis y falta de asociación con los conceptos de electrostática, energía y trabajo y por esta razón, son consideradas de nivel básico. Así mismo, un porcentaje igual de respuestas (48%) son consideradas de nivel intermedio, ya que en éstas los jóvenes indican que el circuito funciona gracias a la energía producida por el limón y los alambres.

Aun cuando las explicaciones en el nivel intermedio son limitadas y de poca profundización, se observa asociación del funcionamiento de los circuitos eléctricos con el concepto de energía. Un ejemplo es la respuesta del estudiante E18.

**Figura 5-30:** Respuesta del estudiante E18 a la pregunta 16.

Por que al utilizar el limon y el alambre podemos generar energia y asi hacer funcionar las cosas

Sólo la respuesta dada por el estudiante E21 (Figura 5-31) es considerada de nivel avanzado. En esta explicación se aprecia que el joven comprende que el circuito eléctrico funciona gracias a la energía química contenida en el limón y los alambres. Además, reconoce que el funcionamiento de los elementos conectados al circuito está asociado con el concepto de carga eléctrica.

**Figura 5-31:** Respuesta del estudiante E21 a la pregunta 16.

En definición podría decir que sería energía química que usando alambre dulce y cobre se puede accionar creando cargas positivas y negativas alrededor de los elementos

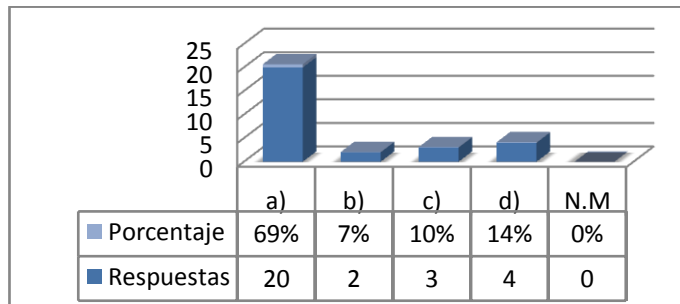
**Pregunta 17**

Un circuito eléctrico está compuesto por elementos que cumplen diferentes funciones los cuales se dividen en generadores, conductores, elementos de control y receptores o carga.

Teniendo en cuenta los elementos que componen un circuito y lo observado en el video, indique ¿En cuál de estas categorías podría ubicarse al limón y los alambres?

- a) Generadores y conductores.
- b) Elementos de control.
- c) Receptores.
- d) Generadores.

**Figura 5-32:** Respuestas de la pregunta 17 prueba diagnóstica.



**Análisis:**

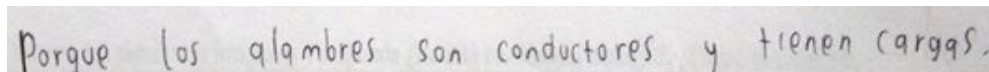
Sólo un 14% contestó de forma correcta la pregunta, mientras que el otro 86% de los estudiantes seleccionó de forma equivocada las demás opciones. Estas respuestas, llevan a determinar que los jóvenes desconocen el funcionamiento de las baterías eléctricas, las cuales suministran energía eléctrica a partir de la transformación de energía química contenida en los materiales usados en su fabricación (en este caso puntual, el cobre, el zinc y el jugo de limón que actúa como electrolito).

**Tabla 5-14:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 17 (prueba diagnóstica).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
Desconoce el funcionamiento de las fuentes de voltaje (conjunto limón y alambres)		Identifican algunos aspectos del funcionamiento del limón y los alambres en el circuito.		Identifica que en conjunto, el limón y los alambres cumplen la función de generador eléctrico o fuente de voltaje	
10	34%	18	62%	1	4%

El análisis realizado a las explicaciones, permite determinar que el 34% de los estudiantes no conoce la clasificación y el funcionamiento de los elementos que conforman un circuito eléctrico, y tampoco reconocen que el elemento que suministra energía es considerado generador eléctrico (en este caso el limón y los alambres de cobre y zinc). De esta forma, sus explicaciones no permiten determinar comprensión a la pregunta realizada. Un ejemplo del nivel básico es presentado en la Figura 5-33.

**Figura 5-33:** Respuesta del estudiante E3 a la pregunta 17.

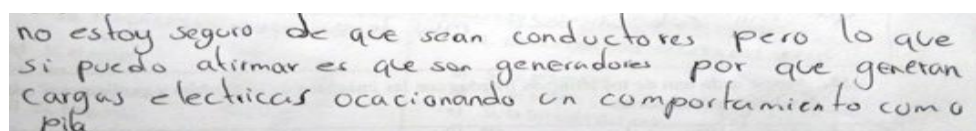


Porque los alambres son conductores y tienen cargas.

En las explicaciones de nivel intermedio (62%) los estudiantes reconocen que el generador eléctrico en un circuito es el que suministra energía, pero al igual que los resultados obtenidos en la pregunta de selección múltiple, se observa desconocimiento del funcionamiento de las fuentes de voltaje (de origen químico).

Sólo uno de los cuatro estudiantes que contestó correctamente realiza un análisis en donde afirma que el conjunto de los elementos de la experimentación (pila orgánica) se comporta como el generador del circuito y que su comportamiento es similar al de una pila. Además, expresa que estos elementos generan cargas eléctricas, descripción que no puede considerarse errada ya que un generador electroquímico produce una corriente eléctrica en el circuito, la cual a su vez es considerada como un movimiento de cargas eléctricas.

**Figura 5-34:** Respuesta del estudiante E21 a la pregunta 17.



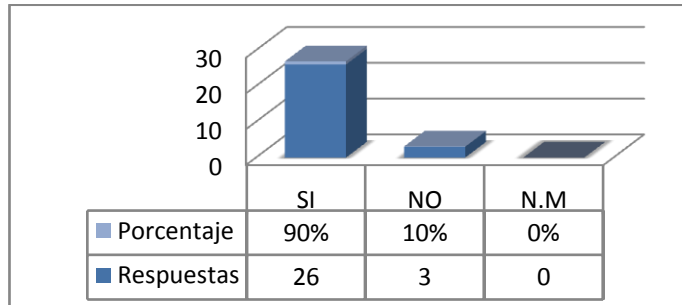
no estoy seguro de que sean conductores pero lo que si puedo afirmar es que son generadores por que generan cargas electricas ocasionando un comportamiento como pila

**Pregunta 18**

Analizando los dos videos observados, ¿considera usted hay relación en ellos?

Si \_\_\_\_ ¿Por qué?                      No \_\_\_\_ ¿Por qué?

**Figura 5-35:** Respuestas de la pregunta 19 prueba diagnóstica.



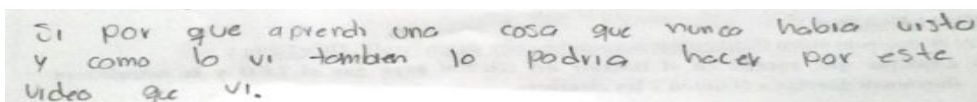
El 90% de los estudiantes considera que los conceptos mencionados en los videos *Electrostática Divertida* y *La Pila Orgánica* están relacionados, pero solo el análisis a las explicaciones dadas por ellos permite determinar el tipo de asociación conceptual.

**Tabla 5-15:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 19 (prueba diagnóstica).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
No evidencia una relación de las temáticas trabajadas en los videos y/o presenta errores conceptuales.		Reconoce una relación entre los conceptos trabajados en los videos, pero su análisis es limitado.		Establece una relación entre los conceptos de electroestática, voltaje y corriente y la explica de forma coherente.	
7	24%	22	76%	0	0%

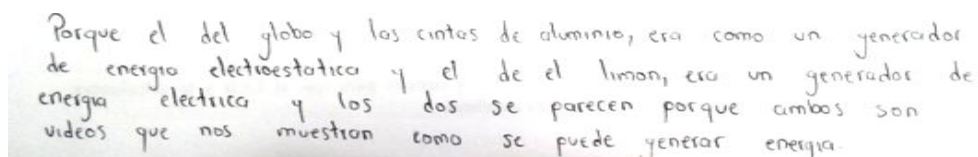
El 24% de las explicaciones son consideradas de nivel básico, debido a que en éstas los estudiantes expresan no encontrar relación entre los videos (*Electrostática divertida* y *La pila orgánica*) o establecen una correlación fundamentada en sus características (Formato) y no en los conceptos desarrollados. Un ejemplo es la explicación del estudiante E1.

**Figura 5-36:** Respuesta del estudiante E1 a la pregunta 19.



Por otra parte, un 76% es considerado de nivel intermedio, pues las explicaciones en este nivel relacionan lo visto en los dos videos únicamente con el concepto de energía y los métodos de producción. Resultado que ratifica lo planteado en el artículo *Dificultades persistentes en el aprendizaje de la electricidad: estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica* (Guisasola, Zubimend, & Almudi, 2008), en donde se plantea que los estudiantes no relacionan, ni dan significado a conceptos estudiados en electrostática, en concreto a la diferencia de potencial y al campo eléctrico, con los conceptos utilizados para explicar los fenómenos que suceden en los circuitos eléctricos. En la Figura 5-37, se puede observar una explicación de nivel intermedio.

**Figura 5-37:** Respuesta del estudiante E16 a la pregunta 19.



Porque el del globo y los cintos de aluminio, era como un generador de energía electrostática y el de el limon, era un generador de energía eléctrica y los dos se parecen porque ambos son videos que nos muestran como se puede generar energía.

### 5.1.1 Conclusiones del diagnóstico

El diagnóstico realizado permitió evidenciar los siguientes aspectos:

- La “mayoría” de los estudiantes que conforman la muestra presentan vacíos y errores conceptuales en lo relacionado a los fenómenos de origen electrostático. Los jóvenes confunden con facilidad este tipo de situaciones con las producidas por la presencia de un campo magnético o electromagnético.
- Aun cuando los estudiantes relacionan a los fenómenos electrostáticos conceptos como: carga, fuerza y campo, las explicaciones que ellos plantean demuestran poco dominio de estos conceptos.
- Un alto porcentaje de estudiantes presenta errores conceptuales al intentar definir cómo es la estructura atómica, no diferencian entre los conceptos de carga eléctrica y carga eléctrica neta, tiene debilidades con las propiedades de la fuerza electrostática, desconocen el concepto de campo electrostático y su representación mediante las líneas de campo.

- Los estudiantes reconocen desde su cotidianidad algunas características de la interacción producida por las cargas eléctricas (como que cargas diferentes se atraen e iguales se repelen), pero demuestran debilidades conceptuales cuando deben explicar a profundidad las propiedades de la fuerza electrostática (Ley de Coulomb).
- Hay desconocimiento del concepto de trabajo, lo cual se debe a que en la mayoría de instituciones es parte del programa curricular de grado once o se aborda finalizando grado décimo, y además, este concepto únicamente es relacionado con la acción de aplicar una fuerza y no como el cambio de energía mecánica o el producto entre el desplazamiento y la fuerza. Aun así, identifican con facilidad el agente que realiza trabajo, puesto que lo asocian con el actor que realiza la fuerza.
- Es necesario retomar el concepto de energía, aun cuando es una temática que constantemente se desarrolla en distintas asignaturas y durante varios grados escolares, debido a que se observa en los estudiantes dificultades para dar una definición sobre ésta o para identificar sus diferentes manifestaciones. Se recomienda enfocarse particularmente en la energía potencial, ya que en este tipo de energía se centra el desarrollo del concepto de voltaje.
- Los estudiantes no relacionan los conceptos de electrostática con los fenómenos eléctricos. Por lo tanto, no comprenden las definiciones trabajadas en electricidad, como lo son voltaje y corriente eléctrica.

## **5.2 Análisis de la prueba de cierre**

Se relacionan las preguntas que conforma la prueba de cierre, los análisis cuantitativos de los resultados y cualitativos de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de cada pregunta.

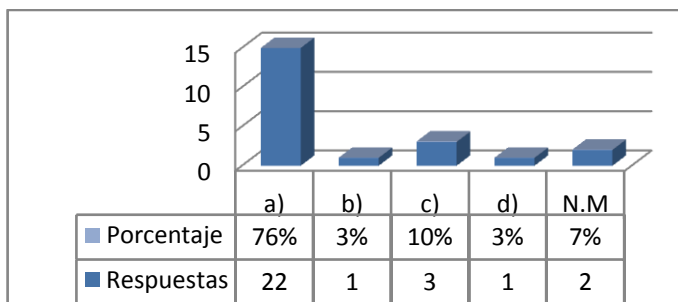
### **Pregunta 1**

Un objeto tiene carga eléctrica neta diferente de cero cuando:

- a) Gana o pierde electrones.
- b) Gana o pierde protones.

- c) La cantidad de protones y electrones es igual.
- d) Más de una respuesta es correcta.

**Figura 5-38:** Respuestas de la pregunta 1 prueba de cierre.



**Análisis:**

En comparación con la prueba diagnóstica, en donde se observó que los estudiantes no tenían claro el concepto de carga eléctrica neta y su relación con la transferencia de electrones, la prueba de cierre permitió establecer satisfactoriamente, que luego del desarrollo de las actividades propuestas, el 76% de los estudiantes fortaleció la comprensión del concepto de carga eléctrica neta.

Por otra parte, el 14% restante de los estudiantes seleccionó las opciones incorrectas, lo cual puede obedecer a mala interpretación de la pregunta y/o por vacíos conceptuales que no se lograron fortalecer luego del desarrollo de la propuesta.

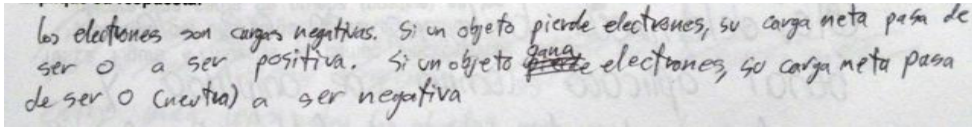
**Tabla 5-16:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 1 (prueba de cierre).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
Presentan dificultades en la explicación del concepto, incoherencia y/o errores conceptuales.		Reconocen que el concepto de carga eléctrica neta está asociado con la transferencia de electrones.		Sus explicaciones demuestran conocimiento y comprensión del concepto de carga eléctrica neta.	
9	30%	5	15%	15	52%

El análisis realizado a las explicaciones dadas por los estudiantes al responder la pregunta 1, muestra que el 52% realizó explicaciones en donde se podía determinar que había comprensión del concepto de carga eléctrica neta, razón por la cual son consideradas de nivel avanzado. En este nivel los estudiantes describen que la transferencia de electrones es la responsable de que un átomo o material obtenga carga

eléctrica neta diferente de cero. Un ejemplo del nivel avanzado es la explicación dada por el estudiante E13.

**Figura 5-39:** Respuesta del estudiante E13 a la pregunta 1 de la prueba de cierre.



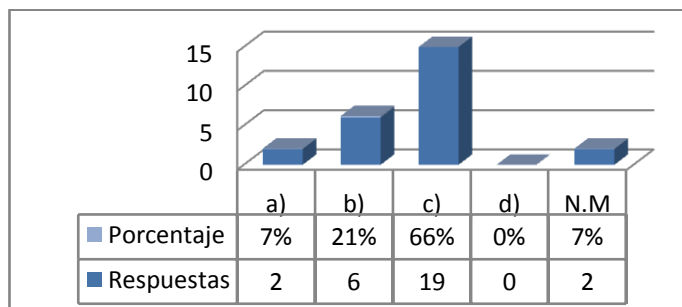
Por otra parte, las explicaciones consideradas de nivel básico presentan errores conceptuales e incoherencias y en muchos de los casos los jóvenes no dan explicación a respuesta seleccionada.

**Pregunta 2**

Un cuerpo cargado negativa o positivamente puede trasladar sus propiedades eléctricas por contacto, fricción o frotamiento y por inducción a un material con carga eléctrica neutra. A este proceso se le conoce como electrización. En el electroscopio casero se observa una electrización por:

- a) Fricción
- b) Contacto
- c) Inducción
- d) Ninguna de las anteriores.

**Figura 5-40:** Respuestas de la pregunta 2 prueba de cierre.



**Análisis:**

El 66% de los estudiantes seleccionó la opción correcta (c) al indicar que el método de electrización que se presenta en el electroscopio casero es el de inducción. Por consiguiente, se puede determinar que este porcentaje de estudiantes identifica y diferencia los métodos por el cual un elemento obtiene carga eléctrica neta diferente de cero.



**Tabla 5-17:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 2 (prueba de cierre).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
Demuestran poca comprensión de los métodos por el cual un objeto obtiene carga eléctrica neta diferente de cero.		Identifican los tipos de electrización, pero sus explicaciones presentan confusiones y/o son muy limitadas.		Identifican, comprenden y explican con claridad los métodos por el cual un material obtiene carga eléctrica neta.	
15	42%	11	46%	3	12%

El análisis realizado a las explicaciones de las respuestas a la pregunta 2, muestra que aun cuando un 66% de los estudiantes identificó los métodos de electrización, la mayoría de sus explicaciones son de nivel básico e intermedio. El 42% se consideran de nivel básico, debido a que las explicaciones no responden la pregunta, presentan incoherencias o se realiza una descripción del electroscopio sin profundizar en el comportamiento de las cargas eléctricas.

Un 46% de las explicaciones son consideradas de nivel intermedio, pues en éstas se puede determinar que los jóvenes identifican y comprenden los métodos de electrización, aun cuando sus afirmaciones no detallan a profundidad el proceso de inducción. Un ejemplo es la respuesta dada por el estudiante E12, quién se limitan a expresar que en el electroscopio se presenta una reorganización de cargas eléctricas.

**Figura 5-41:** Respuesta del estudiante E12 a la pregunta 2 de la prueba de cierre.

Porque luego de la posición de nuestro electroscopio a lo que acercamos nuestro elemento se organizan nuestras cargas por un proceso llamado inducción

Finalmente, un 12% de las explicaciones son de nivel avanzado, porque detallaron el comportamiento de las cargas eléctricas en el electroscopio casero. En la Figura 5-42 se presenta una explicación de nivel avanzado.

**Figura 5-42:** Respuesta del estudiante E5 a la pregunta 2 de la prueba de cierre.

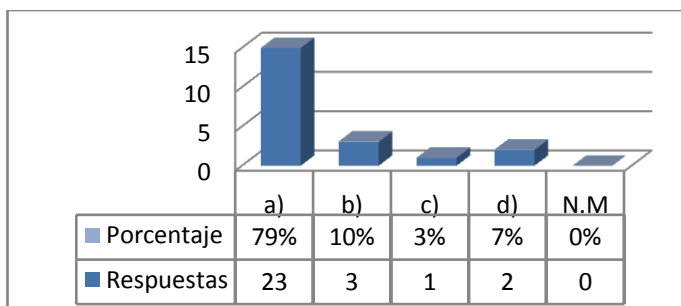
Esta propiedad electrica de la inducción nos permite reacomodar las cargas electricas siendo que, cuando acercamos la vara se atraen las cargas de signo contrario y se repelen los signos iguales.

### Pregunta 3

Al acercar un objeto cargado eléctricamente al electroscopio, las láminas de aluminio se separan. Esto sucede debido a que

- a) Las láminas tienen el mismo tipo de carga eléctrica.
- b) Las láminas tienen diferente tipo de carga eléctrica.
- c) La carga eléctrica neta de cada lámina es igual a cero.
- d) El número de protones es mayor que el número de neutrones en los átomos de aluminio.

**Figura 5-43:** Respuestas de la pregunta 3 prueba de cierre.



#### Análisis:

Respecto a la prueba diagnóstica, se puede observar un aumento del 63% al 79% de los estudiantes que respondieron de forma correcta cuando se les preguntó sobre las características de la fuerza electrostática producida por dos cargas eléctricas de signos iguales o diferentes.

**Tabla 5-18:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 3 (prueba de cierre).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
No se observa comprensión de las propiedades de la fuerza electrostática y/o presenta errores conceptuales.		Reconoce el tipo de fuerza electrostática que producen cargas de signos iguales o diferentes, pero se le dificulta explicarlo.		Explica con claridad las características de la fuerza electrostática producida entre dos cargas eléctricas.	
3	12%	11	38%	15	50%

El 61% (50% nivel avanzado más el 11% nivel intermedio) de los estudiantes argumentó su respuesta de forma correcta describiendo las características de la fuerza electrostática

producida por dos cargas eléctricas. En sus explicaciones los jóvenes indicaron que la presencia de dos cargas de signo diferente genera una fuerza de atracción y de repulsión cuando las cargas son del mismo signo.

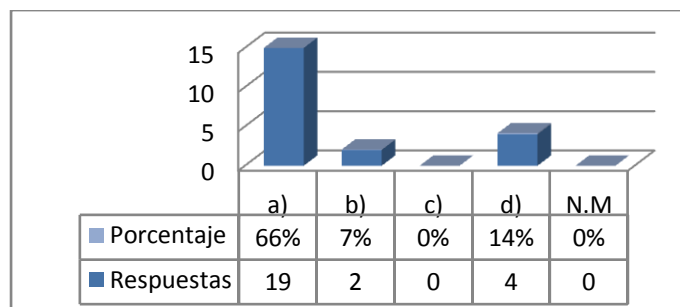
La diferencia entre las explicaciones dadas en el nivel avanzado y el nivel intermedio obedecen a descripciones más profundas, mejor redacción y/o uso adecuado de los términos científicos asociados a los fenómenos electrostáticos.

#### Pregunta 4

Cuando el objeto cargado eléctricamente se acerca al electroscopio se observa una mayor reacción en las láminas de aluminio. Esto se debe a que la magnitud de la fuerza electrostática que se produce entre el objeto electrizado y el electroscopio:

- a) Aumenta cuando se acercan y disminuye cuando se separan.
- b) Es proporcional a la distancia.
- c) Es igual a cero.
- d) Es constante a cualquier distancia pero se presentan factores externos que alteran la interacción de los cuerpos.

**Figura 5-44:** Respuestas de la pregunta 4 prueba de cierre.



#### Análisis:

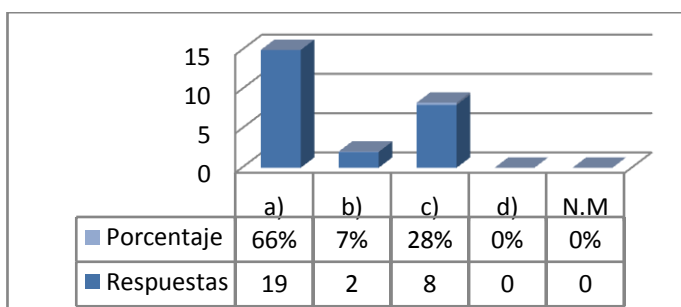
El 66% de los estudiantes respondió de forma correcta cuando seleccionó la opción a, situación que evidencia comprensión de la relación entre la magnitud de la fuerza electrostática y la distancia de separación entre las cargas eléctricas.

#### Pregunta 5

Si se aumenta la magnitud de la carga eléctrica del cuerpo electrizado que se acerca al electroscopio, se podría asegurar que la magnitud de la fuerza electrostática producida entre el electroscopio y el objeto electrizado

- a) aumentaría.
- b) se mantendría igual
- c) disminuiría
- d) sería igual a cero.

**Figura 5-45:** Respuestas de la pregunta 5 prueba de cierre.



**Análisis:**

Los resultados de esta pregunta son similares a los obtenidos en la interrogante anterior, lo cual significa que un porcentaje del 66% de los estudiantes comprende, analiza y asocia las propiedades de la fuerza electrostática con la distancia de separación de las cargas y con la magnitud eléctrica de éstas. Los jóvenes reconocen que a mayor distancia la magnitud de la fuerza electrostática es menor y aumenta cuando las cargas se acercan, también, que la magnitud de la fuerza electrostática es proporcional a la magnitud eléctrica de las cargas.

**Tabla 5-19:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de las preguntas 4 y 5 (prueba de cierre).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
Sus explicaciones demuestran poca comprensión de las propiedades de la fuerza electrostática.		Reconoce algunas de las características de la fuerza electrostática y/o sus explicaciones son limitadas.		Comprende y explica con claridad las propiedades de la fuerza electrostática (ley de Coulomb)	
7	23%	11	38%	11	38%

Los argumentos expresados por un 23% de los estudiantes no permiten determinar el nivel de comprensión de las características de la fuerza electrostática, y por esta razón se consideran de nivel básico. En este nivel los estudiantes realizan afirmaciones incorrectas, no responden a la pregunta planteada y/o relacionan conceptos que no

tienen que ver con la respuesta a la interrogante. Un ejemplo es el estudiante E8, quien aún cuando seleccionó las opciones correctas para las preguntas 4 y 5, da explicaciones que no responden las interrogantes planteadas, y además presenta errores conceptuales cuando asocian la magnitud de la fuerza electrostática con el tamaño del objeto.

**Figura 5-46:** Respuesta del estudiante E8 a las preguntas 4 y 5 de la prueba de cierre.

que su respuesta:  
En estos fenómenos la distancia tiene gran importancia por las cargas con atracción o repulsión

que su respuesta:  
esta aumentaría considerablemente dependiendo del tamaño de objeto.

En el nivel intermedio (38%) los estudiantes identificaron las opciones correctas, pero al analizar las explicaciones a sus respuestas, se observa un bajo nivel de argumentación. Por otra parte, un 38% de los estudiantes se encuentran en el nivel avanzado, porque sus análisis describen acertadamente las características de la fuerza electrostática. En la Figura 5-57 se presentan las explicaciones dadas por el estudiante E29 a las preguntas 4 y 5.

**Figura 5-47:** Respuesta del estudiante E29 a las preguntas 4 y 5 de la prueba de cierre.

Porque entre mas distancia tenga el objeto cargado y el electroscope la fuerza de repulsion de las laminas va a ser poca y cuando la distancia de el objeto cargado y el electroscope es menor las laminas se van a repeler con mas fuerza.

Aumentaría porque, cuando la magnitud de la carga eléctrica del cuerpo electrizado que se acerca al electroscope hace que tenga más fuerza y haga que se repelen con más intensidad y mayor magnitud.

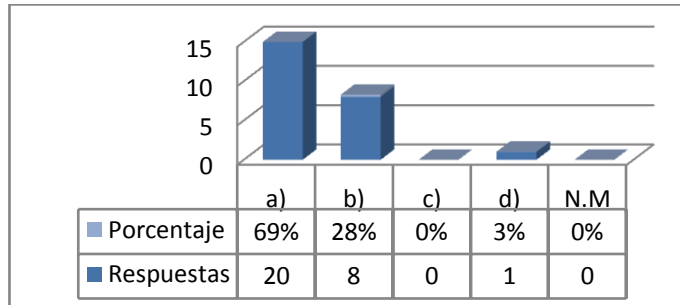
## Pregunta 6

El campo electrostático puede ser representado mediante patrones conocidos como “líneas de campo electrostático”, las cuales describen vectorialmente (magnitud y sentido):

- a) La fuerza electrostática que actuaría sobre una carga de prueba si se colocara en un punto determinado del espacio en donde existe la presencia de un campo electrostático.
- b) La dirección que tomaría un cuerpo cuando se colocare en un punto determinado del espacio.
- c) La magnitud eléctrica de una carga.

d) Ninguna de las anteriores.

**Figura 5-48:** Respuestas de la pregunta 6 prueba de cierre.



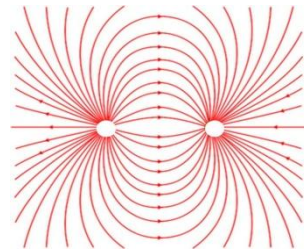
**Análisis:**

El 69% de los estudiantes seleccionó la opción correcta (a), identificando que las líneas de campo electrostático son la representación de la fuerza que actuaría sobre una carga de prueba si se ubicara en un punto del espacio en donde hay la influencia de otra carga eléctrica. Asimismo, un 28% eligió la respuesta b, asumiendo que las líneas de campo electrostático determinan la dirección de desplazamiento de un objeto en el espacio, opción que es incorrecta, porque no expresa las características del cuerpo (si tiene carga eléctrica) ni tampoco relaciona el concepto de fuerza o campo electrostático.

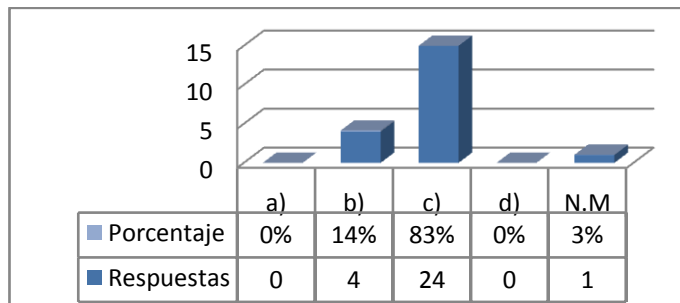
**Pregunta 7**

La figura presenta las líneas de campo electrostático producidas por:

- a) Dos cargas puntuales del mismo signo.
- b) Dos placas cargadas con signo diferente.
- c) Una carga puntual positiva y una carga puntual negativa.
- d) Una carga puntual negativa.



**Figura 5-49:** Respuestas de la pregunta 7 prueba de cierre.



**Análisis:**

En comparación con la pregunta 8 de la prueba diagnóstica (en donde también se buscaba conocer si los estudiantes reconocían las líneas de campo electrostáticas producidas por un conjunto de cargas eléctricas), se puede observar un aumento del 41% al 83% de los estudiantes que reconocen las líneas de campo electrostático producidas por dos cargas eléctricas puntuales de signos diferentes. Por el contrario, un 14% escogió la opción de respuesta *b*, identificando que las líneas de campo presentadas eran producto de la interacción de cargas eléctricas de signo diferente, pero no tuvo en cuenta la geometría de los cuerpos que producían las líneas de campo.

**Tabla 5-20:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de las pregunta 6 y 7 (prueba de cierre).

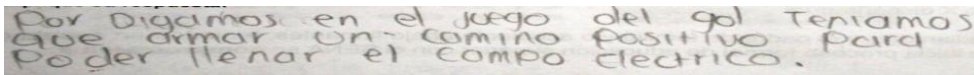
CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
Las explicaciones son limitadas y no permiten determinar el nivel de comprensión de los conceptos de campo y líneas de campo electrostático.		Relacionan las líneas de campo con el concepto de fuerza electrostática e identifican algunas características, pero sus explicaciones no profundizan en el concepto de campo electrostático.		Se puede determinar que los estudiantes asocian el concepto de campo con el de fuerza electrostática por unidad de carga y que reconocen las características de las líneas de campo.	
22	77%	6	19%	1	4%

Aun cuando un alto porcentaje de estudiantes seleccionó e identificó la respuesta correcta en las preguntas 6 y 7, sus explicaciones no permiten determinar claramente el nivel de comprensión del concepto de campo electrostático y su representación, razón por la cual, el 77% de las respuestas son consideradas de nivel básico, un 19% de nivel intermedio y tan solo un 4% en el nivel avanzado.

En el nivel básico los estudiantes no explican la opción seleccionada, y cuando lo hacen incurren a problemas de redacción, poco manejo de términos científicos y poca asociación del concepto de campo electrostático con la fuerza electrostática por unidad de carga. En algunos casos, los jóvenes basan sus explicaciones en la narración de algunas de las actividades realizadas durante la propuesta. Un ejemplo en este nivel es el estudiante E9, quién selecciona la opción correcta, pero al explicar menciona de forma incoherente la actividad realizada con la simulación "Field Hockey".



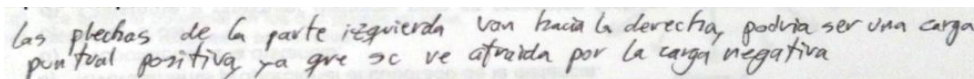
**Figura 5-50:** Respuesta del estudiante E9 a las preguntas 6 de la prueba de cierre.



Por Digamos en el juego del gol Teniamos que armar un camino positivo para poder llenar el campo electrico.

Por otra parte, un 19% se considera de nivel intermedio porque sus explicaciones relacionan los conceptos de campo y fuerza electrostática, y explican algunas de las características de las líneas de campo formadas por cargas eléctricas puntuales de signo diferente. La Figura 5-51 presenta la respuesta del estudiante E13, considerada de nivel intermedio.

**Figura 5-51:** Respuesta del estudiante E13 a la preguntas 7 de la prueba de cierre.



Las flechas de la parte izquierda van hacia la derecha, podria ser una carga puntual positiva, ya que se ve atraida por la carga negativa

Finalmente, un solo estudiante (E17) es considerado de nivel avanzado, pues su explicación permite determinar comprensión del concepto de campo electrostático.

**Figura 5-52:** Respuesta del estudiante E17 a la pregunta 7 de la prueba de cierre.

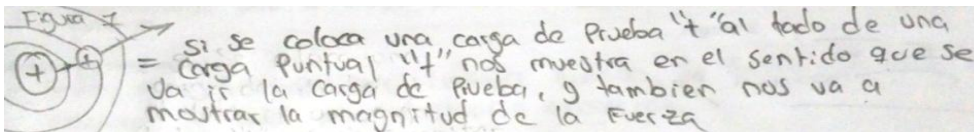


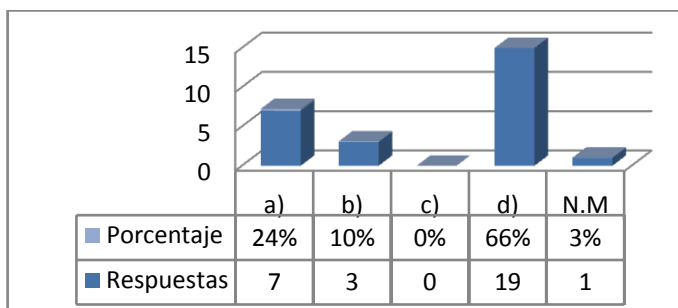
Figura 7  
Si se coloca una carga de prueba  $q$  al lado de una = carga puntual  $Q$  nos muestra en el sentido que se va ir la carga de prueba, y tambien nos va a mostrar la magnitud de la fuerza

### Pregunta 8

La energía mecánica es la energía que se debe a la posición y al movimiento de un cuerpo. Por lo tanto, es la suma de las energías potencial y cinética de un sistema mecánico. Basado en este enunciado seleccione la opción **INCORRECTA**.

- a) La energía es una propiedad asociada a la materia, la cual es medible y se manifiesta mediante cambios físicos y/o químicos en la naturaleza.
- b) La energía potencial gravitatoria es proporcional a la masa y la altura, de la misma forma que lo es la energía cinética respecto a la masa y la velocidad.
- c) La Ley de conservación de la energía establece que la energía no se crea ni se destruye, tan solo se transforma.
- d) Cuando la altura de un cuerpo aumenta, su energía potencial gravitacional también aumenta. Pero si la altura permanece constante y la masa aumenta, la energía potencial no cambia.



**Figura 5-53:** Respuestas de la pregunta 8 prueba de cierre.**Análisis:**

Los resultados en esta pregunta demuestran que el 66% de los estudiantes fortaleció la comprensión del concepto de energía, en comparación con la prueba diagnóstica, en donde se observaron debilidades para dar una definición y para identificar las diferentes manifestaciones. Adicionalmente, se observa que los jóvenes seleccionar la opción (d) como la opción incorrecta realizan análisis a situaciones en donde se interroga sobre las características de la energía potencial.

**Tabla 5-21:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 8 (prueba de cierre).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
Las explicaciones son limitadas y no permiten determinar el nivel de conocimiento del concepto energía.		Identifica solo algunos aspectos del concepto de energía.		Comprende el concepto de energía, la ley de conservación y analiza las características de la energía mecánica	
8	27%	12	42%	9	31%

El análisis realizado a las explicaciones planteadas por los estudiantes permite determinar que un 31% se encuentra en un nivel avanzado, pues sus explicaciones evidencian conocimiento del concepto de energía, de la Ley de conservación y de las características de la energía potencial gravitacional. En el nivel intermedio se encuentran doce estudiantes (42%), debido a que sus explicaciones son acertadas, pero en éstas no se profundiza o se detalla el concepto de energía y/o las características de la energía potencial gravitacional. Un ejemplo es la explicación dada por el estudiante E5.

**Figura 5-54:** Respuesta del estudiante E5 a la pregunta 8 de la prueba de cierre.

Por que la energia potencial gravitacional establece que si se realiza un cambio en la masa su energia potencial cambia.

La mayoría de estudiantes que hacen parte del nivel básico (27%) no explicaron la respuesta seleccionada y/o presentaron errores conceptuales o malas interpretaciones de la pregunta. Aun así no se puede establecer que no exista conocimiento del concepto indagado.

### Pregunta 9

En la figura se observa el movimiento de una carga eléctrica en un campo electrostático uniforme. Si la carga se desplaza entre los puntos A y B, se puede afirmar que:

- a) Hay trabajo, lo realiza el campo electrostático y la energía potencial permanece constante.
- b) Hay trabajo, lo realiza el campo electrostático y la carga sufre un cambio de energía potencial.
- c) No hay trabajo porque no existe una fuerza. Por consiguiente tampoco hay energía.
- d) Hay trabajo porque existe una fuerza y un desplazamiento, pero la energía permanece constante.

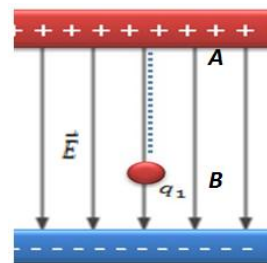
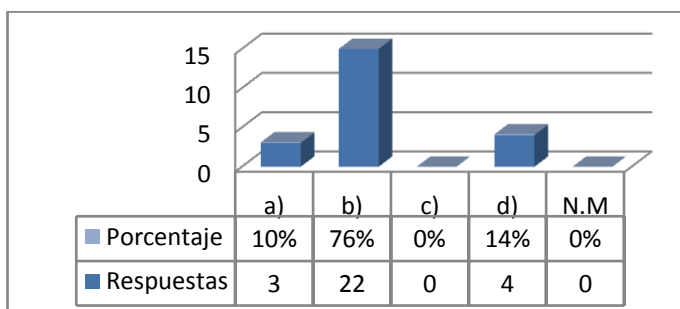


Figura 5-55: Respuestas de la pregunta 9 prueba de cierre.



### Análisis:

En comparación con la prueba diagnóstica, en donde se observó que para los estudiantes no era claro el concepto de trabajo, sus características y su relación con el cambio de energía, la prueba de cierre muestra mejoría en la apropiación de este concepto, ya que el 76% de los estudiantes seleccionó la opción correcta (b) y por consiguiente, identificó que el campo electrostático realizaba trabajo sobre la carga

eléctrica y que en ésta se presentaba un cambio en la energía potencial mientras se desplaza entre los puntos A y B.

Un 24% de los estudiantes seleccionó las opciones *a* y *d*, reconociendo que en el sistema se realizaba un trabajo, pero sus análisis se limitaron al concepto de trabajo y no asociaron el teorema de trabajo-energía en el momento de seleccionar la respuesta adecuada.

**Tabla 5-22:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 9 (prueba de cierre).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
No se puede determinar dominio del concepto de trabajo o se presentan errores conceptuales en su explicación.		En las explicaciones se relacionan solo algunas de las características del concepto de trabajo.		Comprende y explica el concepto de trabajo y sus características (identifica cuando se realiza trabajo, quién lo realiza y la relación con el cambio de energía)	
6	19%	9	31%	13	50%

El 81% (nivel avanzado más el nivel intermedio) de las explicaciones demuestra conocimiento del concepto de trabajo. Aunque en el nivel intermedio (31%) los jóvenes sólo asociaron al concepto de trabajo la relación entre la fuerza y el desplazamiento, sus afirmaciones fueron correctas.

En el nivel avanzado (50%), las explicaciones también incluyeron un análisis del comportamiento de la energía potencial. Las respuestas dadas por los estudiantes E29 y E8 son consideradas de nivel avanzado y se presentan en la Figura 5-56.

**Figura 5-56:** Respuesta de los estudiantes E29 y E8 a la pregunta 9 de la prueba de cierre.

si hay trabajo, quiere decir que hubo un movimiento y una fuerza y esto genera un cambio de energía

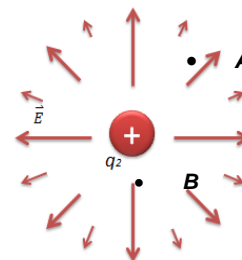
Cuando el movimiento de una carga de prueba se desplaza de positivo a negativo existe un trabajo y por supuesto que la energía va a cambiar (reducir) por que se movio de arriba hacia abajo (de A a B)

Por otra parte, en el nivel básico los estudiantes no responden la pregunta o presentan errores conceptuales cuando no analizan el concepto de trabajo como un cambio de energía.

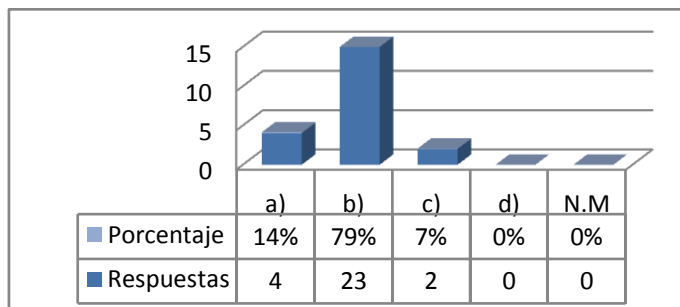
### Pregunta 10

La figura muestra el campo electrostático producido por una carga puntual positiva. Si se ubicara una carga de prueba (positiva) en los puntos A y B se podría afirmar que:

- a) La energía potencial de la carga en el punto A es mayor que en B.
- b) La energía potencial de la carga en el punto B es mayor que en A.
- c) La energía potencial en los dos puntos es igual.
- e) Más de una respuesta es correcta.



**Figura 5-57:** Respuestas de la pregunta 10 prueba de cierre.



### Análisis:

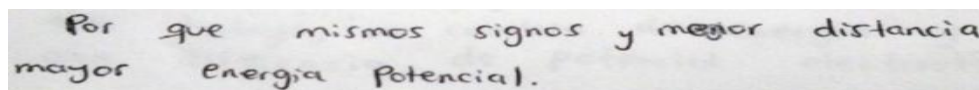
Los resultados permitieron establecer que el 79% de los estudiantes comprendió el concepto de energía potencial electrostática y sus propiedades. Por otra parte, el 14% restante consideró que la energía en el punto A es mayor que en el punto B, lo cual indica que para los jóvenes no quedó claro que la energía potencial electrostática depende del signo de las cargas eléctricas y de la distancia de separación entre éstas.

**Tabla 5-23:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 10 (prueba de cierre).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
No se puede establecer dominio del concepto de energía potencial electrostática o se presentan errores conceptuales		Se limita únicamente a analizar la energía potencial electrostática de dos cargas eléctricas según la distancia que las separa.		Explica adecuadamente las características de la energía potencial electrostática.	
4	15%	22	85%	0	0%

El 85% de las explicaciones son de nivel intermedio, pues en éstas los estudiantes responden de forma correcta a la pregunta, e identifican que cuando dos cargas eléctricas tienen el mismo signo, la energía potencial es mayor cuando se encuentran cerca y disminuye cuando las cargas se alejan. En la Figura 5-58 se puede observar una explicación considerada de nivel intermedio.

**Figura 5-58:** Respuesta del estudiante E14 a la pregunta 10 de la prueba de cierre.



Por que mismos signos y mayor distancia mayor Energia Potencial.

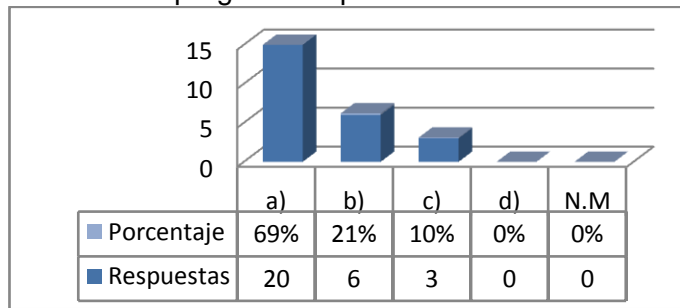
En el nivel básico, algunos estudiantes no responden la pregunta y otros lo hacen analizando la magnitud de la fuerza electrostática y no las características de la energía potencial electrostática.

### Pregunta 11

El concepto de potencial electrostático hace referencia a:

- La energía potencial que hay entre una carga eléctrica y un punto en el campo electrostático en donde se puede ubicar una carga de prueba.
- La variación de la energía potencial.
- La magnitud de una carga eléctrica cuando se encuentra en un campo electrostático.
- La energía potencial que hay entre dos cargas eléctricas de igual signo.

**Figura 5-59:** Respuestas de la pregunta 11 prueba de cierre.



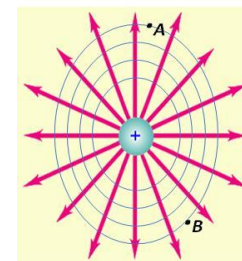
**Análisis:**

El análisis muestra que el 69% de los estudiantes reconoce la definición establecida para el potencial electrostático como: la energía potencial por unidad de carga, en otras palabras la energía que hay entre una carga eléctrica y un punto en el campo electrostático en donde se ubicara una carga de prueba. Sin embargo, el 31% restante demuestra no haber comprendido el concepto de potencial electrostático y lo confunde con un cambio en la energía potencial.

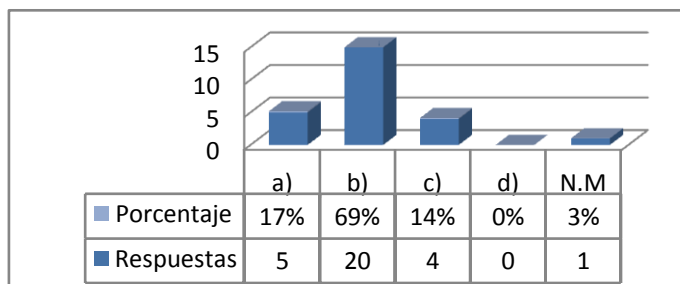
**Pregunta 12**

La figura muestra las líneas equipotenciales en un campo electrostático producido por una carga eléctrica puntual positiva. Teniendo en cuenta lo anterior, seleccione la afirmación correcta.

- a) Las líneas equipotenciales determinan un punto en el campo electrostático.
- b) Las áreas en donde el potencial electrostático no cambia, se conocen como superficies o líneas equipotenciales.
- c) Sobre una línea equipotencial se obtienen diferentes valores de potencial electrostático.
- d) Los puntos A y B tienen diferentes potenciales electrostáticos.



**Figura 5-60:** Respuestas de la pregunta 12 prueba de cierre.



**Análisis:**

Un 69% de los estudiantes seleccionó la respuesta correcta (*b*), lo cual demuestra que reconocen que las líneas equipotenciales son regiones en el campo electrostático en donde el potencial no cambia. Además, identificaron que los puntos (A y B) señalados en la imagen tienen el mismo potencial electrostático y por tal razón que las respuestas *c* y *d* no eran verdaderas. En cambio, un 17% se basó únicamente en un análisis de la imagen, y respondió que las líneas equipotenciales determinan una distancia entre la carga fuente y un punto en el campo electrostático.

**Tabla 5-24:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de las preguntas 11 y 12 (prueba de cierre).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
Se presentan errores conceptuales al intentar explicar el concepto de potencial electrostático y las características de las líneas equipotenciales.		Se comprenden las características de las líneas equipotenciales pero se observan dificultades y errores al explicar el concepto de potencial electrostático.		Las explicaciones permiten establecer que hay comprensión del concepto de potencial electrostático y líneas equipotenciales.	
17	58%	12	42%	0	0%

El análisis realizado permitió determinar que aun cuando un 69% de los estudiantes respondió de forma correcta las preguntas 11 y 12, sus explicaciones no pueden ser clasificadas en el nivel avanzado, puesto que, no se observa una absoluta comprensión del concepto de potencial electrostático y de las características de las líneas equipotenciales. Por eso, un 58% se consideran de nivel básico y un 42% de nivel intermedio.

En el nivel básico los estudiantes no realizan explicaciones en donde se evidencie comprensión del concepto de potencial electrostático o reconocimiento de las características de las líneas equipotenciales. En algunos casos no se responde y si se hace, es de forma incoherente o relacionando términos y conceptos ajenos a la explicación, un ejemplo de esta situación es la respuesta del estudiante E6.

**Figura 5-61:** Respuesta del estudiante E6 a las preguntas 11 Y 12 de la prueba de cierre.

las líneas equipotenciales  
señalan la fuerza del  
campo



Explique su respuesta: porque es una su posición donde podemos poner una carga sin poner cerca calculando cuanto podría valer si la pusieramos a y o si tiene alguna fuerza

Sin embargo, un 48% de las respuestas se consideran de nivel intermedio ya que identifican las características de las líneas equipotenciales e intentan explicar el concepto de potencial electrostático a partir de la energía potencial. En este nivel se encuentra la respuesta dada por el estudiante E7.

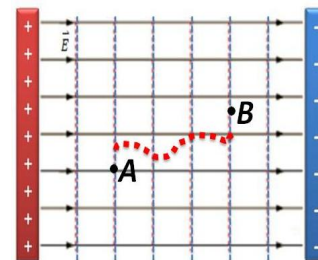
**Figura 5-62:** Respuesta del estudiante E7 a las preguntas 11 Y 12 de la prueba de cierre.

En la imagen se muestra que la carga es positiva en la misma circunferencia pero en distintos puntos pero sigue habiendo el mismo potencial eléctrico tanto en el punto A como en el punto B

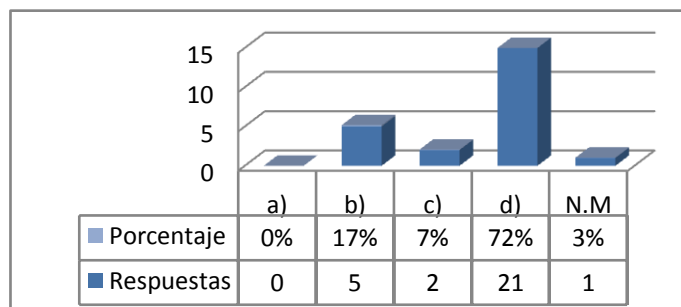
### Pregunta 13

Si se moviera una carga eléctrica de prueba (positiva), entre los puntos A y B de un campo electrostático producido por dos placas paralelas. Se podría afirmar que:

- a) Existe una diferencia de potencial electrostático entre los dos puntos.
- b) Hay un cambio en la energía potencial de la carga eléctrica, durante el recorrido entre los dos puntos.
- c) El campo electrostático realiza trabajo para mover la carga eléctrica entre los puntos A y B.
- d) Las afirmaciones anteriores son correctas.



**Figura 5-63:** Respuestas de la pregunta 13 prueba de cierre.



### Análisis:

Los resultados muestran que un 72% de los estudiantes seleccionó la respuesta correcta (d), lo que significa que realizaron análisis a la situación propuesta (una carga eléctrica



se desplaza entre dos puntos de un campo electrostático uniforme), asociando el concepto de trabajo, cambio de energía potencial y diferencia de potencial electrostática.

Por otra parte, un 17% baso su análisis únicamente desde el concepto de energía potencial, un 7% desde el concepto de trabajo y el 3% restante no respondió a la pregunta.

**Tabla 5-25:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 13 (prueba de cierre).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
No hay asociación de los conceptos de diferencia de potencial electrostático, trabajo por unidad de carga y cambio de energía potencial.		La explicación es correcta, pero su análisis se basa únicamente en uno de los tres conceptos indagados.		Se puede establecer asociación del concepto de diferencia de potencial electrostático con el trabajo por unidad de carga y el cambio de energía potencial.	
9	31%	11	38%	8	31%

El análisis realizado evidencia que un 38% de los estudiantes asoció sólo uno de los tres conceptos (diferencia de potencial, trabajo y cambio de energía potencial) en la explicación del interrogante. Aun cuando este tipo de análisis es considerado de nivel intermedio, se puede establecer que el estudiante analiza y realiza afirmaciones correctas. Por otra parte, un 31% es considerado de nivel avanzado, pues en estas explicaciones se observa textualmente una relación de los tres conceptos.

Un ejemplo de nivel avanzado es el estudiante E7, quién en la explicación responde de forma correcta cuando especifica que en el sistema se presenta una diferencia de potencial electrostático, un cambio de energía y un trabajo realizado por el campo electrostático.

**Figura 5-64:** Respuesta del estudiante E7 a las preguntas 13 de la prueba de cierre.

Todas las afirmaciones anteriores son correctas ya que hay una diferencia del potencial electrostático, hay cambio en la energía potencial, hay trabajo y es realizado por el campo electrostático.

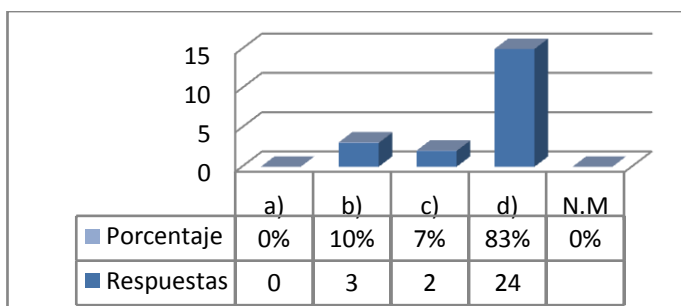
Finalmente, un 31% de las respuestas dadas por los estudiantes son de nivel básico debido a que no responden a la pregunta o porque los términos usados no llevan a determinar el nivel de comprensión de los conceptos asociados.

### Pregunta 14

Teniendo en cuenta que el voltaje es igual a la diferencia de potencial electrostático entre dos puntos. Seleccione la opción **INCORRECTA**.

- a) El voltaje y la diferencia de potencial electrostático se definen como el trabajo por unidad de carga realizado por la fuerza electrostática cuando una UNIDAD de carga se desplaza de A a B.
- b) El voltaje en una línea equipotencial es igual a cero, debido a que no se presenta variación en el potencial electrostático.
- c) El voltaje y la diferencia de potencial electrostático también pueden ser definidos como el cambio de energía potencial en un sistema al mover una carga de prueba  $q_0$  entre dos puntos (a y b).
- d) El voltaje y la diferencia de potencial electrostáticos se relacionan con el cambio de energía potencial y no con el concepto de trabajo.

**Figura 5-65:** Respuestas de la pregunta 14 prueba de cierre.



#### Análisis:

Al indagar sobre la comprensión del concepto de voltaje, se pudo observar que un 83% de los estudiantes reconoce que este concepto puede ser definido como una diferencia de potencial electrostático, como el trabajo por unidad de carga o como el cambio de energía potencial de una carga eléctrica cuando se desplaza entre dos puntos en un campo electrostático. Además, realizan análisis sencillos para determinar que el voltaje en una línea equipotencial es igual a cero.

En contraste, un 17% no contestó de forma correcta, lo cual puede corresponder a que no hay comprensión de las variables que intervienen en la situación.

**Tabla 5-26:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 14 (prueba de cierre).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
No se puede establecer dominio del concepto de voltaje y/o asociación con los conceptos desarrollados en la propuesta.		Las explicaciones son correctas, pero se presenta poca relación de los conceptos de trabajo por unidad de carga y cambio de energía potencial con la definición de voltaje.		Demuestran comprensión del concepto de voltaje como el trabajo por unidad de carga o como el cambio de energía potencial electrostática entre dos puntos.	
7	23%	11	38%	11	38%

El análisis arrojó que un 38% de las explicaciones son consideradas de nivel avanzado, pues las afirmaciones son correctas y además en ellas se observa asociación de los conceptos. En el nivel intermedio (38%), los estudiantes incluyen en sus explicaciones sólo dos de los tres conceptos, en la mayoría de los casos energía y trabajo, excluyendo el concepto de voltaje. En el nivel básico (23%) los estudiantes no responden a la pregunta dado que no hay comprensión del enunciado o un análisis limitado de las opciones. Adicionalmente, presentan fallas en el momento de explicar la respuesta.

### Pregunta 15

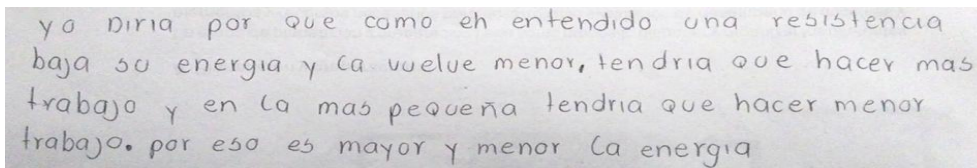
Con sus palabras explique por qué cuando se mide el voltaje en los elementos que conforman un circuito serie, se obtiene un valor mayor de voltaje en la resistencia más grande y menor en la más pequeña. (En su explicación asocie los conceptos trabajados en la propuesta).

**Tabla 5-27:** Análisis de las explicaciones dadas por los estudiantes a las respuestas de la pregunta 15 (prueba de cierre).

CAMPO DE CONCEPTUALIZACIÓN					
Las explicaciones brindadas por los estudiantes en esta pregunta se clasifican en:					
NIVEL BASICO		NIVEL INTERMEDIO		NIVEL AVANZADO	
No hay asociación ni análisis del voltaje medido en circuitos eléctricos con los conceptos de electrostática, trabajo y energía.		Realiza análisis del comportamiento del voltaje en circuitos eléctricos y se presenta asociación con algunos de los conceptos desarrollados.		Asocia el concepto de voltaje con los conceptos de electrostática, energía y trabajo en circuitos eléctricos.	
11	30%	18	62%	2	8%

En el nivel intermedio (62%) se identifica que los estudiantes demuestran apropiación conceptual del voltaje cuando relacionan los conceptos de trabajo y energía potencial. Asimismo, dan cuenta de la correlación entre el valor de la resistencia eléctrica y el voltaje medido en ésta. Un ejemplo del nivel intermedio es el estudiante E5.

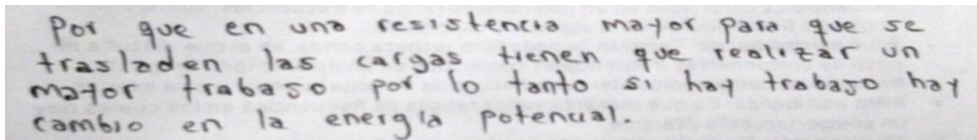
**Figura 5-66:** Respuesta del estudiante E27 a la pregunta 15 de la prueba de cierre.



yo diria por que como eh entendido una resistencia baja su energia y la vuelve menor, tendria que hacer mas trabajo y en la mas pequeña tendria que hacer menor trabajo. por eso es mayor y menor la energia

Por otra parte, un 8% de los estudiantes se encuentran en nivel avanzado, es decir, sus explicaciones relacionan claramente los conceptos de voltaje, trabajo y energía. En la Figura 5-67 se observa la respuesta del estudiante E5 considerada de nivel avanzado.

**Figura 5-67:** Respuesta del estudiante E5 a la pregunta 15 de la prueba de cierre.



por que en una resistencia mayor para que se trasladen las cargas tienen que realizar un mayor trabajo por lo tanto si hay trabajo hay cambio en la energia potencial.

Finalmente, el nivel básico (30%) corresponde a los estudiantes que aunque vinculan vocabulario científico en sus explicaciones carecen de contenido semántico en relación a lo preguntado.

## 5.2.1 Conclusiones de la prueba de cierre

El análisis realizado a la prueba de cierre arrojó las siguientes conclusiones:

- El desarrollo de las actividades propuestas contribuyó al fortalecimiento de los análisis a fenómenos electrostáticos y al afianzamiento de los conceptos de carga eléctrica neta, electrización y fuerza electrostática.
- Respecto a la prueba diagnóstica, se pudo observar un aumento considerable en el número de estudiantes que comprenden y explican las características de la ley de Coulomb y el tipo de fuerza electrostática (atractiva o repulsiva) que se produce cuando las cargas son de signos iguales o diferentes.
- El porcentaje de estudiantes que identifica la definición establecida para el campo electrostático y las características de las líneas de campo electrostático

producidas por diferentes configuraciones de carga aumentó notablemente en comparación con la prueba diagnóstica. Sin embargo, las explicaciones que brindan los estudiantes aun carecen de buena redacción, argumentación y manejo de términos científicos.

- La prueba diagnóstica demostró el poco conocimiento y/o dominio conceptual que tenían los estudiantes respecto a los conceptos de energía y trabajo. Estas debilidades fueron reducidas con el desarrollo de las actividades que conforman la propuesta, ya que se obtuvo un porcentaje considerable de estudiantes que comprenden los conceptos y las características de la energía potencial y del trabajo.
- Los jóvenes identifican la definición establecida para el potencial electrostático y las características de las líneas equipotenciales, pero de la misma forma que sucedió con las explicaciones dadas para el campo electrostático, éstas son limitadas y presentan poco e inadecuado manejo de los términos científicos asociados.
- A diferencia de la prueba diagnóstica, en donde se observó que los estudiantes no relacionaban los conceptos de electrostática, energía y trabajo con los fenómenos eléctricos, la prueba de cierre demostró que las actividades desarrolladas contribuyeron para que un alto porcentaje de los jóvenes comprendieran el concepto de voltaje, desde el punto de vista de trabajo por unidad de carga y el cambio de energía potencial electrostática.

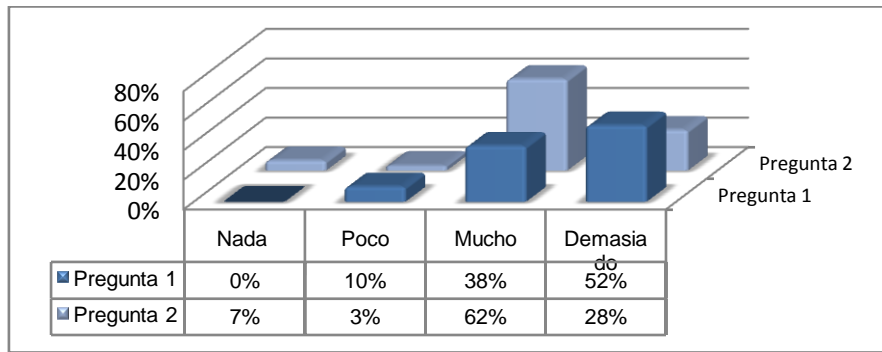
### **5.3 Análisis encuesta de satisfacción**

A continuación, se presentan las preguntas que conforman la encuesta y el respectivo análisis realizado.

#### **Preguntas 1 y 2**

- ¿Qué tanto contribuyó el uso de herramientas virtuales (videos, animaciones, actividades interactivas, simulaciones y juegos) en la comprensión de los conceptos trabajados?
- ¿Qué tanto contribuyó el desarrollo de prácticas experimentales (Las cintas mágicas, ¿Qué muestran las semillas?, El tubo caprichoso y Encontremos las líneas equipotenciales) en la comprensión de los conceptos trabajados?

**Figura 5-68:** Respuestas de las preguntas 1 y 2 de la encuesta de satisfacción



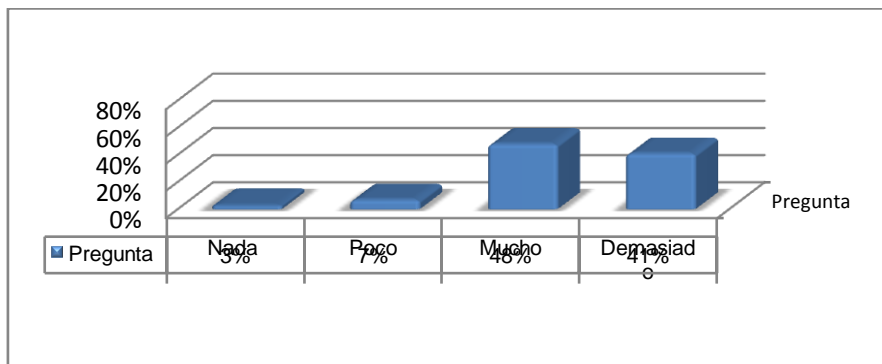
**Análisis:**

La encuesta permitió determinar que un 90% de los estudiantes consideró que el uso de herramientas virtuales y el desarrollo de prácticas experimentales contribuyen en gran medida (mucho o demasiado) a los procesos de enseñanza-aprendizaje de los fenómenos eléctricos y conceptos asociados (voltaje).

**Pregunta 3**

Considera usted que la profundización de los conceptos de electrostática, energía y trabajo benefician la comprensión de los fenómenos eléctricos.

**Figura 5-69:** Respuestas de la pregunta 3 de la encuesta de satisfacción



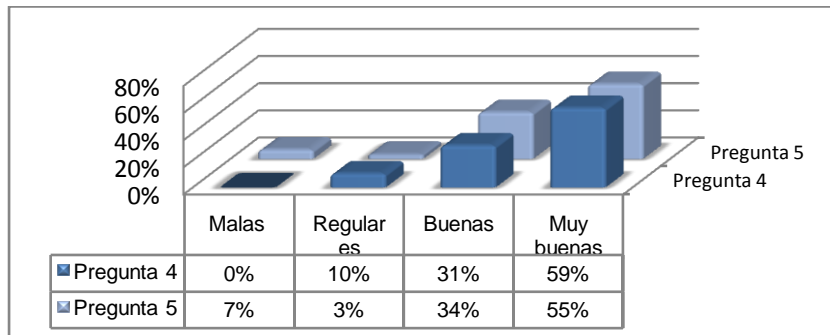
**Análisis:**

Un 48% y un 41% de los estudiantes consideró que la profundización de los conceptos de electrostática (carga eléctrica neta, fuerza, campo y potencial electrostático), energía y trabajo benefician el análisis de los fenómenos eléctricos, particularmente, el concepto de voltaje.

### Preguntas 4 y 5

- Evalué las herramientas virtuales seleccionadas y desarrolladas para la propuesta.
- Evalué las prácticas experimentales desarrolladas en la propuesta.

**Figura 5-70:** Respuestas de las preguntas 4 y 5 de la encuesta de satisfacción.



### Análisis:

En términos generales, los estudiantes consideraron que las herramientas virtuales diseñadas (pagina web, animaciones, videos, entre otras) y seleccionadas para la propuesta, junto a las prácticas experimentales desarrolladas en las sesiones de trabajo, fueron “buenas o muy buenas”. Resultados que coinciden con las constantes manifestaciones de agrado (durante la ejecución de la propuesta) por parte de los jóvenes hacia este tipo de recursos.





# 6 Conclusiones y recomendaciones

## 6.1 Conclusiones

- Se diseñó e implementó una estrategia didáctica compuesta por siete sesiones de trabajo para la enseñanza-aprendizaje del concepto de voltaje. En ésta se tuvieron en cuenta las dificultades propias de la enseñanza de los conceptos de electricidad, las metodologías que resultan ser más significativas para los estudiantes y las herramientas que permiten dinamizar los procesos de aprendizaje. Esta estrategia consiste en una unidad (según sus elementos estructurales) que articula la didáctica experimental basada en algunos elementos de la Metodología de Aprendizaje Activo y el uso de herramientas virtuales con los objetivos a desarrollar, fortalecer los conceptos asociados a la definición de voltaje y analizar cualitativamente su comportamiento en circuitos eléctricos sencillos.
- El diagnóstico realizado a los veintinueve estudiantes de grado décimo que participaron en la aplicación de la propuesta evidenció que antes del desarrollo de las actividades los estudiantes presentaban debilidades conceptuales en lo relacionado a la estructura del átomo, el concepto de carga eléctrica, las características de la fuerza electrostática y el concepto de energía. Además, los jóvenes desconocían los conceptos de campo electrostático y las características del concepto de trabajo. También, la prueba diagnóstica corroboró el planteamiento de Guisasola, Zubimend, & Almudi (2008) quienes identifican que los estudiantes no asociaban los conceptos de electrostática, energía y trabajo con el funcionamiento de los circuitos eléctricos y la definición de voltaje
- El uso de herramientas virtuales junto con la aplicación de prácticas experimentales en el desarrollo de las actividades propuestas para la unidad didáctica promovió la participación de los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Los jóvenes intervinieron activamente para socializar sus análisis y/o predicciones de las experimentaciones realizadas, para reflexionar sobre

aspectos conceptuales presentados mediante herramientas virtuales y para competir en actividades interactivas como: *¿Quién quiere ser Mr. Voltios 1002?*, *Field Hockey*, *Test Energías*, entre otros. Además, los resultados arrojados por la encuesta de satisfacción permitieron determinar que el 90% de los estudiantes consideró que el uso de herramientas virtuales y prácticas experimentales en la propuesta ayudaron en la comprensión los conceptos trabajados.

- Atendiendo a las sugerencias de Barragán Sánchez (2009), quien considera que la elaboración de material didáctico tecnológico debe ser desarrollado por los maestros de las instituciones educativas, y no necesariamente comprados, se diseñaron algunos recursos virtuales (una página web, cinco videos, siete animaciones y algunas actividades en línea) con los siguientes objetivos: primero, acercar a los estudiantes a los conceptos establecidos en la propuesta; segundo, fortalecer las explicaciones y los análisis de la temática desarrollada; tercero, reducir el nivel de abstracción de los conceptos trabajados, y cuarto, motivar la participación de los estudiantes durante la intervención. Las herramientas virtuales diseñadas fueron consideradas “buenas o muy buenas” por el 90% de los estudiantes que participaron en la aplicación de la propuesta.
- La validación de la unidad didáctica se realizó por medio de una prueba de cierre, la cual permitió determinar que la mayoría de los estudiantes fortalecieron el análisis a los fenómenos electrostáticos, la apropiación de los conceptos de carga eléctrica, fuerza, campo y potencial electrostático, y la comprensión de los conceptos de energía y trabajo. Además, los jóvenes lograron asociar los conceptos desarrollados durante la intervención, con la definición establecida para el voltaje, entendiendo que éste es equivalente al trabajo por unidad de carga o al cambio de la energía potencial electrostática, que sufre una carga eléctrica cuando se desplaza entre dos puntos en un campo electrostático.
- Aunque la propuesta surge desde el área de tecnología, particularmente en la asignatura de electrónica, ésta no solo contribuye a la comprensión de los fenómenos eléctricos, sino que también beneficia conceptualmente el plan curricular del área de ciencias. De este modo, se cumple con los objetivos propuestos en los estándares básicos de competencias de las dos áreas, en

donde se sugiere que la enseñanza en ciencias y en tecnología debe incentivar la curiosidad, el análisis y el pensamiento científico en los estudiantes.

## 6.2 Recomendaciones

- La experiencia permitió observar que los conceptos de campo y potencial electrostático fueron difíciles de comprender por los estudiantes. Por esta razón, se recomienda en futuras aplicaciones enfatizar en estos dos conceptos, ampliar las estrategias y los recursos usados en el desarrollo de las dos sesiones de trabajo dispuestas para estos temas y/o dedicar más tiempo en su ejecución.
- El análisis de las explicaciones realizadas por los estudiantes a las respuestas seleccionadas en cada una de las preguntas que conformaban la prueba diagnóstica y de cierre mostró el bajo nivel en redacción y argumentación que tienen los estudiantes al intentar explicar textualmente sus análisis. Por esta razón, se sugiere incluir actividades orientadas a fortalecer la capacidad argumentativa de los estudiantes y el manejo de términos científicos.
- Se considera que esta propuesta beneficia también la comprensión del concepto de corriente eléctrica. Por tal razón, para próximas aplicaciones o para intereses particulares se recomienda adicionar una o dos sesiones más en donde se analice la definición del concepto de corriente eléctrica.



# Bibliografía

- Acevedo Diaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. 1 (1).
- Altablero MEN. (2004). Una llave maestra, las TIC en el aula. Altablero .
- Arroyo Tovar, L. E. (2012). Diseño de una unidad didáctica para enseñar los conceptos de trabajo y energía mecánica a partir de la cinemática del movimiento uniformemente acelerado. Bogota D.C: Universidad Nacional de Colombia.
- Atkins, P. (2003). Galileo's Finger: The Ten Great Ideas of Science. Oxford University Press.
- Barbosa, L. (2008). Los experimentos discrepantes en el aprendizaje de la física. Bogota: Universidad Central.
- Barragán Sanchez, J. (2009). Integración de la tecnología en el proceso enseñanza-aprendizaje.
- Belloch Ortí, C. (2005). Las tecnologías de la información y la comunicación. Universidad de Valencia .
- Boylestad, R. L. (1998). Analisis Introductorio de Circuitos. Mexico: PRENTICE HALL.
- Cabero Almenara, J. (1998). Impacto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en las organizaciones educativas. Nuevas tecnologías – nuevas organizaciones educativas , 6.
- Comunidad IED ALLC. (2015). Manual de Convivencia Colegio Alberto Lleras Camargo . Bogota.
- Edwar, G., Frederick J, K., & Malcom J, S. (1991). FISICA, Clasica y Moderna . Madrid España: McGraw-Hill.
- Feynman. (1998). Fisica Volumen II: Electromagnetismo. Mexico.
- Furio, C., & Guisasola, J. (1996). Construcción del concepto de potencial eléctrico mediante el aprendizaje por investigación. Revista de Psicodidáctica , 79-92.
- Furio, G. (1997). Deficiencias epistemológicas en la enseñanza habitual de los conceptos de campo y potencial eléctrico. Departamento de didáctica de las ciencias experimentales. Universidad de Valencia .
- Games, S., Mercado, J., & Parra, J. (2012). Dificultades en el aprendizaje de la electricidad, un estudio en el colegio técnico industrial Don Bosco Salesianos Antofagasta. Antofagasta, Chile.
- Guisasola, J., Zubimend, i. J., & Almudi, J. M. (2008). Dificultades persistentes en el aprendizaje de la electricidad: estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica.

- [https://www.youtube.com/results?search\\_query=la+pila+organica](https://www.youtube.com/results?search_query=la+pila+organica) (Dirección). (2015). La Pila Orgánica [Película].
- <https://www.youtube.com/watch?v=2PRbqGkOoI4> (Dirección). (2015). Electrostática Divertida [Película].
- Huber, G. L. (2008). Aprendizaje activo y metodologías educativas. Tübingen, Alemania: Revista de Educación. Universität Tübingen. Institut für Erziehungswissenschaft.
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). Formar en ciencia: ¡el desafío! lo que necesitamos saber y saber hacer. Bogotá D.C.
- Ministerio de Educación Nacional. (2008). Ser competente en tecnología ¡Una necesidad para el desarrollo! Primera Edición.
- Moscoso Ariza, A. (2010). El desarrollo de la competencia en electricidad por el alumno. Temas para la educación, revista digital para profesionales de la enseñanza. , 2.
- Psillos, D. (1998). Enseñar la electricidad elemental. School of Education, Aristotle University of Thessaloniki, Grecia .
- Romero José Ibar. (s.f.). La historia de la electricidad EPEC. Obtenido de <http://www.epec.com.ar/docs/educativo/institucional/historia.pdf>
- Sanchez, J., & Merino, C. (2013). Diseño de una secuencia de enseñanza y aprendizaje sobre electricidad para la promoción de competencias en ciencias, basado en el aprendizaje cooperativo.
- Sarmiento Santana, M. (2007). La enseñanza de las matemáticas, una estrategia de formación permanente. Tarragona, España: UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI.
- Sears, & Zemansky. (2009). Física Universitaria con Física Moderna. Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.
- Serway, R. A. (1990). ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO. Mexico D.F: MCGRAW-HILL.
- Serway, R., & Jewett, J. (2009). FÍSICA para ciencias e ingeniería. Mexico D.F: Cengage Learning.
- Soussan, G. (2003). Enseñar las ciencias experimentales. Didáctica y Formación. Santiago: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.
- Universidad Nacional de la Plata. (s.f.). De las chispas a las corrientes. Recuperado el 2015, de Catedra de ingeniería electrotecnica: <http://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/cys/DI/ChispasYCorrientes.pdf>
- Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. (9 de Abril de 2015). TIC y ambientes de aprendizaje, Unidad 5: Objetos virtuales de aprendizaje (OVAS) y propiedad intelectual. Obtenido de [http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/unidad1\\_tic/contenido/unidad1\\_tics.pdf](http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/unidad1_tic/contenido/unidad1_tics.pdf)

Wilson, J. D. (1996). Física. Naucalpan de Juarez, Mexico : PRENTICE HALL HISPANOAMERICA.

Wilson, J. D. (1991). Física con Aplicaciones. Mexico: McGRAW-HILL.

www.youtube. (Dirección). (2015). Electrostatica Divertida [Película].

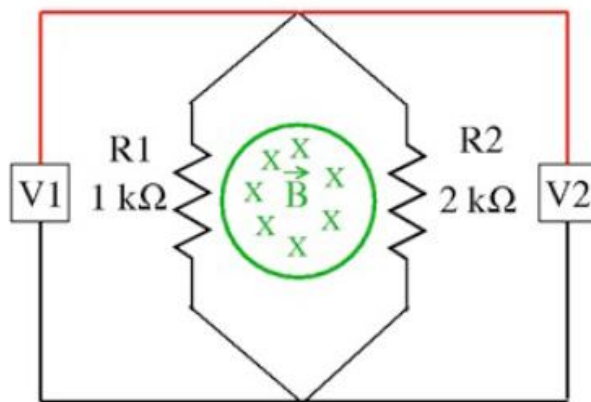




# Anexos

## ANEXO A: Voltaje en circuitos de corriente alterna (AC).

Dos voltímetros AC están conectados a dos resistencias, como se muestra en la figura.



- a)  $V1=V2=0$
- b)  $V1=2 V2$
- c)  $V2=2 V1$
- d)  $V1=V2 \neq 0$

(Tomada de: Grupo Simulación de Sistemas Físicos, Departamento de Física Universidad Nacional de Colombia, Cómo resolver circuitos con las leyes de Maxwell)

Luego, una bobina muy larga, conectada a la red eléctrica, se inserta por el circuito, como se muestra. Se esperaría que el voltaje medido por los dos multímetro sea igual, debido a que las resistencias y los multímetros se encuentran conectados en paralelo, y según las leyes de Kirchhoff la sumatoria de voltajes en un circuito cerrado es igual a cero. Sin embargo, la práctica realizada demuestra que los voltajes en cada resistencia son diferentes y por consiguiente el voltaje no es equivalente a una diferencia de potencial eléctrico.

En el siguiente enlace <https://youtu.be/AKeRr6ZiqQU> se puede encontrar un video realizado para este trabajo, en donde el Profesor José Daniel Muñoz del departamento de Física de la Universidad Nacional presenta y explica la experimentación y el concepto de voltaje.

**ANEXO B: Listado de estudiantes.**

	<b>CODIGO</b>	<b>NOMBRE</b>
1	E1	AGUILAR NATALIA
2	E2	ALARCON ORTEGON JHONATAN
3	E3	CAMACHO PINILLA LAURA VANESSA
4	E4	CORREA TAMAYO JULIETH TATIANA
5	E5	CUELLAR CUELLAR CHRISTIANE STEVE
6	E6	DIAZ MORENO JUAN SEBASTIAN
7	E7	GARZON MALAVER INGRID TATIANA
8	E8	GONZALEZ PARRA CRISTIAN DANIEL
9	E9	GUTIERREZ CAMPOS FERNANDO ESTEBAN
10	E10	MATEUS RODRIGUEZ JULIAN ALEJANDRO
11	E11	MONASTERIO AVILA DIEGO ESTIVEN
12	E12	MONTES HEREDIA NIDELIN XIOMARA
13	E13	ORDUZ PACHON JULIAN CAMILO
14	E14	QUITIAN VARGAS KATHERIN
15	E15	RAMIREZ CUERVO PAULA KATHERINE
16	E16	RINCON ACEVEDO JULIAN RICARDO
17	E17	RIVAS QUESADA YEISON ADRIAN
18	E18	RIVERA GUTIERREZ PAOLA ANDREA
19	E19	ROJAS FLOREZ WILSON CAMILO
20	E20	ROJAS ZAMORA YULIETHE KATERINE
21	E21	SALAZAR FUENTES CRISTIAN ESNEIDER
22	E22	SOLANO ARAQUE NICOLAS
23	E23	SUAREZ VASQUEZ PEDRO SAMUEL
24	E24	TABORDA ZAPATA LENYN ANDRES
25	E25	TRIANA DELGADO JAIRO DANIEL
26	E26	VANEGAS ANDRADE WENDY ALEJANDRA
27	E27	VEGA VALBUENA EIDER YOHAN
28	E28	VILLAMIL REYES ANGIE KATHERINE
29	E29	WALTEROS MENDIVELSO BRAYAN ESTEBAN

**ANEXO C: Prueba Diagnostica.**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
 MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
**PRUEBA DIAGNOSTICA**

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Curso:** \_\_\_\_\_

Observe detenidamente el siguiente video: <https://youtu.be/y2eJj95xYI0>

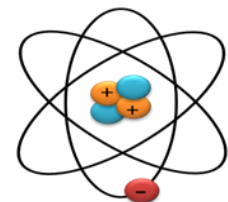
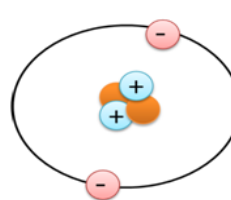
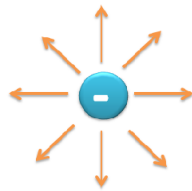
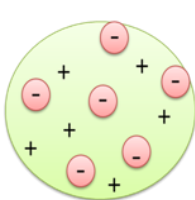
1. Explique: ¿Qué fenómeno(s) se produce(n) entre el globo y las cintas de aluminio?, ¿Por qué se mueven las cintas? (Dibuje se considera necesario)
2. En una escala 0 a 5 (siendo 5 el más relacionado), evalúe la relación de los conceptos escritos a continuación con lo observado en el video.

-Gravedad.	( )	-Campo gravitacional.	( )	-Energía.	( )
-Fuerza.	( )	-Carga eléctrica.	( )		
-Campo electrostático.	( )	-Electrostática	( )		

3. Escriba nuevamente una explicación de la experimentación observada usando los conceptos que usted selecciono como los más relacionados (*en el punto 3*). **Explique su respuesta:**
4. Complete la siguiente oración con las opciones que corresponden (coherencia y relación con el texto) **Explique su respuesta:**

Quando se frota un elemento contra otro se produce una electrización por fricción, el cual es un fenómeno en donde los cuerpos obtienen \_\_\_\_\_. Esto sucede cuando los \_\_\_\_\_ de los átomos de un material son \_\_\_\_\_ los átomos del otro, quedando un material con carga neta positiva y el otro con negativa.

- a) fuerza, neutrones, neutralizados con.
  - b) carga eléctrica, electrones, transferidos a.
  - c) carga eléctrica, protones, arrancados de.
  - d) Electromagnetismo, electrones, transmitidos a.
5. Observe las siguientes imágenes e indique cuál de ellas representa mejor a un átomo con de carga eléctrica positiva (ión positivo). **Explique su respuesta:**



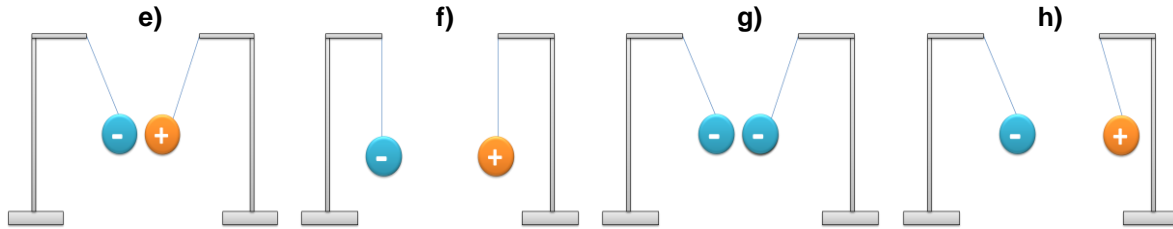
La carga está asociada a los electrones (e) y protones (p) del átomo. Se clasifica en dos tipos: positivas (+) y negativas (-), la carga positiva es atribuida al protón, mientras que la negativa al electrón.

6. Un átomo con carga eléctrica neta (total) negativa (ión negativo) es:
  - a) Un átomo que gana electrones.
  - b) Un átomo que pierde electrones.
  - c) Un átomo con un mismo número de elementos.

d) Ninguna de las anteriores.

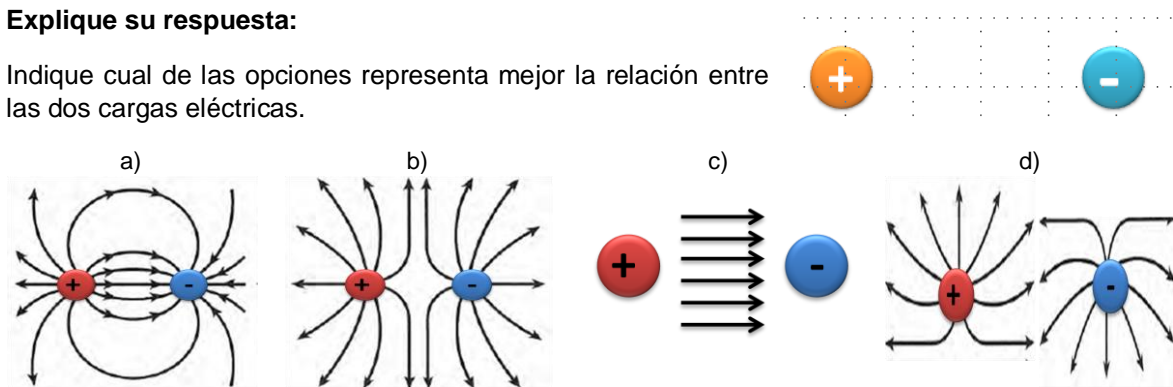
**Explique su respuesta:**

7. Observe las imágenes e indique cuál de ellas es la correcta.



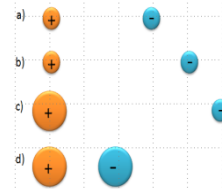
**Explique su respuesta:**

Indique cual de las opciones representa mejor la relación entre las dos cargas eléctricas.



**Explique su respuesta:**

En la siguiente imagen se pueden observar cuatro **casos independientes** que relacionan una carga eléctrica positiva y una negativa, las cuales son diferentes en magnitud y en la distancia de separación.



8. ¿En cuál de las cuatro relaciones se observara una interacción más fuerte que en las demás? **Explique su respuesta:**

Observe las siguientes imágenes y responda ¿Se está realizando trabajo?, ¿Quién lo realiza?

**Explique su respuesta:**

9. TENER LEVANTADA UNA CAJA

- a) Si, el montacargas.
- b) No.
- c) Si, la gravedad.
- d) Si, ninguno.



10. LEVANTAR UNA MALETA DEL SUELO

- a) Si, la gravedad.
- b) Si, el señor.
- c) Si, la fricción del aire.
- d) No



11. UN VASO CAYENDO

- a) No
- b) Si, La mano.
- c) Si, la gravedad.
- d) No, el aire.



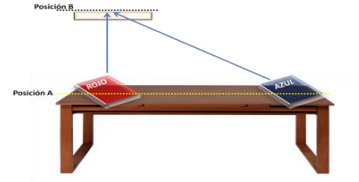
12. EMPUJAR PARA LLEVAR Y DEVOLVER UN DISCO SOBRE UNA SUPERFICIE SIN FRICCIÓN

- a) No
- b) Si, la persona.
- c) Si, el suelo.



13. Se tienen dos libros iguales sobre un escritorio (Posición A) y se desean colocar sobre una repisa en la parte superior (Posición B), si se mueven en la trayectoria en que se indica. Se puede afirmar que respecto a la posición A:

- a) Se está realizando el mismo trabajo sobre cada uno de ellos.  
 b) El trabajo realizado sobre el libro azul es mayor.  
 c) El trabajo realizado sobre el libro rojo es mayor.  
 d) No se realiza trabajo.



14. Asocie cada uno de los términos listados con las imágenes de la derecha y explique por qué las decide relacionarlas.



a)



b)



c)



d)

Energía Electrostática - ( )

Energía Mecánica (Cinética y potencial) - ( )

Energía Eólica) - ( )

Energía Térmica) - ( )

**Explique su respuesta:**

SEGUNDA PARTE:

Observe el siguiente video (<https://www.youtube.com/watch?v=dPiTICv2V9g>)

15. Explique qué sucede en el interior del circuito para que el LED y la calculadora funcionen gracias a él limón y los alambres. **Explique su respuesta:**

*Un circuito eléctrico está compuesto por elementos que cumplen diferentes funciones los cuales se dividen en: Generadores, conductores, elementos de control y receptores o carga.*

Teniendo en cuenta los elementos que componen un circuito y lo observado en el video, indique ¿En cuál de estas categorías podría ubicarse al limón y los alambres? **Explique su respuesta:**

- a) Generadores y conductores.  
 b) Elementos de control.  
 c) Receptores  
 d) Generadores.

16. Analizando los dos videos observados, ¿considera usted hay relación en ellos?

Si \_\_\_\_

No \_\_\_\_

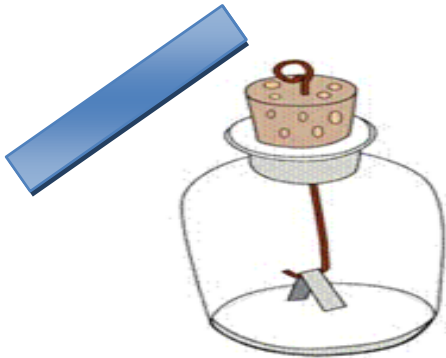
**Explique su respuesta.**

## ANEXO D: Prueba de Cierre.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
**PRUEBA DE CIERRE**

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_

Para responder las preguntas 1, 2, 3, 4 Y 5 analice la siguiente situación:



**Figura 1**

### ELECTROSCOPIO CASERO

El electroscopio es un instrumento que permite verificar la presencia de una carga eléctrica diferente de cero. Consiste en un dispositivo compuesto por un conjunto de elementos (recipiente de vidrio con tapa, una varilla metálica y dos láminas de aluminio delgado) ensamblados entre sí, como se observa en la Figura 1.

Cuando se acerca un objeto electrizado (con carga eléctrica neta diferente de cero) al extremo de la varilla que se encuentra fuera del recipiente, se produce un efecto en el cual las laminillas de aluminio se repelen, separándose.

### Seleccione la opción adecuada y explique su respuesta.

1. Un objeto tiene carga eléctrica diferente de cero cuando:
  - a) Gana o pierde electrones.
  - b) Gana o pierde protones.
  - c) La cantidad de protones y electrones es igual.
  - d) Más de una respuesta es correcta.

### Explique su respuesta:

2. Un cuerpo cargado negativa o positivamente puede trasladar sus propiedades eléctricas por contacto, fricción o frotamiento y por inducción a un material con carga eléctrica neutra. A este proceso se le conoce como electrización. En el electroscopio casero se observa una electrización por:
  - a) Fricción
  - b) Contacto
  - c) Inducción
  - d) Ninguna de las anteriores.

### Explique su respuesta (Analice el funcionamiento del electroscopio):

3. Al acercar un objeto cargado eléctricamente al electroscopio las laminas de aluminio se separan, esto sucede debido a que:
  - a) Las láminas tiene el mismo tipo de carga eléctrica.
  - b) Las láminas tiene diferente tipo de carga eléctrica.
  - c) La carga eléctrica neta de cada lámina es igual a cero.

**El número de protones es mayor que el número de neutrones en los átomos de aluminio.**

**Explique su respuesta:**

4. Cuando el objeto cargado eléctricamente se acerca al electroscopio se observa una mayor reacción en las láminas de aluminio. Esto se debe a que la magnitud de la fuerza electrostática que se produce entre el objeto electrizado y el electroscopio es:
- a) Inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.
  - b) Proporcional a la distancia.
  - c) Igual a cero.
  - d) Constante a cualquier distancia pero se presentan factores externos que alteran la interacción de los cuerpos.

**Explique su respuesta:**

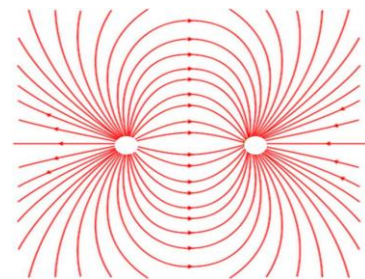
5. Si se aumenta la magnitud de la carga eléctrica del cuerpo electrizado que se acerca al electroscopio, se podría asegurar que la magnitud de la fuerza electrostática producida entre el electroscopio y al objeto electrizado:
- a) aumentaría.
  - b) se mantendría igual
  - c) disminuiría
  - d) sería igual a cero.

**Explique su respuesta:**

6. El campo electrostático puede ser representado mediante patrones conocidos como "líneas de campo electrostático", las cuales describen vectorialmente (magnitud y sentido):
- a) La fuerza electrostática que actuaría sobre una carga de prueba si se colocara en un punto determinado del espacio en donde existe la presencia de un campo electrostático.
  - b) La dirección que tomaría un cuerpo cuando se colocare en un punto determinado del espacio.
  - c) La magnitud eléctrica de una carga.
  - d) Ninguna de las anteriores.

**Explique su respuesta:**

7. La Figura 2 presenta la líneas de campo electrostático producidas por:
- a) Dos cargas puntuales del mismo signo.
  - b) Dos placas cargadas con signo diferente.
  - c) Una carga puntual positiva y una carga puntual negativa.
  - d) Una carga puntual negativa.



**Figura 2**

**Explique su respuesta:**

8. La energía mecánica es la energía que se debe a la posición y al movimiento de un cuerpo. Por lo tanto, es la suma de las energías potencial y cinética de un sistema mecánico. Basado en este enunciado seleccione la opción **INCORRECTA**.

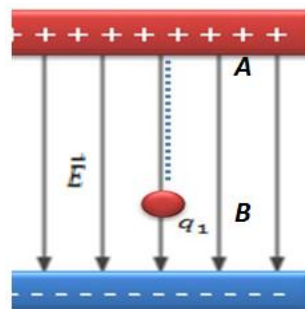


- a) La energía es una propiedad asociada a la materia, la cual es medible y se manifiesta mediante cambios físicos y/o químicos en la naturaleza.
- b) La energía potencial gravitatoria es proporcional a la masa y la altura, de la misma forma que lo es la energía cinética respecto a la masa y la velocidad.
- c) La Ley de conservación de la energía establece que la energía no se crea ni se destruye, tan solo se transforma.
- d) Cuando la altura de un cuerpo aumenta, su energía potencial gravitacional también aumenta. Pero si la altura permanece constante y la masa aumenta, la energía potencial no cambia.

**Explique su respuesta:**

9. En la figura 3 se observa el movimiento de una carga eléctrica en un campo electrostático uniforme. Si la carga se desplaza entre los puntos A y B, se puede afirmar que:

- a) Hay trabajo, lo realiza el campo electrostático y la energía potencial permanece constante.
- b) Hay trabajo, lo realiza el campo electrostático y la carga sufre un cambio de energía potencial.
- c) No hay trabajo porque no existe una fuerza. Por consiguiente tampoco hay energía.
- d) Hay trabajo porque existe una fuerza y un desplazamiento, pero la energía permanece constante.

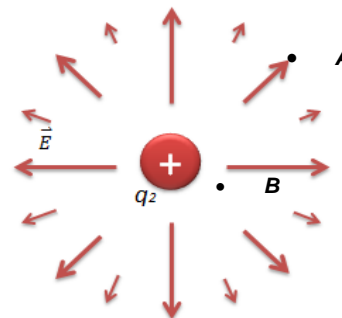


**Figura 3.**

**Explique su respuesta:**

10. La Figura 4 muestra el campo electrostático producido por una carga puntual positiva. Si se ubicara una carga de prueba (positiva) en los puntos A y B se podría afirmar que:

- a) La energía potencial de la carga en el punto A es mayor que en B.
- b) La energía potencial de la carga en el punto B es mayor que en A.
- c) La energía potencial en los dos puntos es igual.
- e) Más de una respuesta es correcta.



**Figura 4**

11. El concepto de potencial electrostático hace referencia a :

- a) La energía potencial que hay entre una carga eléctrica y un punto en el campo electrostático en donde se puede ubicar una carga de prueba.
- b) La variación de la energía potencial.
- c) La magnitud de una carga eléctrica cuando se encuentra en un campo electrostático.
- d) La energía potencial que hay entre dos cargas eléctricas de igual signo.

**Explique su respuesta:**



12. La figura 5 muestra las líneas equipotenciales en un campo electrostático producido por una carga eléctrica puntual positiva. Teniendo en cuenta lo anterior, seleccione la afirmación correcta.

- a) Las líneas equipotenciales determinan la distancia entre la carga y un punto en el campo electrostático.
- b) Las áreas en donde el potencial electrostático no cambia, se conocen como superficies o líneas equipotenciales.
- c) Sobre una línea equipotencial se obtienen diferentes valores de potencial electrostático.
- d) Los puntos A y B tienen diferentes potenciales eléctricos.

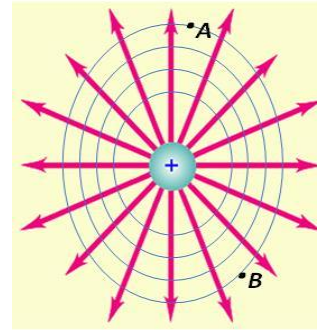


Figura 5

**Explique su respuesta:**

13. Si se moviera una carga eléctrica de prueba (positiva), entre los puntos A y B de un campo electrostático producido por dos placas paralelas. Se podría afirmar que:

- a) Existe una diferencia de potencial electrostático entre los dos puntos.
- b) Hay un cambio en la energía potencial de la carga eléctrica, durante el recorrido entre los dos puntos.
- c) El campo electrostático realiza trabajo para mover la carga eléctrica entre los puntos A y B.
- d) Las afirmaciones anteriores son correctas.

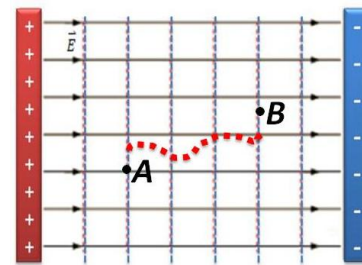


Figura 6

**Explique su respuesta:**

14. Teniendo en cuenta que el voltaje es igual a la diferencia de potencial electrostático entre dos puntos. Seleccione la opción **INCORRECTA**.

- a) El voltaje y la diferencia de potencial electrostático se definen como el trabajo por unidad de carga realizado por la fuerza electrostática cuando una carga se desplaza de A a B.
- b) El voltaje en una línea equipotencial es igual a cero, debido a que no se presenta variación en el potencial electrostático.
- c) El voltaje y la diferencia de potencial electrostático también pueden ser definidos como el cambio de energía potencial en un sistema al mover una carga de prueba  $q_0$  entre dos puntos (a y b).
- d) El voltaje y la diferencia de potencial electrostáticos se relacionan con el cambio de energía potencial y no con el concepto de trabajo.

**Explique su respuesta:**

15. Con sus palabras explique por qué cuando se mide el voltaje en los elementos que conforman un circuito serie, se obtiene un valor mayor de voltaje en la resistencia más grande y menor en la más pequeña. (En su explicación asocie los conceptos trabajados en la propuesta)

## **ANEXO E: Encuesta de satisfacción**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
**ENCUESTA**

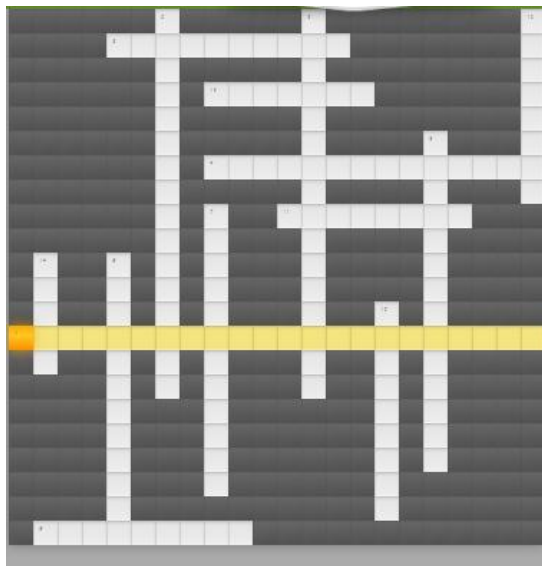
**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Curso:** \_\_\_\_\_

Seleccione según su preferencia solo una de las opciones.

- ¿Qué tanto contribuyo el uso de herramientas virtuales (videos, animaciones, actividades interactivas, simulaciones y juegos) en la comprensión de los conceptos trabajados?
  - a) Nada
  - b) Poco
  - c) Mucho
  - d) Demasiado.
  
- ¿Qué tanto contribuyo el desarrollo de prácticas experimentales (las cintas mágicas, ¿Qué muestran las semillas?, El tubo caprichoso y Encontremos las líneas equipotenciales) en la comprensión de los conceptos trabajados?
  - a) Nada
  - b) Poco
  - c) Mucho
  - d) Demasiado.
  
- Considera usted que la profundización de los conceptos de electrostática, energía y trabajo benefician la comprensión de los fenómenos eléctricos.
  - a) Nada
  - b) Poco
  - c) Mucho
  - d) Demasiado.
  
- Evalué las herramientas virtuales seleccionadas y desarrolladas para la propuesta.
  - a) Malas
  - b) Regulares
  - c) Buenas
  - d) Muy buenas.
  
- Evalué las prácticas experimentales desarrolladas en la propuesta.
  - a) Malas
  - b) Regulares
  - c) Buenas
  - d) Muy buenas.

## ANEXO F: Actividades Educaplay

### Crucigrama línea de tiempo “Historia de la Electricidad” (Actividades de ambientación Sesión 1)



El crucigrama “Historia de la Electricidad” fue elaborado bajo la plataforma Educaplay y puede ser utilizado o descargado en el siguiente enlace:

[http://www.educaplay.com/es/recursoseducativos/1957571/historia\\_de\\_la\\_electricidad.htm](http://www.educaplay.com/es/recursoseducativos/1957571/historia_de_la_electricidad.htm)

#### HORIZONTALES

1. Robert Millikan, descubrió que el electrón poseía:
4. Fue el primero en estudiar las propiedades electromagnéticas del ámbar.
8. La imagen corresponde a:



9. Obra en donde por primera vez aparecen los términos electricidad, atracción eléctrica y fuerza eléctrica.
11. Relación que existe entre la corriente, el voltaje y la resistencia de un circuito.
13. No hicieron aportes que puedan ser considerados importantes en la comprensión de los fenómenos eléctricos y magnéticos

#### VERTICALES

2. Propuso que la electricidad era un fluido neutro y que las sustancias eléctricamente positivas y negativas correspondían al exceso o carencia de dicho fluido.
3. Existen dos tipos de \_\_\_\_\_ diferentes (positivas y negativas).
5. No estaba de acuerdo con la hipótesis de la electricidad como un flujo de sustancias. Él consideraba que esta era producto de las fuerzas de un cuerpo cargado.
6. La reacción de dos materiales con una sustancia salina condujo tiempo después a su fabricación.
7. La fuerza que actúa entre dos cargas, es proporcional al producto de sus magnitudes e inversamente proporcional al cuadrado de sus distancias.
10. Cuando dos piezas son frotadas, se genera entre ellas un fenómeno de:
12. Descubrió el electrón.
14. Sus propiedades de atracción y repulsión sobre objetos livianos ocasionaron asombro e interés en las civilizaciones antiguas.

### Sopa de letras (Actividades de ambientación Sesión 1)

K O J F U E R Z A E L E C T R O S T A T I C A N D  
A A F D T B M V L S A D D J I N R F F A W L U R P  
F U A S R D O N K E C V P Q D O H R K L A T O H N  
M R I W A W D N C L C R B M O Y R Q W I A I U X W  
A X U K B I M S R E F M Y X N A Y A C H J Q S R A  
K B R K A Q Q D N C C Y L J N Q J N F X S I D A O  
O C I J J B K S R T U K J H W T E B E V U F D K A  
C A M P O R I N Q R U D U H I T O H M S E Q S H O  
U D X L P A V W N O B F L J O Q C R E J N U H J F  
W L L U O M H C L S A Y W P S N H L A E E V K E E  
M E O Q R T H V L T J C E V E R A T P C R V S C P  
C Y N K U J W K Q A R D U Y X I L X N X C B W H X  
Y D T K N F N D C T A Q O I C O F E M C I F Q K T  
N E J R I F M S B I L P O N V D X L C L A F C J J  
I C M C D D H J C C M T E H A V M E R W P T E Q V  
R O W P A K F N Y A X T X D K W B C N B O K S O E  
I U N P D C E V C A O C I H L E L T C W T F P O X  
H L U U D R R E J P W C C O O X V R J X E K O X O  
E O L B E S D Q I T I V O N R A X O B L N E L T M  
X M D F C S Y U W R C W C E F T X N O I C R V M R  
D B I D A U Q F T B E L E C T R I Z A C I O N Y W  
A D M E R E J C L M O T R E Q Y K M Q P A Q C F T  
J I N Y C E E D B T D X M O S S Q S C M L V H K Q  
B I L I A L F H K D P T A P O T E N C I A L Q M C  
L A A F E H N V S C E C A R C A E L E C T R I C A

- Carga eléctrica
- Fuerza electrostática.
- Campo.
- Líneas de campo
- Electrización.
- Ley de Coulomb.
- Energía potencial.
- Trabajo por unidad de carga.
- Equipotencial.
- Potencial.
- Voltaje.
- Electricidad.
- Electrostática.
- Diferencia de potencial.
- Electrón.

La sopa de letras “Historia de la Electricidad” fue elaborada bajo la plataforma Educaplay y puede ser utilizada o descargada en el siguiente enlace:

[http://www.educaplay.com/es/recursoseducativos/1957746/historia\\_de\\_la\\_electricidad.htm](http://www.educaplay.com/es/recursoseducativos/1957746/historia_de_la_electricidad.htm)

## Test Energías (Actividad de refuerzo sesión 4)

**ENERGIAS**

**100**  
PUNTOS

**00:34**  
TIEMPO

2.

Responde las siguientes preguntas con base en lo...

Determine la energía potencial de una piedra de 2,5Kg, si se lanza a una altura de 2 metros.

49 N

Anterior 2/5 Siguiente

#	PREGUNTA	RESPUESTA
1	Se presentan cuatro imágenes relacionadas al concepto de energía y se pregunta que relacionan.	Energía
2	Nuevamente se presentan las imágenes de la pregunta numero uno y se solicita seleccionar la que mejor representa el proceso de transformación entre la energía cinética y potencial.	La imagen de una montaña rusa.
3	Complete la siguiente frase con las palabras indicadas: "La Ley de conservación de la energía establece que la _____, _____ ni se _____, tan solo se _____.	energía, no se crea, destruye, transforma.
4	La ecuación de la energía potencial establece que está es _____ a la masa y la _____	proporcional, altura
5	¿Cuál es la unidad de medida de la energía?	Joule, Newton-metros
6	Determine la energía potencial de una piedra de 2,5Kg si se lanza a una altura de 2 metros.	49J
7	Seleccione las ecuaciones usadas para determinar la energía potencial y cinética.	$U = mgh$ $K = \frac{1}{2}mV^2$
8	Calcule la energía cinética de una bala que lleva una bala de 8g, si su velocidad es de 400m/s	640J

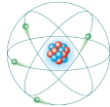
El *Test Energías* se puede consultar en la Página Web o en el enlace: <http://www.educaplay.com/es/recursoseducativos/2024703/energias.htm>

**ANEXO G: Preguntas y respuestas de la actividad ¿Quién quiere ser Mr. Voltios?**

#	PREGUNTA	RESPUESTA	DISTRACTORES
1	Son considerados la unidad básica de la materia.	Átomos	-Cuerpos. -Fuego, Aire, tierra y Agua. -El alma.
2	El átomo está compuesto por:	Electrones, protones y neutrones.	-El núcleo y los electrones. -Electrones y protones. -Núcleo, electrones y orbitas.
3	El núcleo de un átomo se conforma por:	Protones y neutrones.	-Electrones y protones. -Neutrones y protones. -La afirmación no es correcta.
4	Un átomo en equilibrio eléctrico,	Tiene igual número de electrones y protones.	-Tiene más protones que electrones. -Tiene más electrones. -Tiene igual número de protones y neutrones, pero menos electrones.
5	El modelo atómico de Bohr establece que los electrones:	Se mueven alrededor del núcleo en diferentes niveles de energía.	-Hacen parte del núcleo. -Son más grandes que los protones. -Son estáticos.
6	La atracción entre dos cuerpos, luego de ser uno frotado es un fenómeno.	Electrostático.	-Magnético. -Electromagnético. -Gravitacional.
7	La carga eléctrica atribuida a los electrones es.	Negativa.	-Positiva. -Neutra. -No tiene.
8	La carga eléctrica asignada al protón es:	Positiva.	-Fuerte. -Negativa -Neutra.
9	La unidad de medida de la carga eléctrica es:	El Coulomb	-El amperio. -El cuanto. -Voltios.
10	La carga eléctrica neta, hace referencia a un material con:	Exceso o carencia de electrones.	-Con muchos electrones. -Átomos. -Que atrae objetos.
11	Un material con carga eléctrica negativa es:	Un material con exceso de electrones.	-Un cuerpo con carencia de electrones. -Un material sin electrones. -Un cuerpo con un mismo número de protones y electrones.
12	Los métodos por el cual un cuerpo obtiene carga son:	Conducción, fricción e inducción.	-Conducción y neutralización. -Fricción, inducción y recarga. -Conducción, fricción y saturación.

<b>13</b>	Cuando se frota un globo con un trapo,	Se transmiten electrones de un cuerpo a otro.	-Los dos objetos obtienen la misma carga. -Se transmiten los protones de un material a otro. -Se genera una fuerza de repulsión.
<b>14</b>	Cuando se frota un globo con un trapo, los cuerpos obtienen una carga eléctrica por	Fricción.	-Inducción -Conducción -No obtienen carga eléctrica.
<b>15</b>	Dos cargas eléctricas de igual signo.	Generan una fuerza de repulsión.	-Se atraen. -Tienen átomos iguales. -No interactúan.
<b>16</b>	Dos cargas eléctricas de diferente signo.	Se atraen.	-Se repelen. -No interactúan. -Son más fuertes.
<b>17</b>	La magnitud de la fuerza entre dos cargas eléctricas es:	Proporcional a sus magnitudes.	-Proporcional a sus distancias. -Equivalente a la magnitud por la distancia. -Inversamente proporcional a las magnitudes.
<b>18</b>	La magnitud de la fuerza entre dos cargas eléctricas es:	Inversamente proporcional al cuadrado de su distancia.	-Proporcional a sus distancias. -Equivalente a la magnitud por la distancia. -Inversamente proporcional a las magnitudes.
<b>19</b>	La ley que determina la característica de la fuerza eléctrica es:	Ley de Coulomb	-Ley de Ampere. -Ley de Ohm. -Ley de Kirchoff.
<b>20</b>	La fuerza eléctrica es un vector, por consiguiente tiene.	Magnitud y dirección.	-Magnitud. -Dirección. -Ninguna de las anteriores.

**ANEXO H: Guías de trabajo.**

<b>Sesión 1</b>			
<b>Título:</b>	<i>¿Qué son las cargas eléctricas?</i>		
<b>Duración:</b>	Dos bloques de clase.		
<b>Objetivos:</b>	Fortalecer en los estudiantes el concepto de carga eléctrica y la comprensión de las propiedades que se les atribuye, a través de la realización y presentación de algunas experimentaciones sobre fenómenos electrostáticos.		
<b>Descripción de las actividades</b>	<b>Momentos de la sesión</b>	<b>Lo que se espera de los estudiantes</b>	<b>Intervenciones del docente.</b>
	<b>Actividades de Ambientación:</b> Los estudiantes de forma individual y a través de la página Web, deberán realizar las tres actividades que se describen a continuación: - Observar la línea de tiempo "Historia de la Electricidad". - Resolver un crucigrama y una sopa de letras con base en la información presentada en la línea de tiempo. - En grupos de tres personas, deberán realizar un video de un experimento relacionado con un fenómeno electrostático.	Se espera que los estudiantes mediante la realización de las actividades de ambientación asignadas conozcan sobre la historia del desarrollo de la electricidad, también que identifiquen y relacionen términos de electrostática.	El profesor previamente ha diseñado la línea de tiempo y la página Web de trabajo.  De manera dinámica debe invitar a los estudiantes a participar activamente en las actividades y a consultar activamente la página Web dispuesta para el curso.
	<b>Actividades de Desarrollo:</b> - Presentación de un fragmento (minuto 17:20 a 27:00) del sexto capítulo de la Serie Cosmos "A Space-Time Odyssey". - De manera magistral se trabaja con los estudiantes los temas: estructura atómica, concepto de carga eléctrica y métodos por el cual un material obtiene carga. 	Que comprendan que: -La materia está compuesta por átomos y estos a su vez se conforman por los protones, neutrones y electrones. -La carga eléctrica es atribuida a los protones y los electrones, su unidad de medida es el Coulomb y por convención se le asigna al electrón carga eléctrica negativa y al protón positiva. -La carga eléctrica neta, hace referencia a un material con exceso o carencia de electrones. -Un material puede obtener carga eléctrica mediante conducción, fricción e inducción.	El docente haciendo uso de presentaciones y de forma dinámica presentara los conceptos propuestos.  Constantemente debe indagar sobre la comprensión de los conceptos trabajados.
	<b>Actividades de refuerzo:</b> Se presentan algunos de los videos realizados por los estudiantes y se discute sobre la explicación de los fenómenos observados.	Que los jóvenes participen en la explicación de los fenómenos electrostático, refuercen sus conocimientos y aclaren las dudas surgidas.	Acompañar el proceso de los estudiantes.  Orientar y atender posibles dificultades y dudas existentes.
<b>Recursos</b>	- Materiales de fácil acceso para el desarrollo de las experimentaciones. - La página web desarrollada. - Dispositivos de proyección (Computador y Video-beam)		
<b>Productos académicos</b>	Los estudiantes registraran en video una experimentación de un fenómeno electrostático y lo compartirán con sus compañeros a través de la página web.		
<b>Evaluación</b>	- La evaluación es un proceso continuo, por tal razón se acompañara a los estudiantes en todo el desarrollo de la actividad. - Se llevara un diario de campo o anecdótico.		



Sesión 2			
<b>Título:</b>	<i>Las cintas mágicas</i>		
<b>Duración:</b>	Dos bloques de clase.		
<b>Objetivos</b>	Analizar los factores que determinan la magnitud de la fuerza que se produce entre dos cargas eléctricas, su relación directamente proporcional respecto a la magnitud de las cargas e inversamente proporcional a la distancia de separación entre éstas.		
<b>Descripción de las actividades</b>	<i>Momentos de la sesión</i>	<i>Lo que se espera de los estudiantes</i>	<i>Intervenciones del docente.</i>
	<b>Actividades de Ambientación :</b>  Desarrollo de la práctica experimental, mediante la Metodología de Aprendizaje Activo. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se tienen cuatro trozos de cinta "mágica", dos (A y B) se adhieren a una superficie de material aislante y las dos restantes (C y D) se pegan sobre las primeras cintas colocadas, luego se frota, se separan y se colocan alejadas una de la otra.</li> <li>- Se plantea al grupo la siguiente interrogante: <b>¿Qué sucederá al acercar las cintas (A y B), (C y D) y (A y C)?</b></li> <li>- Predicciones..</li> <li>- Desarrollo de la experimentación y confrontación de resultados.</li> </ul>	Se espera que los estudiantes participen activamente del desarrollo de la experimentación, que planteen predicciones basadas en sus conocimientos previos y los confronten con los fenómenos observados.  Que analicen los resultados de la práctica y a partir de esta las características de la fuerza eléctrica determinada por la Ley de Coulomb.	De manera dinámica el profesor motiva a los estudiantes a participar, redactando las predicciones de la experimentación que se va a desarrollar.  Luego desarrolla y guía el desarrollo de la práctica, garantizando la atención de los estudiantes
	<b>Actividades de Desarrollo:</b>  Con base en los resultados obtenidos de la experimentación, se realiza un análisis de la fuerza eléctrica respecto a la distancia entre las cargas eléctricas y sus magnitudes. De manera magistral se realiza explicación de las características de la fuerza eléctrica y se presenta la ecuación establecida por la Ley de Coulomb.	La magnitud de la fuerza eléctrica que se genera por la interacción de dos cargas eléctricas, es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de su distancia y actúa en la dirección de la línea que une las cargas.	El docente haciendo uso de presentaciones y de forma dinámica presentara los conceptos propuestos.  Constantemente debe indagar sobre la comprensión de los conceptos trabajados.
	<b>Actividades de refuerzo:</b> Se realiza un pequeño concurso al estilo de "Quién quiere ser millonario". -Se invita al resto del grupo a participar a través de la página Web.	Los estudiantes participan activamente en el concurso, refuerzan los conceptos trabajados a partir de la dinámica del juego y se retroalimentan con los conocimientos de sus compañeros.	Acompañar el proceso de los estudiantes y la dinámica de la actividad. Orientar y atender posibles dificultades.
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiales de fácil acceso para el desarrollo de las experimentaciones.</li> <li>- La página web desarrollada y el video "las cintas mágicas"</li> <li>- Herramienta virtual "Quién quiere ser Mr. Voltios"</li> </ul>		
<b>Productos académicos</b>	Los estudiantes establecerán predicciones por escrito y análisis de la experimentación.		
<b>Evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formato de predicciones.</li> <li>- La evaluación es un proceso continuo, por tal razón, se acompañara a los estudiantes en todo el desarrollo de la actividad.</li> </ul>		

**Sesión 3**

<b>Título:</b>	<i>¿Que muestran las semillas?</i>		
<b>Duración:</b>	Dos bloques de clase		
<b>Objetivos:</b>	Que los estudiantes comprendan el concepto de campo eléctrico y observen mediante prácticas experimentales las líneas que se forman por la interacción de cargas eléctricas.		
<b>Descripción de las actividades</b>	<b>Momentos de la sesión</b>	<b>Lo que se espera de los estudiantes</b>	<b>Intervenciones del docente.</b>
	<b>Actividad de Ambientación:</b> Mediante la Metodología de Aprendizaje Activo, se plantea y se desarrolla con el grupo la siguiente experiencia: - Se tiene aceite en una refractaria de vidrio, en su interior se colocan dos terminales metálicos separados y conectados a un generador de Van Der Graf encendido. - Se pregunta al grupo: <b>¿Qué sucederá cuando se esparzan pequeñas semillas de linaza sobre el aceite?</b> - Predicciones individuales y grupales. - Desarrollo de la experimentación y confrontación de resultados.	Se espera que los estudiantes participen activamente del desarrollo de la experimentación, que planteen predicciones basados en sus conocimientos previos y los confronten con los fenómenos observados.  Que comprendan que cuando dos o más cargas eléctricas interactúan, producen un campo electrostático que puede ser representado mediante patrones conocidos como líneas de campo.  Las líneas de campo electrostático depende de la magnitud de la carga, el tipo de carga y la forma del material conductor (polo) en donde se acumulan las cargas eléctricas.	De manera dinámica el profesor motiva a los estudiantes a participar, redactando las predicciones de la experimentación que se va a desarrollar.  Luego desarrolla la práctica, garantizando la atención de los estudiantes  Finalmente sirve como mediador entre el conocimiento y los estudiantes.
	<b>Actividad de Desarrollo :</b> Con base en lo observado en la experimentación desarrollada, las predicciones y los análisis planteados por los estudiantes, se orienta al grupo hacia la definición de campo electrostático y la ecuación establecida para éste. Se estudian las líneas de campo que se producen por la interacción de dos cargas puntuales iguales o diferentes y dos placas paralelas. Como recurso de apoyo a la actividad de desarrollo, se sugiere utilizar la herramienta virtual "Cargas y Campos"	Se espera que los jóvenes comprenda que: -La presencia de una carga eléctrica genera un campo de fuerza que permea el espacio circundante y cuyo límite es considerado, razón por la cual puede tener efecto sobre cualquier otra carga eléctrica ubicada en el espacio. -La magnitud del campo eléctrico en SI es Newton sobre coulomb (N/C), y su dirección depende de cuál es la carga neta que lo produce. -El campo electrostático puede ser representado mediante patrones conocidos como líneas de campo.	El docente haciendo uso de presentaciones y de forma dinámica presentara los conceptos propuestos.  Constantemente debe indagar sobre la comprensión de los conceptos trabajados.
	<b>Actividades de refuerzo (Trabajo en casa):</b> Se invita a los jóvenes a participar en el juego "Electric Field Hockey" de PHET Interactive Simulations, a través de la página web.	Participen en el juego activamente y con el afiancen el concepto de campo eléctrico. Como evidencia deberán enviar una imagen en donde se muestre los logros obtenidos.	Motivar, orientar y atender posibles dificultades.
<b>Recursos</b>	- Materiales de fácil acceso para el desarrollo de las experimentaciones. - La página web desarrollada y el video "¿Que muestran las semillas?" - Dispositivos de proyección (Computador y Video-beam)		
<b>Productos académicos</b>	Los estudiantes enviaran pantallazos de los niveles alcanzados en el juego, evidencia de la comprensión del concepto de campo eléctrico.		
<b>Evaluación</b>	- Formato de predicciones. - Se llevara un diario de campo o anecdotario.		

Sesión 4			
<b>Título:</b>	<i>El tubo caprichoso</i>		
<b>Duración:</b>	Dos bloques de clase.		
<b>Objetivos</b>	Fortalecer la comprensión del concepto de energía, los tipos (particularmente la energía Cinética y Potencial), el proceso de transformación y la ley de conservación de la energía, a través de análisis cualitativos y cuantitativos de diferentes situaciones.		
<b>Descripción de las actividades</b>	<b>Momentos de la sesión</b>	<b>Lo que se espera de los estudiantes</b>	<b>Intervenciones del docente.</b>
	<b>Actividad de Ambientación:</b> Desarrollo de la práctica experimental "El tubo caprichoso" mediante MAA. <ul style="list-style-type: none"> <li>- El profesor previamente diseña el dispositivo</li> <li>- Se pregunta al grupo ¿Qué hace que el tubo se detenga y regrese a la posición inicial?</li> <li>- Predicciones individuales y grupales.</li> <li>- Se presenta el video "Vasos inquietos" y se confrontan los resultados.</li> </ul>	Se espera que los jóvenes analicen el comportamiento del dispositivo y se aproximen al concepto de energía potencial, particularmente la energía potencial.	De manera dinámica el profesor motiva a los estudiantes a participar, redactando las predicciones de la experimentación que se va a desarrollar.  Sirve como mediador entre el conocimiento y los estudiantes.
	<b>Actividad de Desarrollo:</b>  De forma magistral se realiza una introducción sobre el concepto de energía, la ley de conservación y el proceso de transformación que se evidencia en múltiples manifestaciones de la energía en el universo. Enseguida, se realiza análisis cualitativo y cuantitativo de las energías potencial y cinética, se desarrollan algunos ejercicios y se analizan una situación en donde se observa la transformación y conservación de energía cinética a potencial o viceversa.	Se espera que comprenda que: -La energía es una propiedad asociada a la materia, la cual es medible y se manifiesta mediante cambios físicos y químicos en la naturaleza. -La Ley de conservación de la energía establece que la energía no se crea ni se destruye, tan solo se transforma. -La energía cinética de un cuerpo, es la energía que se posee respecto a su movimiento. La energía potencial hace referencia al potencial que tiene un cuerpo para realizar trabajo producto de su posición. -La energía potencial es proporcional a la masa y la altura, de la misma forma que lo es la energía cinética respecto a la masa y la velocidad.	Direccionara a los estudiantes hacia el análisis de los conceptos propuestos.  Haciendo uso de presentaciones y de forma dinámica presentara los conceptos propuestos.  Constantemente debe indagar sobre la comprensión de los conceptos trabajados.
	<b>Actividades de refuerzo:</b> Se presentara a través de la página Web el video "Luz en movimiento", el cual muestra una situación particular de transformación y conservación de la energía. Para esta actividad los estudiantes deberán contestar el test titulado "Energías".	Se espera que los jóvenes analicen mediante el video el proceso de transformación y conservación de la energía.  Resolverán el test con base en los contenidos desarrollados en clase y enviaran evidencia de los resultados obtenidos.	Motivar, orientar y atender posibles dificultades.
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiales de fácil acceso para el desarrollo de las experimentaciones.</li> <li>- La página web desarrollada y video "Luz en movimiento" y "El tubo mágico"</li> <li>- Dispositivos de proyección (Computador y Video-beam)</li> </ul>		
<b>Productos académicos</b>	Los estudiantes llenaran un formulario sobre el video "luz en movimiento" y enviaran evidencia de los resultados alcanzados en el test "Energías".		
<b>Evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formato de predicciones.</li> <li>- Se llevara un diario de campo o anecdotario.</li> </ul>		

**Sesión 5**


<b>Título:</b>	<i>¿Cómo sabes si estás trabajando?</i>		
<b>Duración:</b>	Dos bloques de clase		
<b>Objetivos:</b>	Lograr que los estudiantes comprendan el concepto de trabajo, sus propiedades, su equivalencia con el cambio de energía cinética y/o potencial, y lo asocien a fenómenos electrostáticos.		
<b>Descripción de las actividades</b>	<b>Momentos de la sesión</b>	<b>Lo que se espera de los estudiantes</b>	<b>Intervenciones del docente.</b>
	<b>Actividades de Ambientación:</b> Se presenta a los estudiantes siete situaciones para que las analicen y definían, si se está realizando trabajo y quién lo realiza. Inicialmente los análisis deben ser individuales y luego, en grupos de cuatro estudiantes se socializan y se busca llegar un a un consenso para cada situación.	Se espera que los jóvenes analicen las imágenes presentadas y con base en sus preconceptos establezcan para cada una si se está realizando trabajo y quién lo realiza.  Posteriormente, con sus análisis se discutirán las características del concepto de trabajo.	El profesor motiva a los estudiantes para que participen y expresen sus análisis.  Orienta y acompaña constantemente, mientras los jóvenes discuten sus posiciones.
	<b>Actividad de Desarrollo:</b> La actividad inicia con la indagación de los pre-conceptos que tienen los estudiantes sobre trabajo. Luego, de forma magistral y con la ayuda de diapositivas se analizan las características del trabajo respecto a la fuerza y el desplazamiento, y su relación con el cambio de energía mecánica en un sistema (teorema de energía y trabajo).  Se socializan los análisis realizados por los estudiantes sobre las situaciones presentadas en la actividad de ambientación, se confrontan con las explicaciones dadas y se aclaran las dudas que se presenten. Finalmente, se realiza un paralelo entre el trabajo mecánico y trabajo electrostático.	Se espera que los jóvenes : - Puedan identificar que cuando se realiza trabajo sobre un sistema, debe existir un agente externo que produce esta interacción. -Identifican quién realiza el trabajo. -El trabajo sobre un cuerpo puede ser positivo, negativo o cero dependiendo de la relación entre la dirección de la fuerza y la dirección del desplazamiento. -Cuando la dirección de la fuerza aplicada no es paralela a la del movimiento, solamente la componente paralela a la dirección del movimiento producirá trabajo diferente de cero. -El trabajo puede entenderse en términos de energía mediante el teorema de trabajo-energía, el cual establece que cuando se realiza un trabajo, hay un cambio en el estado de energía del sistema..	Direccionara a los estudiantes hacia el análisis de los conceptos propuestos.  Haciendo uso de presentaciones y de forma dinámica presentara los conceptos propuestos.  Constantemente debe indagar sobre la comprensión de los conceptos trabajados.
	<b>Actividad de refuerzo:</b> Los estudiantes deberán analizar dos situaciones de trabajo electrostático y responder unas preguntas.	Mediante el desarrollo de la actividad propuesta, se espera que los jóvenes afiancen el concepto de trabajo.	Motivar, orientar y atender posibles dificultades.
<b>Recursos</b>	- Materiales de fácil acceso para el desarrollo de las experimentaciones. - La página web desarrollada. - Dispositivos de proyección (Computador y Video-beam)		
<b>Productos académicos</b>	Los estudiantes realizaran análisis y enviaran evidencia de los resultados alcanzados.		
<b>Evaluación</b>	- Se llevara un diario de campo o anecdotario. - Los jóvenes entregaran las actividades realizadas.		

Sesión 6			
<b>Título:</b>	<i>Comprendamos que es el voltaje</i>		
<b>Duración:</b>	Dos bloques de clase.		
<b>Objetivos:</b>	Lograr que los estudiantes comprendan el concepto de voltaje como diferencia de potencial electrostático. En otras palabras, el trabajo por unidad de carga realizado por la fuerza electrostática cuando una UNIDAD de carga se desplaza de A a B; y el cambio de energía potencial en un sistema al mover una carga de prueba $q_0$ entre dos puntos (A, B).		
<b>Descripción de las actividades</b>	<b>Momentos de la sesión</b>	<b>Lo que se espera de los estudiantes</b>	<b>Intervenciones del docente.</b>
	<b>Actividad de Ambientación:</b> Se retoma el análisis realizado a las situaciones planteadas en la actividad de refuerzo de la sesión de trabajo anterior, se enfatiza particularmente en las características de la energía potencial eléctrica de una carga de prueba respecto a una carga puntual fuente (positiva o negativa), un conjunto de cargas y un campo electrostático uniforme. Se solicita a los jóvenes realizar un análisis cualitativo de la energía potencial electrostática de dos situaciones.	Que los jóvenes mediante la actividad de ambientación retomen y fortalezcan el concepto de energía potencial electrostática y aclaren las dudas que se pudieron presentar en la sesión anterior.	El docente aclara las dudas y debilidades que se hayan presentado en la comprensión del concepto de energía potencial.
	<b>Actividad de Desarrollo:</b> Usando las situaciones propuestas en la actividad de ambientación (sobre el concepto de energía potencial electrostática), se desarrolla con los estudiantes los conceptos de potencial, diferencia de potencial electrostática o voltaje y líneas equipotenciales. En el desarrollo de la actividad se enfatiza en la definición establecida para el voltaje desde el concepto de trabajo y el cambio de energía potencial electrostática por unidad de carga. En la explicación el profesor podrá usar como herramienta de apoyo la simulación de Phet "Cargas y Campos".	Se espera que identifiquen que: -El concepto de potencial eléctrico hace referencia a la energía potencial por unidad de carga, en otras palabras, la energía potencial que hay entre una carga eléctrica y un punto cualquiera en el campo en donde se ubicara una carga de prueba. -El voltaje es igual al trabajo que debe realizarse para mover una carga eléctrica de prueba de un punto A al punto B; también puede definirse como el cambio de energía potencial en un sistema al mover una carga entre dos puntos. -Al mover una carga de forma perpendicular al campo, el potencial eléctrico es constante, debido a que la diferencia de potencial y el trabajo eléctrico son iguales a cero	Direccionara a los estudiantes hacia el análisis de los conceptos propuestos.  Haciendo uso de presentaciones y de forma dinámica presentara los conceptos propuestos.  Constantemente debe indagar sobre la comprensión de los conceptos trabajados.
	<b>Actividad de refuerzo:</b> Se desarrollara con los estudiantes la práctica experimental titulada "Encontremos las líneas equipotenciales"	Mediante el desarrollo de la práctica experimental los jóvenes fortalecerán la comprensión de los conceptos trabajados.	Motivar, orientar y atender posibles dificultades.
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiales de fácil acceso para el desarrollo de las experimentaciones.</li> <li>- La página web desarrollada.</li> <li>- Dispositivos de proyección (Computador y Video-beam)</li> </ul>		
<b>Productos académicos</b>	Los estudiantes realizaran análisis y entregaran solución de la práctica experimental propuesta.		
<b>Evaluación</b>	- Se llevara un diario de campo o anecdotario.		

**Sesión 7**

<b>Título:</b>	<i>Análisis de voltaje en circuitos eléctricos</i>		
<b>Duración:</b>	Dos bloques de clase.		
<b>Objetivos:</b>	Plantear situaciones problemáticas para que los estudiantes analicen y asocien el voltaje medido en circuitos eléctricos (serie y paralelo) con los conceptos de carga, fuerza, campo electrostático, energía y trabajo.		
<b>Descripción de las actividades</b>	<b>Momentos de la sesión</b>	<b>Lo que se espera de los estudiantes</b>	<b>Intervenciones del docente.</b>
	<b>Actividad de Ambientación:</b> Se solicita a los estudiantes implementar un circuito eléctrico serie y uno paralelo con resistencias eléctricas de diferente valor. Luego se solicita que desarrollen los siguientes puntos: -Con la ayuda del multimetro obtenga los valores de resistencia y voltaje. -Analice y explique los resultados obtenidos del voltaje en cada resistencia según la definición establecida para éste.	Que los estudiantes analicen el comportamiento del voltaje en circuitos eléctricos sencillos y asocien en sus explicaciones los conceptos de trabajo y cambio de energía.	El docente aclara las dudas y debilidades que se hayan presentado en la comprensión del concepto de energía potencial.
	<b>Actividad de Desarrollo:</b>  De forma magistral se presenta y explica el funcionamiento de las fuentes fem, la definición establecida para la corriente y las características de la ley de ohm. Motivando la participación de los estudiantes, se realiza un análisis a los resultados obtenidos en la actividad de ambientación y se refuerza el concepto de voltaje mediante los conceptos desarrollados durante la propuesta.	Se espera que identifiquen que: -El voltaje es directamente proporcional al valor de la resistencia, lo cual significa que se presenta mayor variación del potencial eléctrico en resistencias más grandes. Esto significa, que si una carga eléctrica se desplaza por dos resistencias, la variación de la energía potencial eléctrica será mayor en la resistencia más grande. - El voltaje sobre un conductor es prácticamente cero, debido a que la variación del potencial eléctrico es mínima. -El voltaje en un circuito paralelo es el mismo para cada uno de los elementos que lo conforman.	Direccionara a los estudiantes hacia el análisis de los conceptos propuestos.  Haciendo uso de presentaciones y de forma dinámica presentara los conceptos propuestos.  Constantemente debe indagar sobre la comprensión de los conceptos trabajados.
	<b>Actividad de refuerzo:</b> Se realiza un repaso de los conceptos trabajados durante la propuesta.	Se refuerzan los conceptos trabajados.	Motivar, orientar y atender posibles dificultades.
<b>Recursos</b>	- Materiales de fácil acceso para el desarrollo de las experimentaciones. - Dispositivos de proyección (Computador y Video-beam)		
<b>Productos académicos</b>	Los estudiantes realizaran análisis y entregaran solución de la práctica experimental propuesta.		
<b>Evaluación</b>	- Se llevara un diario de campo o anecdotario.		

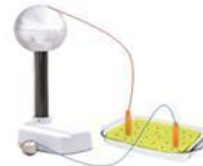
## ANEXO I: Formatos de predicciones

PREDICCIONES SESION 2 "LAS CINTAS MAGICAS"	
<p>Se tienen cuatro trozos de cinta "mágica", dos (A y B) se adhieren a una superficie de material aislante y las dos restantes (C y D) se pegan sobre las primeras cintas colocadas, luego se frotran, se separan y se colocan alejadas una de la otra. <a href="https://youtu.be/CQ_TVEIqj7Y">https://youtu.be/CQ_TVEIqj7Y</a>.</p> <p style="text-align: center;"><b>¿Qué sucederá al acercar las cintas (A y B), (C y D) y (A y C)?, ¿Por qué?</b></p>	
PREDICCIONES INDIVIDUALES	
Nombre: _____	
Nombre: _____	
Nombre: _____	
Nombre: _____	
PREDICCIÓN GRUPAL	
CONFRONTACION DE RESULTADOS	



**PPREDICCIONES SESION 3 “¿Qué muestran las semillas?”**

Se tiene aceite en una refractaria de vidrio, en su interior se colocan dos terminales metálicos separados y conectados a un generador de Van Der Graf encendido. <https://www.youtube.com/watch?v=ORVRVruqvLA>.



**¿Qué sucederá cuando se esparzan pequeñas semillas de linaza sobre el aceite?**

**PREDICCIONES INDIVIDUALES**

Nombre:

\_\_\_\_\_

Nombre:

\_\_\_\_\_

Nombre:

\_\_\_\_\_

Nombre:

\_\_\_\_\_

**PREDICCIÓN GRUPAL**

**CONFRONTACION DE RESULTADOS**



### PPREDICCIONES SESION 4 "Como sabes si estás trabajando?"

Se toma el dispositivo se hace rodar sobre una superficie plana o sobre el suelo). Posteriormente, se observara que el tubo se desplazaran hasta un punto, luego se frenaran y se devuelve.



**¿Qué hace que el tubo se detenga y regrese a la posición inicial?**

### PREDICCIONES INDIVIDUALES

Nombre:

\_\_\_\_\_

Nombre:

\_\_\_\_\_

Nombre:

\_\_\_\_\_

Nombre:

\_\_\_\_\_

### PREDICCIÓN GRUPAL

### CONFRONTACION DE RESULTADOS

## **ANEXO J: Actividades**

### **Video practica experimental (Actividades de ambientación Sesión 1)**

#### **PRACTICA EXPERIMENTAL**

Para el desarrollo del video basado en una práctica experimental de los fenómenos electrostáticos, tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Conformar grupos de tres personas.
- Realice un video en donde se observe el desarrollo de una práctica experimental de fenómenos electrostáticos.
- El video debe ser de una duración entre 2 y 4 minutos.
- Debe tener en cuenta que el video quede con buen sonido, buena iluminación y se debe priorizar en mostrar la practica experimental (tener en cuenta los fondos del video, los cuales no deben ser elementos de distracción).
- Utilice idealmente una cámara fotográfica o de video con buena resolución.
- El video también debe ser editado y para eso se recomienda usar programas especializados como: Moviemaker, Camtasia Studio, etc. (En youtube se encuentran tutoriales al respecto)
- Se debe dar al video la siguiente estructura:
  - Introducción ( Materia, colegio, integrantes)
  - Indicar que se va a realizar una práctica experimental.
  - Mostrar y nombrar los materiales a utilizar.
  - Mostrar la practica experimental (si es necesario repetirlo varias veces, se debe hacer)
  - Hacer una o dos variaciones en la práctica experimental.
  - Hacer una conclusión sobre lo sucedido en la experimentación (coherente, fundamentada, clara, analizada y seria)
- El video debe ser subido a youtube y compartido mediante un formulario que se encontrara en la página web: <https://sites.google.com/site/mrvoltios1002/> (Mr.Voltios 1002)





#### **PRACTICAS A REALIZAR:**



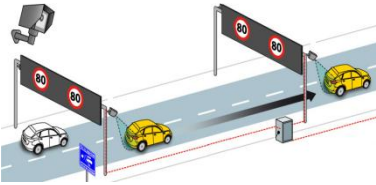
- Un globo interactuando con cintas de aluminio.
- Un globo interactuando, trozos de papel y semillas pequeñas.
- Un globo interactuando con un delgado hilo de agua.
- Un globo interactuando con una lata de gaseosa.
- Un globo interactuando con burbujas de jabón.
- Un guante de cirugía interactuando con cinta de teflón.
- Construcción y funcionamiento de Electroscopio casero.
- Construcción y funcionamiento Péndulo electroscopio.

**ACTIVIDAD DE AMBIENTACIÓN SESION 5**  
**¿Cómo sabes si estás trabajando?**

Analicen y definan si se está realizando trabajo y quién lo realiza (Inicialmente los análisis deben ser individuales y luego, en grupos de cuatro estudiantes se socializan y se busca llegar un a un consenso para cada situación) **NOMBRES:**

\_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ .

SITUACIÓN	ANALISIS	CONFRONTACIÓN
<p>Una gota de lluvia cayendo</p>  <p><b>¿Hay trabajo?, ¿Quién lo realiza?</b></p>		
<p>Dos hombres sosteniendo cajas iguales</p>  <p><b>¿Realizan trabajo?, ¿Cuál de los dos realiza más trabajo?</b></p>		
<p>Un hombre empujando un carro que no se mueve</p>  <p><b>¿Realiza trabajo?</b></p>		
<p>Un cohete</p>  <p><b>¿Hay trabajo?, ¿Quién lo realiza?</b></p>		

<p><b>Mover un disco de hockey sobre una superficie sin fricción retornando al punto inicial.</b></p>  <p><b>¿Se realizó trabajo?</b></p>		
<p>Un satélite que viaja a velocidad y altura constante.</p>  <p><b>¿Realiza trabajo?</b></p>		
<p>Un vehículo que se desplaza por una autopista a velocidad constante.</p>  <p><b>¿Realiza trabajo?</b></p>		

## Practica Experimental *Encontremos las líneas equipotenciales*

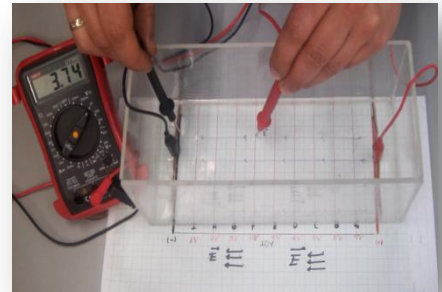
### IED ALBERTO LLERAS CAMARGO UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA “ENCOTREMOS LAS LINEAS EQUIPOTENCIALES”

**OBJETIVO:** Comprender los conceptos de potencial eléctrico y voltaje a partir de la realización de una práctica experimental en donde se puedan establecer las líneas equipotenciales de un campo eléctrico.

**MATERIALES:** Un recipiente transparente (plástico o de vidrio), dos hojas milimetradas, un voltímetro, dos placas metálicas, un juego de caimanes conductores y una fuente de voltaje DC.

#### PROCEDIMIENTO:

- Cada grupo deberá ubicar la hoja milimetrada debajo del recipiente transparente. Luego, pondrán los alambres de cobre en el interior del recipiente (en forma paralela) separados uno del otro aproximadamente 10cm.
- Con los caimes conectara las placas a la fuente de voltaje (9V) y agregara al recipiente un poco de agua hasta que sumergir las placas.

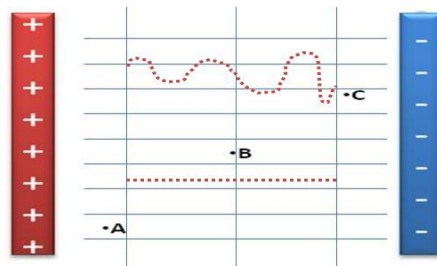


#### ACTIVIDAD:

Con la ayuda del multímetro determine (dibuje y registre en una hoja milimetrada adicional) lo siguiente:

1. Dibuje en la segunda hoja milimetrada la ubicación de los alambres (tenga en cuenta la misma distancia).
2. Divida con líneas (a cada centímetro) el espacio que hay entre los alambres.
3. Marque con letras (a, b, c,...) cada una de las líneas trazadas.
4. Mida y registre el voltaje que hay entre dos puntos que se encuentra sobre una misma línea (realice el procedimiento varias veces en líneas y puntos diferentes).
5. Con base en el punto anterior responda. ¿Cuánto es el voltaje medido sobre una línea paralela a los alambres? y ¿Qué significa ese resultado?
6. Teniendo en cuenta la polaridad de los alambres y los resultados obtenidos en los puntos anteriores, establezca cual es la dirección del campo eléctrico del sistema (dibuje con flechas sobre la hoja milimetrada)

7. Determine (con el multímetro) en qué puntos el voltaje es igual o aproximado a 0V, 1V, 2V, 3V, 4V, 5V, 6V, 7V, 8V y 9V respecto al alambre que está conectado a la polaridad negativa de la fuente.
8. Con colores diferentes dibuje cinco líneas equipotenciales y explique qué características tienen.
9. Indique a cuanto equivaldría el trabajo necesario para mover una carga de prueba entre las siguientes relaciones de puntos (a y c, c y h, b y d, d y b, a y f, h y b).
10. Observe y explique qué sucede con el voltaje cuando se mide entre dos puntos iguales pero con trayectorias diferentes (Según la imagen).



Finalizando el desarrollo de la experimentación, el profesor aclarará las dudas existentes y discutirá con los estudiantes sobre el concepto de voltaje.

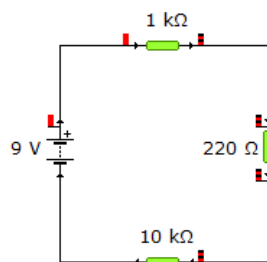
## Practica Experimental *Análisis del voltaje en circuitos eléctricos*

**IED ALBERTO LLERAS CAMARGO**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
**SESION 7 (ANALISIS DEL VOLTAJE EN CIRCUITOS ELECTRICOS)**

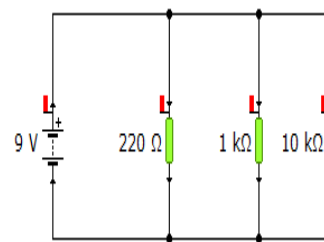
**OBJETIVO:** Que los estudiantes analicen y asocien el voltaje medido en circuitos eléctricos (serie y paralelo) con los conceptos de carga, fuerza, campo electrostático, energía y trabajo.

**MATERIALES:** Un protobard, resistencias de  $220\Omega$ ,  $1K\Omega$  y  $10K\Omega$ , cable, una batería de 9V, conector de pilas y un multímetro digital.

**PROCEDIMIENTO:** De forma individual Implemente en el protobard los siguientes circuitos eléctricos:



**CIRCUITO SERIE**



**CIRCUITO PARALELO**

### ACTIVIDAD:

- 1) Con la ayuda del multímetro obtenga los valores de resistencia y voltaje en cada uno de los elementos del circuito.
- 2) Realice un cuadro para cada circuito, en donde se organice los valores medidos de voltaje y resistencia.

CIRCUITO SERIE		
ELEMENTO	RESISTENCIA ( $\Omega$ )	VOLTAJE
R1		
R2		
R3		
<b>VALORES TOTALES</b>	RT=	VT=

CIRCUITO PARALELO		
ELEMENTO	RESISTENCIA ( $\Omega$ )	VOLTAJE
R1		
R2		
R3		
<b>VALORES TOTALES</b>	RT=	VT=

- 3) Analice y explique los resultados obtenidos del voltaje en cada resistencia según la definición establecida para éste (El voltaje es el trabajo realizado por la fuerza

electrostática cuando una UNIDAD de carga se desplaza de A a B, o el cambio de energía potencial en un sistema al mover una carga de prueba  $q_0$  entre los puntos A y B).

- ¿El voltaje medido en las resistencias es igual? ¿Por qué?
- Si es diferente ¿En qué resistencia es mayor el voltaje? ¿Por qué?
- ¿Qué relación se presenta entre el valor de la resistencia y el voltaje?

Explique en términos de energía potencial eléctrica el comportamiento del voltaje en los dos circuitos.



**ANEXO K: Evidencias Fotográficas.****Figura 6-1:** Fotografías, desarrollo Sesión 2 (*Las cintas mágicas*)**Figura 6-2:** Fotografías, desarrollo Sesión 2 (actividad de refuerzo *¿Quién quiere ser Mr. Voltios?*)

**Figura 6-3:** Fotografías, desarrollo Sesión 3 (*¿Qué muestran las semillas?*)



**Figura 6-4:** Fotografía, desarrollo Sesión 4 (*El tubo caprichoso*)





**Figura 6-5:** Fotografías, desarrollo Sesión 6 (*comprendamos que es el voltaje*).



**Figura 6-6:** Fotografías, desarrollo Sesión 6 (Actividad *Encontremos las líneas equipotenciales*).



**Figura 6-7:** Fotografías, desarrollo Sesión 7 (Actividad Análisis del voltaje en circuitos).

