

**DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL Y LOS TEXTOS DE
AUTOAPRENDIZAJE: UN ACERCAMIENTO A LA COMPRENSIÓN DE
LOS FENÓMENOS ELECTROSTÁTICOS PARA ESTUDIANTES
AUTODIDACTAS**

DIEGO FERNANDO OJEDA ACOSTA

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
BOGOTÁ**

2017

**DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL Y LOS TEXTOS DE AUTOAPRENDIZAJE: UN
ACERCAMIENTO A LA COMPRENSIÓN DE LOS FENÓMENOS
ELECTROSTÁTICOS PARA ESTUDIANTES AUTODIDACTAS**

Autor:

DIEGO FERNANDO OJEDA ACOSTA

Trabajo de grado para optar por el título profesional de licenciado en física

Asesora:

Liliana Tarazona Vargas

Magister en Metodología de las Ciencias


UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

BOGOTÁ

2017

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Revolución al Aprendizaje</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 0 de 106	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	De la actividad experimental y los textos de autoaprendizaje: un acercamiento a la comprensión de los fenómenos electrostáticos para estudiantes autodidactas
Autor(es)	Ojeda Acosta Diego Fernando
Director	Liliana Tarazona Vargas
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional. 2017, 99 P.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	AUTOAPRENDIZAJE, TEXTOS DE AUTOAPRENDIZAJE, ENSEÑANZA PROGRAMADA, COMPRENSIÓN, EXPERIMENTO, EXPERIENCIA, FENÓMENOS Y ELECTROSTÁTICA.

2. Descripción
<p>Este trabajo de grado surge en la línea de investigación la Enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural, del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional. Gracias a la participación que se realiza desde las prácticas pedagógicas en el Colegio Liceo V.A.L. (Vida, Amor y Luz), el cual, implementa y desarrolla desde hace más de 20 años el sistema educativo de autoaprendizaje. Debido a su peculiaridad con respecto al sistema tradicional, surge la necesidad, como maestro en formación, de identificar, analizar e investigar sobre las dinámicas del proceso de enseñanza y auto-aprendizaje de las ciencias en esta institución.</p> <p>En un primer acercamiento, se pudo identificar que los estudiantes autodidactas contemplan la materia de física como una de las más difíciles de comprender, atribuyéndole su causa a la incorporación de libros de texto de física para la educación media tradicional y al uso del experimento como un verificador de la teoría del libro. Esto lleva a cuestionar la manera como los estudiantes comprenden los fenómenos físicos en el proceso de autoaprendizaje a partir de</p>

la actividad experimental y la enseñanza programada en los textos de autoaprendizaje (TAU). De lo descrito anteriormente se decide con la asesora de práctica y proyecto de grado, que en su momento era la profesora Diana Yised Cárdenas Valbuena, realizar una acción transformadora (ruta didáctica) del proceso autodidacta del aprendizaje de las ciencias en el Liceo V.A.L., alrededor del estudio de un fenómeno en particular. En este sentido, El objetivo del trabajo es: Realizar un estudio del proceso que elaboran los estudiantes para el autoaprendizaje de la física, que proporcione aspectos relevantes de cómo construyen los fenómenos electrostáticos, a partir de la actividad experimental y un TAU para abordarlos.

3. Fuentes

- Alvarenga, B. y Máximo, A. (1983). *Electrostática – campo y potencial eléctrico. Física general con experimentos sencillos* (pp. 625-648). México: Harla.
- Amaya, G. (2008). Ponencia: Aprendizaje autónomo y competencias. Congreso nacional de pedagogía. Bogotá, Colombia.
- Ayala, M. M. (2006). Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos: Construyendo un nuevo espacio de posibilidades. *Revista Pro- Posições*. Vol 17 (49), 19-37
- Balabanian, N (1974). *Enseñanza programada en la educación activa*. México: Educativa.
- Bunge, M. (2004). *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*. México: Siglo xxi editores, s.a.
- Causado, R., Santos, B., y Calderón I. (2015). Desarrollo del pensamiento crítico en el área de ciencias naturales en una escuela de secundaria. *Revista Facultad de Ciencias, Universidad Nacional*. Medellín. Vol. 4 (2), 17-42.
- Colegio Fontan (1995). *Proyecto Institucional Educativo – PEI*. Medellín, Colombia.
- Colegio Liceo V.A.L. (2008). *Proyecto Institucional Educativo – PEI*. Bogotá, Colombia.
- Colmenares, A. y Piñeros, M (2008). La investigación-acción: Una herramienta metodológica heurística para la comprensión y transformación de realidades y prácticas socio-educativas. *Laurus Revista Latinoamericana de educación*. Vol. 14 (27), 96-114.
- Deterline, W (1965). *Introducción a la Enseñanza Programada*. Buenos Aires, Argentina: Troquel.
- Dorrego, M (2011). Características de la instrucción programada como técnica de enseñanza. *Revista de Pedagogía*. Vol. 32 (91), 75-97. 54
- Flotts, M & et al., (2016). *Aportes para la enseñanza de las ciencias naturales*. Santiago de Chile, Chile: UNESCO.

Fontán, V (1965). La instrucción "programada" o "socratizada" con textos de "pedagogía intrínseca". Hacia una revolución en la eficiencia didáctica. Cursillo dictado en julio de 1965 para el SENA. Furio, C., Guisasola, J., & Zubimendi, J.L. (1998). Problemas históricos y dificultades de aprendizaje en la interpretación newtoniana de fenómenos electrostáticos elementales. *Investigaciones em Ensino de Ciências*, Vol. 3 (3), 35-47.

Galarza, L (2008) El estudio independiente en una visión sistémica de la educación a distancia. Tomado de: <https://hermeneutiq.files.wordpress.com/2012/04/teoria-independiente.pdf>

Greca, I.M. y Moreira, M.A. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de Física en electricidad y magnetismo. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, Vol. 16 (2), 289-303.

Greca, I.M. y Moreira, M.A. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza & aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Porto Alegre, Brasil. Vol. 2 (3), 37-57.

Harlen, W. (2010). "Principios y grandes ideas de la educación en ciencias", Association for Science Education College Lane, Hatfield, Herts. Recuperado de: <http://innovec.org.mx/home/images/Grandes%20Ideas%20de%20la%20Ciencia%20Español%2020112.pdf>

Kamii, C. (1982). La autonomía como finalidad de la educación. Publicación UNICEF.

Knight, R. (2007). Electric charges and forces. *Physics for scientists and engineers* (pp. 788-870). (Vol.4). New York, USA: Pearson.

Kuhn, T. S. (1993). *La Tensión Esencial: Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*. México: Fondo de cultura económica.

Latorre, A (2005). *La investigación-acción: Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona, España: Editorial Graó.

Larrosa, J. (2006). Sobre la experiencia. *Aloma: revista de psicología, ciencias de l'educació i de l'esport Blanquerna*. N° 19, 87-112

Maffiotte, J. (2001). La electricidad y sus maravillas. Recuperado de: <http://www.librosmaravillosos.com/laelectricidadysusmaravillas/pdf/La%20Electricidad%20y%20sus%20Maravillas%20-%20Juan%20Maffiotte.pdf>

Malagón, J., Ayala M.M. & Sandoval, S. (2011). *El experimento en el aula: comprensión de fenomenologías y construcción de magnitudes*. Bogotá, Colombia: Universidad pedagógica nacional.

- Malagón, J., Ayala M.M. & Sandoval, S. (2013). Construcción de fenomenologías y procesos de formalización: Un sentido para la enseñanza de las ciencias. Bogotá, Colombia: Universidad pedagógica nacional.
- Marquina et al (2006). Conocimientos fundamentales de física. México: Pearson.Maxwell, J. C. (1954). Un tratado sobre la electricidad y magnetismo. Traducción libre realizada por Orozco, J. y Gramajo, M., de: A treatise on electricity and magnetism. (vol 1). New York: Bover Publications Inc.
- Medina, J. D. & Tarazona, M. (2011). El papel del experimento en la construcción del conocimiento físico, el caso de la construcción del potencial eléctrico como una magnitud física: elementos para propuestas en la formación inicial y continuada de profesores de física. Trabajo de grado. Universidad de Antioquia. Medellín.
- Ministerio de Educación Nacional (2008). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Bogotá, Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio. 96 – 147.
- Morcillo, C (2015). La experimentación en la enseñanza de las ciencias para docentes en formación inicial: un caso en microbiología. Trabajo de grado. Universidad del Valle. Santiago de Cali.
- Morales, I. & Infante, E. (2011). Física 2. (pp. 139-152). Bogotá, Colombia: Norma.
- Narváez, M. (2005). Autonomía para aprender y autonomía para vivir. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, Lima, Perú. Vol. 1 (1), 1-13.
- Orozco, J. C. (2005). Atajos y desviaciones: Los estudios histórico-críticos y la enseñanza de las ciencias. 2º congreso sobre formación de profesores de ciencia. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Perkins, D & Blythe, T (2006). La comprensión en el aula. Expertos hablan sobre la “comprensión” que los niños deben tener por todo aquello que se les brinda en el aula. Recuperado de: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/fo-article-171785.pdf>
- Restrepo, J (2005). Autonomía. En A. Posada, Gómez y Ramírez (Ed), El niño sano (pp. 54-58). Bogotá, Colombia: Editorial medica panamericana.
- Poveda, G. (2003). La electricidad antes de Faraday (parte 1). Revista facultad de ingeniería (Universidad de Antioquia). Vol. 30, 130-147.
- Quintanilla, M (1998). ¿En qué consiste la comprensión científica de los fenómenos naturales?, Ágora: Papeles de Filosofía. España. Vol. 6 (1), 175-181.

Ruiz, M., Peme, C., de Longhi, A. y Ferreyra, A. (2012). Enseñanza para la comprensión: Marco interpretativo de la construcción del conocimiento en clases de ciencias. Campo abierto. Vol. 31 (2), 113-137.

Stone, M (1999). La enseñanza para la comprensión. Buenos aires, Argentina: Paidós.

Sastoque, J & Gallego, D (2014). La autodidaxis como estrategia de aprendizaje de las ciencias en el contexto Colombiano. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Buenos Aires, Argentina.

Severin, E (2012). El futuro de la educación es personalizado. Educación para el siglo XXI, Recuperado de: <http://www.iniciativaeducacion.net/2012/11/el-futuro-de-la-educacion-es.html>

Serway, Vuille y Faughn (2009). Fuerzas eléctricas y campos magnéticos. Fundamentos de Física (pp. 497-523). México: Cengage Learning.

Stone, M (1999). La enseñanza para la comprensión. Buenos aires, Argentina: Paidós.

Tamayo, O (2014). Pensamiento crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias. Universidad de caldas, Manizales. N° 36, 26-46.

Vargas, C y Zoila, R. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Educación. Costa Rica. Vol. 33 (1), 155-165.

4. Contenidos

Este trabajo se constituye de 4 capítulos en donde se abordan los referentes teóricos que soportan este trabajo de grado, así como la descripción del proceso de diseño, implementación y análisis de la ruta didáctica. En el primer capítulo se hace una presentación del surgimiento del problema que motiva y justifica este trabajo de grado, se caracteriza el proceso de autoaprendizaje seguido en el liceo y también se hace una descripción de la metodología utilizada. En el segundo capítulo se presentan y asocian algunos de los estudios e investigaciones que sustentan este trabajo, relacionados al desarrollo de la autonomía en la educación, al proceso de autoaprendizaje que se orienta en el Liceo, la comprensión de los fenómenos naturales y los inicios de la teoría electrostática. En el tercer capítulo se aborda las características de la enseñanza de las ciencias desde el sistema de autoaprendizaje. Además se describe el diseño ruta didáctica: actividades experimentales que buscan ampliar y organizar la experiencia del estudiante y el diseño del texto de autoaprendizaje que permitirá construir la red conceptual del fenómeno. Por último, en el cuarto capítulo se sistematiza las experiencias y concepciones de los estudiantes sobre el fenómeno electrostático, obtenidas de las tutorías y las respuestas proporcionadas por ellos en la práctica experimental.

5. Metodología

El trabajo se realiza desde la metodología de investigación acción participativa. Esto implicó las siguientes acciones: revisión de estudios históricos de los inicios de la electricidad, una investigación del uso de enseñanza programada y la actividad experimental en la educación y una abordaje a los procesos de comprensión, en relación con los fenómenos naturales. Esto con el objetivo de definir criterios para el diseño de actividades y problemas a abordar en la ruta. Una vez diseñada la propuesta se implementó con estudiantes del taller 6 del liceo VAL y se realizó un análisis de las respuestas de los estudiantes durante el proceso.

6. Conclusiones

Debido a que en el sistema de autoaprendizaje el estudiante es quien toma las decisiones con respecto a su proceso de aprendizaje (cuándo realizar la actividad experimental, cómo abordar el TAU y en qué momento dirigirse a la tutoría) se dificultó realizar un seguimiento a cada uno de los estudiantes y por consiguiente no se pudo determinar cuáles fueron las comprensiones a las que se llegaron o que tanto se comprendió el fenómeno, aunque la ruta didáctica se diseñó, enfocada a la comprensión de los fenómenos electrostáticos. Pero sí se logra evidenciar como el estudiante empieza a construir el fenómeno a medida que interactúa, lo organiza y se desempeña frente él.

La pretensión de plantear el experimento como una actividad experimental previa al abordaje de la teoría desde el texto de autoaprendizaje, posibilita que a medida que el estudiante amplíe su experiencia de los fenómenos electrostáticos y responda las preguntas orientadoras propuestas, comience a construir el fenómeno desde su organización (explicar el efecto de atracción, de repulsión, la electrificación, y la reacción entre distancia y fuerza de fricción).

Que posteriormente facilite relacionar los conceptos con lo observado y deje que el estudiante autodidacta se desempeñe de diferentes manera e ingeniosa frente lo aprendido.

Aunque el fenómeno necesita de una conciencia ante quien aparecer, es la interacción e intercambio entre éste y el estudiante lo que permite su construcción. Por lo cual, la función del docente no solo se va a limitar a las tutorías, sino que éste debe participar en la selección de actividades y problemas que se van a presentar, como en la construcción de los documentos que favorezcan la autodidaxia del estudiante. En la etapa de tutoría la atención que preste el docente a las inquietudes de los estudiantes es un elemento importante en el diseño de estrategias enfocadas a resolver sus dudas (plantear analogías, experimentos mentales, retomar experiencias, entre otras).

Teniendo en cuentas que la construcción de herramientas se encuentra como una de las estrategias de aprendizaje de las ciencias en el Liceo V.A.L., los estudiantes no están acostumbrados a elaborar instrumentos, como en el caso del indicador eléctrico, el cual permitió una primera exploración de los efectos eléctricos y al igual que el péndulo electrostático amplió la experiencia de los estudiantes frente a los fenómenos electrostáticos, sin necesidad de la toma de datos o la relación de variables. Fue un acierto, que al poner el experimento antes de abarcar la teoría, conceptos y leyes de la electrostática, se favorecía el proceso de formalización conceptual de manera autónoma en lo estudiantes mediante el TAU.

El estudio histórico de la electrostática abrió la puerta a una gama de posibilidades de selección de criterios para presentar el fenómeno al estudiante autodidacta, pero eso no significa que la selección que se hizo fuera la indicada, se pudieron optar por otras actividades como: la atracción mutua de los cuerpos de Boyle, la diferenciación de los materiales mediante recipientes metálicos de Maxwell, entre otros. Debido a que los estudiantes se acercaban a la tutoría con preguntas relacionadas a la interacción entre los cuerpos y la caracterización de los materiales, las cuales podrían ser abordadas desde la propuesta de Boyle o Maxwell.

Elaborado por:	Diego Fernando Ojeda Acosta
Revisado por:	Liliana Tarazona Vargas

Fecha de elaboración del Resumen:	08	11	2017
--	----	----	------

Tabla de contenidos

Introducción	1
Capítulo I – Planteamiento Problema	3
1.1. Sistema de autoaprendizaje	3
<i>1.1.2. Dentro del sistema</i>	5
<i>1.1.3. Autoaprendizaje en las ciencias</i>	7
<i>1.1.4. ¿Por qué la comprensión de los fenómenos naturales para el autoaprendizaje?</i>	9
1.2. Objetivos	10
<i>1.2.1. Objetivo General:</i>	10
<i>1.2.2. Objetivos Específicos:</i>	10
1.3. Metodología	10
Capítulo 2 - Referentes teóricos	13
2.1. Antecedentes	13
2.2. Autonomía del aprendizaje	14
<i>2.2.1 Autonomía</i>	14
2.3. Comprensión	19
2.4. Electrostática	22
<i>2.4.1. El inicio de los estudios electrostáticos</i>	22
<i>2.4.2. Atracción y repulsión eléctrica</i>	25
<i>2.4.3. Electrificación</i>	27
<i>2.4.4. Materiales eléctricos</i>	28
<i>2.4.5. Del electroscoipo a la caracterización de la fuerza</i>	29
2.5. El tau en el sistema de autoaprendizaje	29

2.5.1. <i>La enseñanza programada</i>	30
Capítulo 3 – De retorno al TAU	32
3.1. ¿A quién va dirigido?	32
3.1.2. <i>Ciencias Naturales en el sistema de autoaprendizaje</i>	33
3.2. Ruta didáctica	34
3.2.1. <i>Etapas de la ruta</i>	35
Capítulo 4 – Análisis y Resultados	39
4.1. Descripción de la implementación	39
4.2. Análisis de la actividad experimental	41
4.2.1. <i>Se pegan los cuerpos</i>	41
4.2.2. <i>Atracción y Repulsión</i>	42
4.2.3. <i>Indicador eléctrico</i>	43
4.2.4. <i>Electrificación</i>	45
4.3. Análisis de tutorías	46
4.3.1. <i>Las preguntas en la tutoría</i>	47
4.3.2. <i>El experimento en la tutoría</i>	48
Conclusiones	51
Bibliografía	53
Anexos	59
<i>Anexo 1 – Encuesta</i>	60
<i>Anexo 2 – Resultados encuesta</i>	62
<i>Anexo 3 – Electroscopio</i>	66
<i>Anexo 4 – Experimento</i>	67

<i>Anexo 5 – TAU: unidad de electrostática</i>	69
<i>Anexo 6 – Resultados experimentales</i>	85
<i>Anexo 7 – Tutorías</i>	92

Índice de tablas

Tabla 1: Momentos para ejecutar la metodología IAP	12
Tabla 2: Selección de Actividades experimentales previas al TAU.....	35

Índice de Figuras

Figura 1: Instrucción lineal.....	31
Figura 2: Instrucción Ramificada.....	31

Introducción

Este trabajo de grado surge en la línea de investigación la Enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural, del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional. Gracias a la participación que se realiza desde las prácticas pedagógicas en el Colegio Liceo V.A.L. (Vida, Amor y Luz), el cual, implementa y desarrolla desde hace más de 20 años el sistema educativo de autoaprendizaje. Debido a su peculiaridad con respecto al sistema tradicional, surge la necesidad, como maestro en formación, de identificar, analizar e investigar sobre las dinámicas del proceso de enseñanza y auto-aprendizaje de las ciencias naturales en esta institución.

En un primer acercamiento, se pudo identificar que los estudiantes autodidactas contemplan la materia de física como una de las más difíciles de comprender, atribuyéndole su causa a la incorporación de libros de texto de física para la educación media tradicional y al uso del experimento como un verificador de la teoría del libro. Esto lleva a cuestionar la manera como los estudiantes comprenden los fenómenos naturales en el proceso de autoaprendizaje a partir del experimento y textos de autoaprendizaje (TAUS) basados en la enseñanza programada. Por lo que se decide con la asesora de práctica y proyecto de grado, que en su momento era la profesora Diana Yised Cárdenas Valbuena, realizar una acción transformadora (ruta didáctica) del proceso autodidacta del aprendizaje de las ciencias en el Liceo V.A.L., alrededor del estudio de un fenómeno en físico en particular. En este sentido, el objetivo del trabajo es: Realizar un estudio del proceso que elaboran los estudiantes para el autoaprendizaje de la física, que proporcione aspectos relevantes de cómo construyen los fenómenos electrostáticos, a partir de la actividad experimental y un TAU para abordarlos.

El trabajo se realiza desde la metodología de investigación acción participativa. Esto implicó las siguientes acciones: revisión de estudios históricos de los inicios de la electricidad, una investigación del uso de enseñanza programada y la actividad experimental en la educación en ciencias y un abordaje a los procesos de comprensión, en relación con los fenómenos naturales. Esto con el objetivo de definir criterios para el diseño de actividades y problemas a abordar en la ruta didáctica. Una vez diseñada la ruta, esta se implementó con estudiantes del taller 6 del liceo y se realizó un análisis de las respuestas de los estudiantes durante el proceso.

Este trabajo se constituye de 4 capítulos en donde se abordan los referentes teóricos que soportan este trabajo de grado, así como la descripción del proceso de diseño, implementación y análisis de la ruta didáctica. En el primer capítulo se hace una presentación del surgimiento del problema que motiva y justifica este trabajo de grado, se caracteriza el proceso de autoaprendizaje seguido en el sistema del Liceo y también se hace una descripción de la metodología utilizada. En el segundo capítulo se presentan y asocian algunos de los estudios e investigaciones que sustentan este trabajo, relacionados al desarrollo de la autonomía en la educación, al proceso de autoaprendizaje que se orienta en el colegio, la comprensión de los fenómenos naturales y los inicios de la teoría electrostática. En el tercer capítulo se aborda las características de la enseñanza de las ciencias desde el sistema de autoaprendizaje. Además se describe el diseño de la ruta didáctica: actividades experimentales que buscan ampliar y organizar la experiencia del estudiante y el diseño del texto de autoaprendizaje que permitirá construir la red conceptual del fenómeno. Por último, en el cuarto capítulo se sistematiza las experiencias y concepciones de los estudiantes sobre el fenómeno electrostático, obtenidas de las tutorías y las respuestas proporcionadas por ellos en la práctica experimental.

Capítulo I – Planteamiento Problema

Desde la participación de las prácticas pedagógicas que se realizan desde la línea de investigación de la Enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural; se ha vuelto muy común evidenciar que, en el sistema de educación tradicional de los colegios, se exige el cumplimiento de abarcar las temáticas estipuladas en el plan de estudio de cada una de las materias, lo que conlleva a que la mayoría de los docentes privilegien más en mostrar una variedad de contenidos, sin importar que sus estudiantes realicen o no comprensiones de los mismos, convirtiéndose más en un insumo de información y dejando de lado la construcción de conocimiento.

Así, el profesor orienta sus clases al cumplimiento del plan de estudios, diseñando una variedad de estrategias para abarcar los contenidos durante el año escolar, pero que se aleja de la realidad de cada estudiante, ya que supone que todos sus estudiantes aprenden a un mismo ritmo; sistema que analiza y define Ventura Fontán como un sistema igualitario: igual programa, número de horas, materias, contenidos, etc., para todos los estudiantes (Fontán, 1965); igual explicación del profesor, a estudiantes con diferentes maneras de aprender.

1.1. Sistema de autoaprendizaje

Tras varios años trabajando en el campo de la educación en Colombia, Fontán llega a la conclusión que el sistema de educación tradicional está en crisis (sistema igualitario), a causa de que no se preocupa por las necesidades educativas de los jóvenes del país (Fontán, 1965). Por lo cual, propone crear un sistema educativo, no que modifique al tradicional, sino que lo remplace, partiendo de tres principios fundamentales para su desarrollo: *individual*, a causa que cada persona aprende de diferentes formas; *flexible*, porque no todos aprenden al mismo ritmo y

autodidacta, el estudiante es quien se responsabiliza de su proceso de aprendizaje. Este sistema es conocido hoy en día con el nombre de: Sistema de Educación Relacional Fontán (SERF).

Entre los principales aspectos característicos para lograr estos tres principios con los cuales se fundamenta el SERF, se encuentran: como primera medida la modificación con respecto al sistema tradicional, se introduce una individualización donde no hay grupo de clase (por grados escolares), sino que se manejan talleres (enumerados del 1 al 6) según las edades y materias abordadas por los estudiantes que los conforman. En segunda medida, no hay calendario, ya que, el estudiante comienza y termina en cualquier fecha del año, debido a que cada uno avanza a su propio paso (Roldán & Fontán, 1991). Otro aspecto fundamental que caracteriza y desenvuelve el sistema en una educación personalizada, es la descentralización del profesor como poseedor del conocimiento. Se considera un aprendizaje más activo por parte del estudiante, gracias a la incorporación de textos de autoaprendizaje (TAUS) para cada área del conocimiento, los cuales, se basan en la estructura de enseñanza de instrucción programada¹ y permitirían un estudio autodidacta de las materias.

El sistema SERF, a partir de su creación en 1985 en Medellín, ha sido implementado en más de 30 colegios de Colombia y en instituciones educativas de países como Chile y España, considerándose como una propuesta innovadora, por centrarse en un proceso de enseñanza personalizada. Entre estas instituciones, se encuentra en Bogotá el colegio Liceo V.A.L. (Vida, Amor y Luz), que desde 1992 ha logrado apropiarse del sistema SERF, a través de una serie de modificaciones y adaptaciones que han logrado consolidarlo como una institución educativa de nivel superior y muy superior durante los últimos años de las pruebas Saber 11. Adaptaciones relacionadas a la inclusión, ya que el colegio trabaja con población con dificultades cognitivas

¹ La Máquina de Skinner o instrucción programada es una herramienta que utiliza los principios conductuales para mejorar los procesos de aprendizaje. http://www.robertexto.com/archivo12/maquinas_enseniar.htm

(síndrome de Down, de Tourette, déficit de atención e hiperactividad, entre otros) y modificaciones como en el caso de las ciencias naturales, proponiendo una serie de experimentos que realizan los estudiantes de manera individual y posterior al examen presentado del capítulo o la unidad del TAU en la que se encuentran.

En el caso de las ciencias naturales donde ahora existe la incorporación del experimento en el proceso autodidacta, el estudiante empieza realizando la metodología autodidacta de la unidad del TAU en la que se encuentre; si tiene alguna duda, él se acerca al tutor de la asignatura respectiva en el momento que desee para resolver sus inquietudes y si no tiene dudas, o una vez resueltas estas, se solicita el examen. Ya aprobado este examen, presenta la práctica experimental, para poder continuar con la siguiente unidad del TAU. La aprobación tanto del examen y la práctica experimental debe ser mayor al 90% de la nota. En el caso que se pierda el examen se debe realizar nuevamente la metodología y el proceso de solicitud y si se pierde más de tres veces debe volver a iniciar la materia. Hay que tener en cuenta que los tutores realizan un seguimiento de los estudiantes que pierden un examen, debido a que son ellos los que avalan la solicitud del examen.

1.1.2. Dentro del sistema

Desde la participación como docente en formación en el Liceo V.A.L., surge la curiosidad por conocer la visión que tienen los estudiantes frente a su proceso de autoaprendizaje, a partir de las herramientas que proporciona el colegio para su desarrollo y particularmente en las materias de ciencias naturales; por lo cual, se realiza una encuesta (Anexo 1) con estudiantes de taller 5 y 6 del colegio, a causa que las materias como física y química solo se ven en estos talleres (que hacen alusión a los grados décimo y once).

De los resultados arrojados por esta encuesta (Anexo 2), un aspecto importante a tener en cuenta, es el consenso de los estudiantes en destacar las ventajas del sistema que maneja la institución; admitir la individualidad de cada sujeto, no solo se trata de los beneficios de una educación personalizada para el estudiante (sin que sea afectada por sus compañeros), sino en la importancia de reconocer las diferentes habilidades y aptitudes que se desarrollan para su aprendizaje. Aunque también hay que considerar que los educandos son conscientes de que es un sistema que no funciona para todos, ya sea porque los estudiantes llevan muy poco tiempo en el sistema o no se han logrado adaptar.

Otro aspecto que se torna relevante en la percepción que tienen los estudiantes con respecto al sistema del Liceo, es el hecho de que son los mismos jóvenes quienes priorizan la exigencia del método del autoaprendizaje. Ellos consideran que con este se llega a la excelencia y que su misión por formarlos para el futuro, en su vida profesional y universitaria se logra, gracias a la al desarrollo de habilidades meta-cognitivas. También relacionan esta exigencia como una adversidad, dando a entender que comprenden que no es fácil el proceso que realizan, pero es muy importante para su formación. El sistema de autoaprendizaje se convierte en una estrategia que ha transformado el proceso educativo, desde el reconocimiento individual del estudiante en la formación para cada área del conocimiento, hasta el fortalecimiento de distintas habilidades y aptitudes.

Alrededor de los procesos educativos entorno al autoaprendizaje se observa que una de las mayores razones por las que el sistema del Liceo no se desarrolla e implementa en las demás instituciones educativas, es a causa del desconocimiento que existe frente a este. Por lo tanto, muchos licenciados y docentes en formación no conocen acerca de su metodología de enseñanza, ni de la existencia de esta propuesta educativa. Por lo que, se convierte importante una mirada y

análisis al sistema de autoaprendizaje que permita ampliar la visión en la forma en que se enseña las ciencias naturales y que se torna relevante hoy en día para el aprendizaje de las mismas.

1.1.3. Autoaprendizaje en las ciencias

Frente a la manera en que se presentan y abordan las ciencias naturales en el sistema de autoaprendizaje, existen dificultades para su proceso de aprendizaje autónomo, principalmente con la materia de física (como se puede observar en la imagen 2 del Anexo 2), el 75 % de los estudiantes la ubican como una de la más complejas de comprender y de avanzar de manera autodidacta, atribuyéndole al libro guía de física que se utiliza actualmente la principal razón por la cual se torna como una de las materias más complicadas.

En comparación con la materia de química, con la cual existe un mayor agrado de estudio que con las otras materias (como se puede evidenciar en la figura 1, Anexo 2), el 50% de los estudiantes asocian su gusto a esta asignatura, a que es más fácil de comprender su TAU a diferencia de los otros y a que sus experimentos son “entretenidos y dinámicos”, debido a que permiten evidenciar las reacciones y los compuestos. Vale explicar que tanto el TAU y los experimentos fueron diseñados por el docente de química del colegio, quien ha participado durante varios años como tutor de esta asignatura.

Mientras que en la materia de física, hoy en día se utiliza un libro escolar de editorial común de décimo y once, con el cual los estudiantes encuentran grandes diferencias con respecto a los TAUS, como: la falta de explicación y ejemplos, que no existen respuestas que permitan una retroalimentación y no hay una conceptualización de la teoría; dificultando realizar su proceso de autoaprendizaje, debido a que el libro genera tantas dudas en los estudiantes, que la mayoría tiene que ir más frecuentemente a tutorías y al mismo tiempo, así se encuentren en diferentes temáticas.

Hay que tener en cuenta que los libros de física de 10° y 11° de editoriales como Norma o Santillana (libros usados en el colegio), son documentos que muestran las teorías como estructuras acabadas y absolutas, que orientan a la resolución de problemas y ejercicios, logrando que el estudiante realice más un proceso memorístico y repetitivo de definiciones, leyes o ecuaciones y alejándolos de una comprensión de los fenómenos que se requieran abordar. Esta estrategia no es efectiva en el proceso de autoaprendizaje, como lo consideraron Greca y Moreira: *“Presentar a los estudiantes una serie de postulados y a partir de ahí «inferir» la teoría –como si fuese una rama de las matemáticas– no significa que éstos comprenderán los fenómenos que esa teoría explica”* (Greca y Moreira, 1998, p 291).

Desde otra perspectiva, la comprensión de los fenómenos se puede hacer posible gracias a la incorporación de la actividad experimental que se lleva a las clases de ciencias, si ésta se vincula a la ampliación y organización de la experiencia del sujeto (Malagón, Ayala y Sandoval, 2013). Actividad que en el Liceo empieza a perder importancia cuando se orienta la práctica experimental a la relación de variables, ya sea desde la toma de datos o una comprobación teórica, como se hace notorio en el Anexo 2, cuando se preguntó a los estudiantes: ¿cuál consideraban que es el papel del experimento en las ciencias?, y un poco más del 80% de ellos relacionan el experimento con una simple verificación de lo visto en el libro guía.

En este sentido el desarrollo del autoaprendizaje de la física podría desdibujarse, a causa, que limita la construcción de los fenómenos naturales y más si se tiene en cuenta que cada estudiante busca maneras para interpretarlos por sí solos, ya sea por una práctica experimental sin relevancia que orienta a la verificación de la teoría (Malagón, Ayala y Sandoval, 2011), o la presentación por medio de los libros de una teoría descontextualizada de la experiencia y que conduce a un proceso mecánico de resolución de problemas o transcripción de ella.

1.1.4. ¿Por qué la comprensión de los fenómenos naturales para el autoaprendizaje?

Como objetivo principal de la educación en ciencias, se busca propiciar tanto actitudes como habilidades científicas en el aula (Harlen, 2010), de las cuales se prioriza: desarrollar y mantener viva la curiosidad y el encanto acerca del mundo, el placer por descubrir relaciones o encontrar respuestas a las preguntas que se hacen entorno a los fenómenos naturales y la comprensión de estos. Comprensión que se hace primordial e imperativa en la enseñanza de las ciencias ya que como referencia Flotts y et al (2016), a la evaluación Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) del año 2009, la comprensión de las ciencias se requiere para la toma de decisiones informadas que debe tener cada sujeto sobre sí mismo y el mundo que los rodea. Siendo la comprensión de los fenómenos naturales, una estructura de criterios bases para las determinaciones del día a día del estudiante.

La comprensión en la ciencias naturales, desde Ministerio de Educación de Colombia (MEN) se reconoce porque “*contribuye en la formación del pensamiento tanto científico como crítico en el desarrollo de una sociedad democrática, justa, respetuosa y tolerante*” (2008, p. 114), que parta del proceso de comprensión del mundo y llegue hasta la aplicación de lo aprendido.

Por lo cual, se torna relevante para el proceso de autoaprendizaje en las ciencias, diseñar un material didáctico orientado a la comprensión de los fenómenos naturales, que transforme el proceso autodidacta del estudiante, no solo porque le brindara los criterios para la toma de decisiones relacionadas con su proceso de aprendizaje, su futuro y el ambiente, si no que lo aleje de la memorización y repetición teórica y lo acerque a la construcción del conocimiento científico. Como Martha Stone señala, citando al Doctor David Perkins, “*El alumno que hábilmente resuelve problemas de física o escribe párrafos con oraciones tópicas puede no comprender nada de física, de escritura o aquello acerca de lo que escribe*” (Stone, 1999, p.69).

Por lo descrito anteriormente surge la siguiente pregunta orientadora de este trabajo: ¿Cómo a partir de la actividad experimental y su relación con los textos de enseñanza programada los estudiantes autodidactas comprenden los fenómenos electrostáticos?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General:

- Realizar un estudio del proceso que elaboran los estudiantes para el autoaprendizaje de la física, que proporcione aspectos relevantes de cómo construyen los fenómenos electrostáticos, a partir de la actividad experimental y un TAU para abordarlos.

1.2.2. Objetivos Específicos:

- Identificar el contexto y las dificultades del proceso de autoaprendizaje de los estudiantes del Liceo V.A.L., frente a la materia de física.
- Revisar los estudios históricos de inicios de la electricidad que brinden elementos para la comprensión de los fenómenos electrostáticos.
- Construir una ruta didáctica que integre la enseñanza programada y la práctica experimental para la organización de los fenómenos electrostáticos del estudiante autodidacta.
- Analizar las respuestas de los estudiantes frente a los fenómenos electrostáticos en dos de las etapas del proceso de autoaprendizaje (experimento y tutoría)

1.3. Metodología

Este proyecto se enmarca en la metodología de investigación-acción (IA), debido a que no solo busca reconocer, indagar o investigar frente a un problema relacionado con el aprendizaje de las ciencias en el sistema de autoaprendizaje del Liceo V.A.L., sino que se realizará una acción (Latorre, 2005), que transforme de proceso de autodidaxia en la materia de física.

Esta IA es posible, gracias a la participación desde las prácticas pedagógicas. De donde se torna relevante identificar y participar de las dinámicas pedagógicas del colegio con respecto al proceso de autoaprendizaje de los fenómenos eléctricos. Y, que conlleva a diseñar una ruta didáctica que integre la actividad experimental y los textos de autoaprendizaje como herramientas enfocadas en la comprensión de los fenómenos electrostáticos.

Para el diseño de esta ruta de aula, se recurre a algunos de los estudios históricos de los inicios de la electricidad, que habiliten realizar una mirada a los problemas que conllevaron a la electrostática, la forma en que se abordaron y cómo fue evolucionando la construcción de una teoría eléctrica. Con esto se pretende determinar criterios para estructurar las actividades o problemas que se desarrollarán en el diseño, construcción e implementación de la propuesta y que permitirán plantear las etapas del experimento y el TAU, así como generar condiciones que favorezcan la comprensión fenomenológica del estudiante desde la experiencia y su relación teórica en la instrucción programada.

Como hace referencia la profesora María Mercedes, respecto al aporte de los estudios históricos a la enseñanza de las ciencias: *“La recuperación, explicitación y análisis de las diversas formas de abordar los fenómenos físicos genera un nuevo y amplio espacio de posibilidades para la estructuración de la física que se pretende enseñar en los dos sentidos: en cuanto a la definición de problemáticas a abordar en los cursos de física y en cuanto a la configuración de actividades y criterios para orientar los procesos de conocimiento de los estudiantes en torno a éstas.”* (Ayala, 2006, p. 34).

La ruta didáctica que se propone en ese trabajo, busca rastrear más las dificultades o viabilidades que se desglosen de la acción, que en su validación. Por lo cual, no se tendrá en cuenta la nota con la que califican a los estudiantes o si ellos pierden o ganan la practica

experimental y el examen, además se tiene presente las bases que fundamentan el sistema de autoaprendizaje (individual, flexible y autodidacta) por lo que tampoco se considera el tiempo que se tarda el estudiante para aprobar la ruta. Pero, lo que si se pretende, es realizar una exploración y análisis de la manera como los educandos construyen los fenómenos electrostáticos a partir de la actividad experimental y de las preguntas, dificultades o nociones de los estudiantes que durante las tutorías surjan, ya sea del TAU o el experimento.

Debido a que el sistema de autoaprendizaje del Liceo es un contexto educativo tan diferente a los demás, se enfatizará en determinar lo que el estudiante autodidacta tiene que decir de su participación misma y cómo llegan a la comprensión del fenómeno. Por lo que se considera pertinente una recolección de sus experiencias y concepciones sobre su proceso de autoaprendizaje, por medio de las grabaciones de audio de las discusiones, preguntas y resultados que surjan de las tutorías con cada persona y el análisis de las respuestas proporcionadas en la práctica experimental.

De acuerdo con lo anterior, para el desarrollo de la metodología IA, esta investigación se divide en cuatro momentos para su desarrollo, que se pueden evidenciar en la siguiente tabla.

Tabla 1: *Momentos para ejecutar la metodología IAP.*

Momento	Propósito	Instrumento
Indagación	Reconocimiento del contexto Planteamiento del problema	Practica pedagógica Encuesta (anexo 1 y 2)
Fundamentación	Análisis de estudios históricos de la electricidad y de la instrucción programada	Consulta bibliográfica
Diseño	Selección de actividades y problemas Estructuración del TAU	Experimento (anexo 3 y 4) Unidad 11f-09 (anexo 5)
Sistematización	Análisis de resultados Conclusiones	Resultados, respuestas y tutorías

Esta tabla pretende presentar como se planteó el desarrollo de la investigación acción participativa para el sistema de autoaprendizaje del colegio Liceo V.A.L. (Vida, Amor y Luz).

Capítulo 2 - Referentes teóricos

Para realizar esta investigación, es pertinente traer a colación aquellos referentes de los trabajos y estudios realizados en la incorporación de la autonomía en la educación y cómo se desarrolla la autonomía del aprendizaje en el Liceo V.A.L. También se hace un rastreo de los estudios y experimentos realizados para la comprensión de los fenómenos electrostáticos, entre los siglos XVII y XVIII.

2.1. Antecedentes

Se hace relevante revisar investigaciones relacionadas con el Sistema de Educación Relacional Fontán, el desarrollo de la autonomía en la escuela y cómo se ve la enseñanza de los fenómenos electrostáticos en el aula de ciencias. A propósito, se destacan las siguientes:

La investigación titulada “Condiciones de la innovación educativa en la práctica pedagógica – análisis de un caso”, por Mónica Ibáñez y Gabriel Valdés (2015) de la Universidad Academia de Humanismo Cristiano de Chile. Esta investigación se centra en las innovaciones educativas para la práctica docente y principalmente en las que se realizan en las instituciones que implementan el Sistema de Educación Relacional Fontán (SERF) en ese país. Investigación que se relaciona con este proyecto, debido a que muestra cómo se ha logrado desarrollar el sistema de autoaprendizaje SERF en un país distinto a Colombia y cómo han sido las transformaciones que han tenido que hacer los docentes, actitudinal, disciplinar y en la práctica pedagógica para un sistema autónomo, personalizado y flexible, donde no enseñan los cursos, sino que son los encargados de acompañar el proceso de autoaprendizaje cada estudiante.

Otra investigación a tener en cuenta fue titulada “Hacia la autonomía”, escrita por Karin Barrera Sánchez y Eliana Garzón Suarez en 1996 de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia de la Facultad de Educación. De la cual se rescata para esta investigación la

importancia que le asignan a la adquisición y desarrollo en el aula de la autonomía del conocimiento para estudiantes de primaria, debido a la necesidad que tiene hoy en día los alumnos posmodernos (donde la información la tienen a la mano). Esto lo pone en contraste con los trabajos realizados en la educación por la doctora Constante Kamii, quien trabaja la autonomía desde 2 ámbitos, moralidad e intelectualidad.

Y finalmente, del departamento de física de la Universidad Pedagógica Nacional se hace relevante el trabajo titulado “Ampliación de la experiencia en el estudio del fenómeno electrostático”, escrito por Luis Miguel Cárdenas López y Diana Roció Rodríguez Pérez en el año 2009 y perteneciente a la línea de investigación Enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural. Desde un estudio histórico-crítico se realiza el análisis de los libros de física en la escuela, de la manera como abordan las temáticas relacionadas a la introducción de la electricidad, donde se encuentra el poco énfasis que se le da a los experimentos electrostáticos, por lo que se hace necesario el ampliar y organizar de la experiencia de los fenómenos electrostáticos para su comprensión.

2.2. Autonomía del aprendizaje

Para poder entender cómo se ha venido desarrollando el autoaprendizaje en el sistema del Liceo V.A.L., antes se hace necesario aclarar qué se entiende por autonomía, cómo se relaciona en la educación y a qué se le llama autonomía del aprendizaje.

2.2.1 Autonomía

Al hablar de autonomía, las dos principales posturas que surgen frente a ella según Jorge Restrepo (2005), son: desde la filosofía, donde se hace alusión a dejar ser al ser, por lo que una persona obra según su propia ley, de forma que se rigen a sí mismo y se auto-legislan bajo sus propias normas; opuestamente en la heteronomía se relaciona a la aceptación de una ley moral

que no deriva propia de la persona. Mientras en el ámbito psicológico la autonomía se relaciona a la conducta, como el tránsito que se da desde la dependencia a la independencia, gracias al desarrollo del autocontrol, que de forma consiente e intelectual se elige cómo actuar, decidiendo libremente cómo comportarse.

De las implicaciones de la teoría psicogenética de Jean Piaget en el desarrollo de la autonomía, Constance Kamii (1982) hace referencia a ella como finalidad de la educación. Donde considera a la autonomía desde dos ámbitos (moral e intelectual), haciendo alusión al hecho de gobernarse a sí mismo, desde la toma de decisiones entre lo que está bien o mal; que a diferencia de la heteronomía se hace más común encontrar en las escuelas tradicionales donde uno es gobernado por los demás.

Para Kamii (1982), en la escuela los maestros tratan de transmitir teorías, principios o datos, que para el estudiante se convierte en un insumo de información sin relevancia, pero, si se orienta al descubrimiento de las respuestas que surgen de sus propias incógnitas, se acerca más al desarrollo de la autonomía. Por lo cual, el desarrollo de la autonomía significa llegar a ser capaz de pensar por sí mismo con sentido crítico.

Desarrollo que se enmarca desde la singularidad y las diferencias con los demás, gracias a los juicios de valor que posibilitan generar una opinión propia del estudiante, y contrario a la heteronomía, es aceptar y seguir los puntos de vista de otros sin cuestionarse sobre ellos (Kamii, 1982). Lo cual, se hace evidente cuando los estudiantes aceptan las explicaciones de los profesores, pero, llega un punto donde no se puede hacer una interiorización de la información, debido al poco pensar de su veracidad. Por lo cual, la autonomía tiene como fin buscar un cambio de la dependencia a la independencia del pensamiento (Restrepo, 2005).

Esta transición hacia la independencia es posible desde la transformación e interacción de la realidad del estudiante (familia y escuela), mediante el auto-reconocimiento con su entorno y desenvolvimiento propio de la persona con la sociedad, la naturaleza y la cultura, debido a que el sentido crítico se alcanza cuando se generan distintos puntos de vista sobre lo que nos rodea (Restrepo, 2005). Por lo tanto, una de las finalidades posibles del sistema educativo debe ser el de alejar de la heteronomía intelectual a la sociedad, hacia la transición de la autonomía en los niños, donde se centre en fomentar la creatividad y el libre pensamientos de los estudiantes que impide la educación tradicional.

2.2.2. Autoaprendizaje

Para lograr el desarrollo de la autonomía, hay que tener en cuenta que es un proceso que no surge de la noche a la mañana, sino, que poco a poco se debe fomentar e iniciar desde las primeras edades, para poder nutrirlo en la casa y afianzarlo en la escuela. Proceso que realiza el Colegio Liceo V.A.L. a través de todo su aparato educativo y demostrando que la autonomía en el aprendizaje es posible desarrollarla y ejecutarla para los niños pequeños, desmintiendo que no es para ciertas personas (como se piensa comúnmente), o que solo es posible en una educación a distancia para personas adultas. Aunque muchas instituciones educativas lo plantean como uno de sus ejes principales de formación en sus contenidos curriculares o en los perfiles del estudiante, no trasciende de ahí, ya que queda como un enunciado más (Amaya, 2008).

La autonomía del aprendizaje se refiere a la toma de decisiones con respecto al aprendizaje propio del sujeto y que orienta a procesos meta-cognitivos (auto-dirigirse, auto-regularse o auto-evaluarse), conlleva a reconocer, reflexionar y enriquecer las habilidades cognitivas en pro de

sus metas. En otras palabras, aprender a aprender es lo que se considera como aprendizaje autónomo².

Un aspecto importante que caracteriza al autoaprendizaje es que implica una participación más activa del estudiante en su proceso de construcción del conocimiento, sacándolo de su papel de receptor para convertirlo en un planificador, director, constructor y evaluador de su propio trabajo. También conlleva a un rol más profundo del profesor en pro de las metas de los estudiantes, quien debe reconocer los intereses, diferencias y maneras de aprender de cada uno de sus educandos, obligándolo a una preparación más rigurosa y específica sobre las estrategias que promuevan el aprendizaje autónomo del sujeto. Para que los estudiantes actúen de forma autónoma es necesario revisar al papel del docente en el aula, en el que se entienda más como un ente orientador o guía, quien esté dispuesto a entrenar las virtudes y esfuerzos del estudiante en su proceso de aprendizaje.

Como cita Narváez (2005, p. 9) al escritor y filósofo español Fernando Savater (1997): *“Educar no es fabricar adultos según un modelo, sino liberar en cada hombre lo que le impide ser él mismo”*.

Para lograr transmitir y educar en el autoaprendizaje es preciso poner a disposición del estudiante una serie de actitudes fundamentales para su proceso: Apostar por las capacidades de las personas frente a sus metas y objetivos, abrir la oportunidad de confianza y permitir el desarrollo de la libertad dispuesta al crecimiento actitudinal e intelectual en capacidad de la autodeterminación.

Graciela Amaya en su ponencia presentada en el Congreso Nacional de Pedagogía del 2008, expone las implicaciones académicas y pedagógicas del autoaprendizaje, de las cuales se rescata: *primero*, el aprendizaje autónomo es un proceso que se debe desarrollar desde la educación

² Ver en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/434206/434206/captulo_4_aprendizaje_autonomo.html

básica y se va perfeccionando a medida que se alcanzan grados de autonomía cada vez mayor. *Segundo*, El aprendizaje autónomo necesita reorientar los procesos de enseñanza-aprendizaje en el sistema educativo, a favor de estrategias que promuevan el desarrollo de habilidades para el autoaprendizaje. Y *tercero*, Es necesario un entrenamiento en el rol del profesor como tutor acompañante (cognitivo y afectivo) del estudiante, ya que el autoaprendizaje no es un trabajo solitario, más bien, es un proceso acompañado por los profesores, la familia y sus pares.

Siendo la toma de decisiones por parte del estudiante una de las causas fundamentales para el autoaprendizaje, estas son enfocadas en tener juicios de valor (Kamii, 1992), desde un sentido crítico (Restrepo, 2005). Pero, estos juicios críticos no aparece solo por el desarrollo de la autonomía en los niños, sino que se hacen evidentes gracias a la comprensión de las ciencias naturales (Flotts y et al, 2016), que promueve el pensamiento crítico desde tres dimensiones: la solución de problemas, la argumentación y la meta-cognición (Tamayo, 2014).

Si bien argumentar la contraposición o acuerdo con los demás, tiene como objetivo el pensamiento crítico, esto solo se logra cuando a través de la educación en ciencias se desarrolla habilidades cognitivas como: interpretar, analizar, deducir, explicar, evaluar y autorregularse (Causado, Santos y Calderón, 2015). A lo que Harlen (2010) propone, poner a disposición de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, la comprensión de objetos, conceptos, acontecimientos y fenómenos, que se puedan ver enfrentados entre sí y con los saberes previos del educando.

De lo descrito anteriormente, surge la pregunta ¿Qué se entiende por comprensión? Y ¿Qué se considera la comprensión de las ciencias?

2.3. Comprensión

Cuando se habla de comprensión en la educación uno de los principales referentes es el doctor David Perkins, quien enfatiza que el objetivo de la educación actual es promover el desarrollo de la comprensión de los diferentes tópicos que se tratan en el aula. ¿Pero que es la comprensión?, Perkins y Blythe (2006) la relacionan a la serie de habilidades de pensamiento que se requieren para el estudio de un determinado tema, debido a que entre más variedades de estas habilidades de pensamiento se desarrollen (explicar, aplicar, generalizar, realizar analogías, ejemplarizar, entre otras) y se manejen de manera correcta, mayor va ser la comprensión del sujeto.

Pero esta serie de acciones o habilidades de pensamiento que permiten actuar flexiblemente a partir del conocimiento previo con la información que se tiene a la mano, son llamados desempeños de comprensión, “*aprender para la comprensión es como aprender un desempeño flexible*” (Stone, 1999, p. 69). Por consiguiente, comprender se logra cuando de manera flexible una persona aprende a desempeñarse, para actuar y pensar desde lo que sabe y lo adecua a sus necesidades, haciendo uso del propio conocimiento de manera novedosa.

Para caracterizar la comprensión y las formas en que se genera en el aula, ésta debe ser analizada desde las cinco dimensiones que enmarcan la enseñanza para la comprensión (Ruiz, Peme, De Longhi y Ferreyra, 2012), que sirven como estrategias que contribuyen al comprender de las ciencias desde la didáctica del hacer y hablar de ella. Entre estas cinco dimensiones, se puede identificar: *La dimensión de contenidos* que es la forma de transformar, razonar y desempeñarse con los conceptos o teórica que aglomera el fenómeno. *La dimensión de métodos* refiere a la forma en que se construyen los conocimientos, a partir de los métodos, procedimientos y criterios que se utilizaron en su formalización. *Dimensión de propósitos* se hace uso de lo aprendido en otras situaciones y se reflexiona sobre las consecuencias de su

empleo. *En dimensión de comunicación* los estudiantes transmiten a otros. Y en la *dimensión de interacción docente-alumno* se hace alusión al desarrollo del pensamiento y lenguaje que se realiza en el aula.

Miguel Quintanilla (1998), haciendo mención a la conferencia de Ron Harré de 1986, aglomera las cinco dimensiones en dos actividades de pensamiento necesarias para la comprensión de los fenómenos naturales: primero *clasificar*, que en otras palabras es describir lo abordado mediante sus características más relevantes y como segundo *explicarlo*, es decir proponer un mecanismo analógico o hipotético que explique cómo se produjo. “*Los conceptos científicos adquieren significado y se hacen comprensibles por sus relaciones lógicas y su capacidad para referirse a la realidad y que dé cuenta de los fenómenos observables*” (Quintanilla, 1998, p. 181).

Esta pretensión de dotar de propiedades y cualidades al fenómeno para desempeñarse frente a él y explicarlo, no se logra solo desde las habilidades de pensamiento propias del sujeto, sino mediante la interacción con el fenómeno mediante la organización experiencial y conceptual que el sujeto realiza desde una ampliación de su experiencia y la re-contextualización de saberes llevados al aula de física (Ayala, 2006).

Pero ¿qué se entiende por experiencia y cómo se relaciona con los fenómenos?; Jorge Larrosa (2006) considerando a la experiencia como “eso que me pasa”, hace alusión al acontecimiento que es exterior al sujeto, pero que tiene efectos en él y como resultado lo transforma (sus palabras, ideas, sentimientos, representaciones, etc.). Los acontecimientos o procesos que son externos del sujeto requieren de alguien ante quien aparecer, y ese intercambio entre lo externo sensible y perceptible con el sujeto consiente que los reconoce, es lo que se conoce como fenómeno (Bunge, 2004). Como se puede apreciar desde esta perspectiva, tanto la experiencia

como el fenómeno sufren de la interiorización que realiza cada sujeto (de su manera de pensar, hablar y ver), por lo tanto, hay que tener en cuenta que el fenómeno va cambiando a medida que se va organizando la experiencia frente a él, y este no se puede considerar como estático, sino que se va transformando y evolucionando a medida que el estudiante va haciendo sus organizaciones (Malagón, et al., 2012).

Lo descrito anteriormente se alcanza cuando se logra contextos de significación en el aula, donde se ofrezca un espacio para pensar, explorar y plantear preguntas sobre el fenómeno abordado, con relación al saber del estudiante (Malagón, et al., 2013). Por lo cual, el experimento en este trabajo se concibe como una actividad educativa que permite la interacción directa del estudiante con los fenómenos y que configura el aula de ciencias como contexto de significación. Se hace relevante para los docentes de ciencia la selección de los experimentos que serán presentados a los estudiantes, con el objetivo de ampliar su experiencia frente a los fenómenos eléctricos y su comprensión.

Al pensar en los recursos que tienen los docentes para orientar los procesos de comprensión en el aula, se hace necesario el uso de los estudios histórico, desde la revisión y análisis de los textos originales o fuentes primarias, históricos y filosóficos entorno a la comprensión de los fenómenos electrostáticos, que brinden criterios para generar y seleccionar estrategias didácticas adecuadas para abordar en el aula estos fenómenos (Orozco, J, 2005).

“El análisis histórico-crítico con fines pedagógicos le puede aportar a los maestros formas de ver el mundo, esquemas de organización de la experiencia y criterios para ampliar la experiencia de los estudiantes, (...) que les permitan reconsiderar fenómenos o configurar situaciones para dinamizar la actividad cognitiva de los estudiantes” (Malagón, et al., 2013, p. 35).

Aunque el eje central de este trabajo no sean los estudios histórico-críticos, sí serán tomados en cuenta para estructurar la unidad del TAU de electrostática, seleccionar las actividades y problemas a abordar en la ampliación y organización de la experiencia del estudiante. También permitirán hacer una comparación de cómo se abordan conceptualmente los fenómenos eléctricos desde los libros de editoriales utilizados en el sistema de autoaprendizaje del colegio. A causa que estos libros se estructuran con una lógica cronologista, usando la historia de las ciencias para relatar los descubrimientos, hazañas, apartes de la vida o la obra de los científicos (Morcillo, 2015), que desconocen los contextos y problemas respecto a los cuales fueron configurados e incorporan las teorías como inmutables y absolutas (Orozco, 2005).

2.4. Electrostática

Debido a que los libros de Física de 11° como Santillana y Norma fueron los que remplazaron los TAUS de esta asignatura en el sistema de autoaprendizaje del Liceo V.A.L., se pretende comparar la presentación conceptual que estos documentos elaboran de los inicios de la teoría eléctrica con respecto a los surgimientos, pensamientos y avances de la historia de la electricidad durante los siglos XVII a XVIII, dado que las principales explicaciones que se realizaron en esta época con respecto a los fenómenos naturales se debían a las causas que los científicos observaban (Kuhn, 1993).

2.4.1. El inicio de los estudios electrostáticos

Cuando se habla de los pioneros en el estudio de los fenómenos eléctricos se hace alusión a los antiguos griegos, siendo Tales de Mileto (600 a. de C.) el primero en estudiar el efecto que producía el ámbar (resina amarilla de fósil de los arboles) o “elektron” en griego, que después de ser frotado con piel animal adquiriría la propiedad de levantar cuerpos ligeros como trozos de paja o semillas.

Varios siglos después, en Inglaterra el médico de la reina Elizabeth I, William Gilbert publica en 1600 la primera obra relacionada a los fenómenos eléctricos, a partir de los estudios y experimentos que realizó durante varios años. Gilbert basado en el dispositivo de Girolamo Fracastoro construye un detector eléctrico (llamado “versorium”), el cual, le permitiera detectar la propiedad de atracción del ámbar en otros materiales (Poveda, 2003), consistía en una flecha de madera apoyada sobre un soporte vertical y que podía girar libremente. Si la flecha giraba al acercar un cuerpo frotado, este presentaba la propiedad de atracción del efecto ámbar, con el cual, Gilbert demuestra que el ámbar no era la única sustancia que podía atraer otros cuerpos después de ser frotado, sino que también materiales como el vidrio, el azufre, el nácar, las piedras preciosas, entre otros. Además, él fue el primero en realizar la clasificación de los cuerpos eléctricos³, ya que existen cuerpos que después de ser frotados adquieren la propiedad de atraer a otros, los cuales denominó idioeléctros o eléctricos y los que no poseían esta propiedad luego de ser frotados, los llamó aneléctricos o no eléctricos.

Al revisar los libros de física de Norma y Santillana se aprecia que si se nombra a Mileto o Gilbert, estos quedan como un enunciado cronológico más, para iniciar el estudio de la electrostática, debido a que no se consideran los problemas que ellos querían abordar ni las ideas, pensamientos o hipótesis que tuvieron frente a lo que observaron. Mileto consideraba que existía una sustancia invisible la cual denominó como el “alma” y esta era adquirida por el ámbar después de ser frotado, permitiéndole levantar cuerpos ligeros (Marquina, 2006); mientras Gilbert planteaba la hipótesis que los efectos eléctricos se debían a que, al frotar los cuerpos, estos liberaban o emanaban un “humor” que estaba atrapado dentro de ellos y rodeaba al cuerpo, el cual denominó “efluvio”.

³ Nombrados eléctricos debido a la palabra latina inventada por Gilbert “electricum”, basándose en la palabra griega “elektron” (Poveda, 2013)

Lo propuesto por uno y por otro de cierto modo se relacionan, aunque hay que tener en cuenta que son explicaciones muy diferentes frente al efecto observado y más teniendo en cuenta la diferencia histórica entre los dos, siendo el trabajo de Gilbert la puerta para que otros científicos empezaran a pensar sobre el porqué se podían atraer otros cuerpos.

Posteriormente, Robert Boyle en 1675 descubre que si se tiene una barra de goma frotada, esta atraía a otro cuerpo no frotado que estaba suspendido en una hebra de seda, pero el cuerpo suspendido también podía atraer a la barra de goma cuando está estaba suspendida. Si se suspenden estos dos cuerpos, estos se atraen mutuamente, llegando a concluir que la atracción entre los cuerpos frotados y los no frotados era mutua (Maffiotte, 2011).

Para 1729 el físico Inglés Stephen Gray, a través de una serie de experimentos, encontró que la propiedad de atracción de un cuerpo puede trasladarse a otro cuerpo al ponerlo en contacto con algunos materiales aneléctricos y con otros no como los idioeléctros. Los aneléctricos (conocidos hoy en día como los metales) son aquellos materiales que son buenos conductores, mientras los idioeléctros son los malos conductores o aisladores. También Gray señaló que, en condiciones adecuadas, todos los cuerpos podían adquirir la virtud de acercar otros cuerpos o de electrificarse, siendo frotados o no.

Si de casualidad se nombra a Mileto o Gilbert en los libros de física de 11º, no existe una mínima posibilidad que se hable del trabajo de Boyle con respecto a la electricidad y más cuando él es el primero en relacionar la atracción mutua de un cuerpo con el otro, pero se asume como obvio o ya sabido que la atracción entre los cuerpos es mutua, cuando se habla de la ley de Coulomb.

Mientras el trabajo de Gray es tenido en cuenta para hablar de la diferencias de los materiales eléctricos, su trabajo realizado con respecto a la atracción eléctrica fue clave para desarrollar las

ideas de cargas eléctricas, a causa que, después del descubrimiento de Gray, no era posible aceptar que los efluvios estaban en los cuerpos de los cuales habían emanado por frotamiento (Poveda, 2013), ya que no pertenecen ni dependen del objeto que lo contiene y llegó a ser necesario admitir que las emanaciones tenían una existencia independiente, siendo más una transferencia de un cuerpo a otro.

Dado a la época sustancialista en la que se encuentra los estudios de la teoría eléctrica, los efluvios sufren un cambio y fueron reconocidos bajo el nombre de "fluido eléctrico" como una de las sustancias que constituían el mundo (Furio, Guisasola y Zubimendi 1998).

2.4.2. Atracción y repulsión eléctrica

En 1663 el ingeniero militar Otto Von Guericke inventó la primera máquina electrostática, a partir de la excitación de una esfera de azufre, por medio, de la fricción que se producía con una manivela y con la cual pudo observar la repulsión eléctrica. Como nos señala Maffiotte (2011), Otto observó que una pluma atraída por la esfera de azufre era enseguida rechazada y se mantenía alejada a una determinada distancia; para que fuera atraída de nuevo, debía ser tocada por otro cuerpo. Aunque, en 1629 Nicolo Cabeo ya había hablado en su obra de "la filosofía magnética", acerca de la repulsión eléctrica; donde da cuenta que las limaduras de hierro atraídas por el ámbar frotado retrocedían a una pequeña distancia después de entrar en contacto.

Contemporáneo a Gray, en Francia el físico Charles Du Fay había realizado una serie de experimentos siguiendo la idea de repulsión de Von Guericke y Cabeo: que cuando un cuerpo no frotado era atraído por otro ya frotado, este era repelido después de tocarlo, porque este podría adquirir su misma electrificación. Con base en nuevos experimentos Du Fay llega a la necesidad de nombrar dos clases de electrificación para dar cuenta de sus observaciones: "Vítrea" y "Resinosa". Que como ejemplifica Poveda (2003), Du Fay constata que, al acercar un tubo de

vidrio frotado a una lámina de oro ésta era atraída hasta el momento en que entraban en contacto, después la lámina de oro se alejaba, pero si se acercaba inmediatamente una pieza de resina previamente frotada a la lámina estas se atraían. Posteriormente planteó que las electrificaciones del mismo nombre se alejaban y las del nombre contrario se atraían.

Du Fay para explicar sus observaciones de repulsión y atracción de los cuerpos, plantea la teoría de los dos fluidos eléctricos (vítreo y resinoso), los cuales se encontraban en igual cantidad en cada material; cuando se frotan dos cuerpos existe un intercambio de igual cantidad de fluido, por lo cual, el objeto que adquiere un exceso de fluido vítreo queda con carga vítrea y el objeto que recibe el exceso de fluido resinoso queda con carga resinosa.

Mientras tanto en Estados Unidos el científico e inventor Benjamín Franklin para 1740, sin tener idea del trabajo realizado por Du Fay, nombra a las cargas que adquieren los cuerpos luego de ser frotados como “positiva y negativa” (Alvarenga y Máximo, 1983). A diferencia de Du Fay, Franklin concebía la teoría de un solo fluido, el cual se encuentra en todos los cuerpos y al momento de frotarlos existe una transferencia de fluido entre ellos, el cuerpo que pierde fluido queda cargado positivamente y el que gana se carga negativamente.

Al momento de presentar los fenómenos de atracción y repulsión en los libro de editoriales, se hace sin necesidad de hablar de las teorías de los fluidos eléctricos, como si la única explicación se debiera a la pérdida y ganancia de electrones, por lo cual, se hace pertinente presentar cómo se fue construyendo la red conceptual alrededor de lo observado, y más, debido a que estas teorías al ser contemporáneas, son tan diferentes la una de la otra, ya que la teoría de los dos fluidos se acerca más a la idea de los tipos de carga que constituyen la materia (positiva o negativa) y la teoría del fluido único presenta una explicación más cercana a la electrificación de dos cuerpos por frotamiento y que se relaciona con el principio de conservación de la carga, a lo

cual James Maxwell refiere: *“En todo proceso de electrificación son transferidas cantidades exactamente iguales de los fluidos en direcciones opuestas, de tal manera que la cantidad total de los dos fluidos en cualquier cuerpo permanece siempre igual”* (1954, p. 18).

Cabe aclarar que cuando un cuerpo es electrificado es porque manifiesta los fenómenos de atracción o repulsión (fenómenos eléctricos) y los cuerpos que los exhiben se dicen que están cargados eléctricamente (Maxwell, 1954); existen dos tipos de carga que adquieren los cuerpos y que hoy en día conocemos como positiva y negativa y cuando se juntan dos tipos de cargas iguales (positiva/positiva o negativa/negativa) se ejerce una fuerza de repulsión en cada una y dos cargas opuestas (positiva/negativa) se atraen una a la otra (Knight, 2007).

2.4.3. Electrificación

Cuando se habla de los métodos de electrificación, los libros de física tienen un afán por mostrar el ceder o recibir electrones y cómo estos se distribuyen en los cuerpos y así determinar la carga que adquiere el objeto electrificado. Pero, hablar de partículas para dar cuenta de lo que se puede observar al momento de electrificar un cuerpo puede no ser necesario. Ya que, para electrificar un cuerpo que no ha sido previamente cargado con un material cargado, existen dos métodos diferentes de electrificación: inducción y conducción, los cuales James Maxwell (1954) explica en términos de: En la electrificación por inducción, un cuerpo que no estaba electrificado se comporta como un cuerpo cargado cuando se le acerca otro cuerpo ya cargado, sin que ellos entren en contacto. Mientras en la electrificación por contacto un cuerpo que no estaba electrificado se comporta como un cuerpo cargado cuando entra en contacto con otro cuerpo ya cargado.

Maxwell presenta la electrificación desde una descripción de los trabajos realizados por Michael Faraday, en “Experimental researches in electricity”, y relaciona las cargas que

adquieren los cuerpos dependiendo del método con el que se electrifica al cuerpo no electrificado. Esto abre las puertas a un diálogo a los trabajos de Boyle, Gray y Du Fay, desde una contextualización de los métodos de electrificación y abordar los métodos de electrificación de forma diferente a como lo hacen los libros de física de 11°.

2.4.4. Materiales eléctricos

Todos los materiales se pueden electrizar, pero no todos los materiales se electrifican igual, mientras unos se cargan solo en la sección que interactúa como en el caso del vidrio, la seda o la barra de plástico (no conductores); existen otro tipo de materiales como los metales que, al ser electrificados, su carga se distribuye en todo el cuerpo. Esto quiere decir que todos los cuerpos al electrificarse son capaces de transportar las cargas eléctricas de forma más fácil dentro de ellos o como indica Maxwell (1954) resistir el paso de la electricidad dentro de estos. Con esto los materiales aislantes, a diferencia de los conductores, se pueden usar en los experimentos eléctricos para mantener los cuerpos electrificados sin que pierdan su electricidad.

Pero los libros de editoriales de Física tienen un afán por mostrar la diferencia de los materiales, desde los electrones libres. Como se hace evidente en el libro de Norma, Física 2: *“se debe a que los electrones que los conforman están más separados de los átomos que los componen (llamados electrones libres) y que permiten que las cargas eléctricas se muevan de manera libre dentro de ellos, llamando a estos materiales conductores. En cambio, en los materiales que su carga no se distribuye igual de fácil que en los conductores, se llaman aisladores porque sus electrones están más ligados a los átomos que los componen”* (Morales e infante, 2011, p. 143).

Esta diferencia de materiales se puede hacer evidente cuando experimentalmente se utilizan recipientes de metal y una variedad de cuerpos electrificados que interactúan con estos, siendo

para Maxwell, la descripción de lo observado, la propiedad que permita caracterizar y diferenciar los materiales y no los electrones libres como se presenta en los libros de física de 11°.

2.4.5. Del electroscopio a la caracterización de la fuerza

Partiendo de la investigación de la Universidad de Antioquia de Medina y Tarazona en el 2011, con respecto a la medición del potencial eléctrico en contraste con el tratado de la electricidad de Maxwell, se pretende llegar a la caracterización de la fuerza, desde la experiencia con el electroscopio (entendiéndolo como una caja metálica) con diferentes cuerpos electrificados, optando como una alternativa para comprender la fuerza eléctrica de manera diferente a resaltar los logros, hazañas o la vida de Coulomb, como se evidencia en los libros de Santillana y Norma.

El electroscopio es un indicador eléctrico que en su interior se compone de 2 láminas que se electrifican con el mismo tipo de carga y por lo tanto se repelen entre ellas cuando un cuerpo electrificado se acerca a este instrumento, el cual permite asociar la deflexión de sus láminas con la cantidad de electrificación (Medina y Tarazona, 2011). Deflexión que depende de la distancia a la que se encuentre el cuerpo electrificado. Indicador que posibilita separar la cantidad de electrificación de las demás cualidades, haciendo viable que: *“Se pueda establecer los criterios teóricos y procedimentales que permiten asociar la deflexión del electroscopio con la cantidad de electrificación y posteriormente proceder a su ordenación y cuantificación”* (Malagón, et al., 2013, p. 81)

2.5. El tau en el sistema de autoaprendizaje

El sistema de autoaprendizaje SERF intentado responder a una práctica problemática dentro del sistema tradicional de enseñanza. Hace que Ventura Fontan y Emilia García opten por elaborar una serie de textos, basados en el método de enseñanza de instrucción programada, los

cuales pondrían a prueba bajo el concepto de pedagogía intrínseca (que se encuentra incorporada a los materiales y método que derivan del estudiante). Ya que para el SERF, su objetivo se centra en trabajar y perfeccionar procesos mentales para la adquisición autónoma del conocimiento (sin necesidad del maestro), de estudio por si solo y de ser intelectualmente consiente de sus decisiones, mediante niveles de autorregulación.

Para poder ejecutar el sistema de autoaprendizaje fue necesario desvincular al docente como único poseedor del conocimiento y convertirlo en un especialista, acompañante y entrenador de la educación del proceso del estudiante. El tutor según el Proyecto de Educación Institucional del colegio Fontán se define: *“El Tutor, es el encargado de dirigir el trabajo autodidáctico del estudiante, ayudándolo a conseguir sus objetivos, responsable por la ejecución correcta de cada plan de estudios, y de la metodología propia del sistema”* (1995, p. 3).

Para hacerse posible cambiar el rol del docente fue necesario diseñar una serie de documentos, los cuales se escribieron según el método de enseñanza programada de la máquina de instrucción o caja de Skinner para 1963. Para Fontán estos libros a diferencia de las máquinas, permitirían bajar los costos y la viabilidad de adquirirlos más fácil para cada estudiante, con los cuales, los estudiantes responden a cada una de las actividades propuestas, recibiendo su respectiva información de acierto y error.

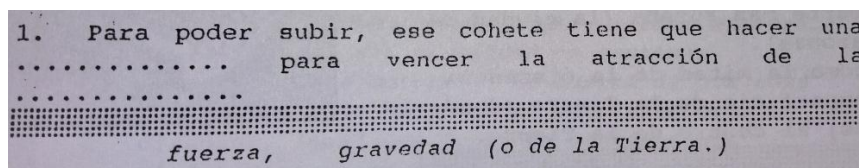
2.5.1. La enseñanza programada

Para Skinner, psicólogo conductista, la enseñanza parte de una respuesta de la conducta ya sea a estímulos, agentes externos y/o refuerzos (positivos o negativos) que logran que el sujeto modifique su conducta y dependiendo de la probabilidad que se repita esta respuesta, el individuo, o para este caso el estudiante, incrementa su deseo de aprender.

Se habla de enseñanza programada porque el proceso de aprendizaje es por etapas (de la más simple a la más compleja), de las cuales el estudiante al final de cada una evalúa si cumplió con los objetivos planteados y si sus metas fueron logradas, antes de continuar con la siguiente (Balabanian, 1974).

La enseñanza programada en el Liceo se caracteriza por la participación activa del estudiante de forma individual y autónomo frente al material didáctico (los textos de autoaprendizaje-TAUS), material que cada individuo aborda paso a paso e interactúa constantemente con este, donde va respondiendo una serie de preguntas, en las cuales su respuesta debe ser instantánea y verificada para evitar seguir un camino erróneo. Como lo afirma Deterline *“Resumiendo, la enseñanza programada es una técnica mediante la cual el alumno aprende por la manipulación activa del material didáctico”* (Deterline, 1965, p 16). Material que permite la retroalimentación, interacción y manipulación del estudiante bajo condiciones controladas para un proceso autodidacta.

La enseñanza programada varía según las respuestas que se exigen a los estudiantes, sea por una instrucción lineal o ramificada. En los procesos de aprendizaje lineal o de Skinner, se pide que completen una frase (Figura 1), resuelvan un problema, respondan entre verdadero o falso, jerarquicen o clasifiquen elementos.



1. Para poder subir, ese cohete tiene que hacer una
 para vencer la atracción de la

 fuerza, gravedad (o de la Tierra.)

Figura 1. Instrucción lineal. Tomada del TAU de ciencias 2 del colegio Fontán

A diferencia en la instrucción ramificada se propone una serie de respuestas para que seleccionen una de estas e instantáneamente se comparan las respuestas y se genera un refuerzo

(Figura 2), de tal modo que pueda ser recompensado y a la vez desglose la siguiente actividad (Dorrego, 2011).

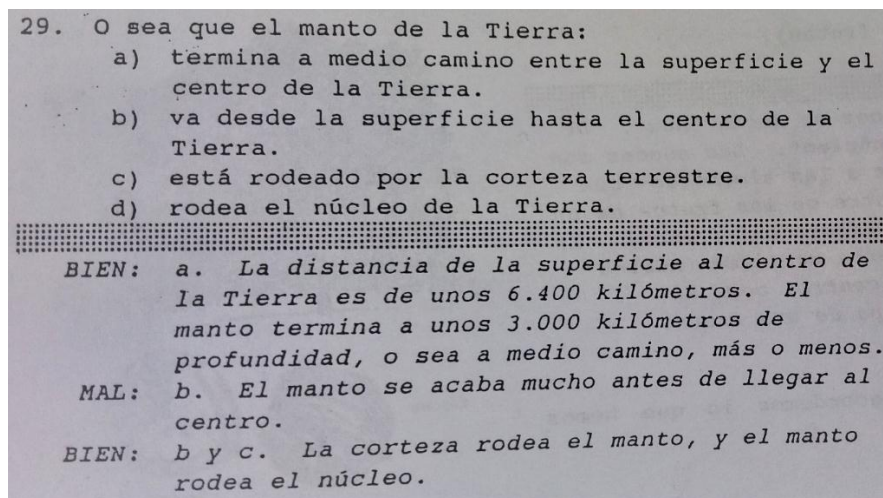


Figura 2. Instrucción ramificada. Tomada del TAU de ciencias 2, del colegio Fontán

Capítulo 3 – De retorno al TAU

La aplicación de la ruta didáctica propuesta en este proyecto se orienta a estudiantes de taller 6 del colegio Liceo V.A.L. (Vida, Amor y luz), el cual se encuentra ubicado en el barrio Doce de Octubre, de la localidad 12 de Barrios Unidos en Bogotá.

3.1. ¿A quién va dirigido?

El colegio es fundado en el año 1992 bajo el modelo de autoaprendizaje del sistema Fontán y la inclusión con estudiantes de necesidades educativas especiales (NEE), en 1996 sistematizan el documento de proyecto de educación institucional (PEI) que guía la acción educativa del Liceo hasta la actualidad. Para el 2008 inicia su proceso de acreditación con el Modelo de Calidad Europeo E.F.Q.M. con el que son actualmente acreditados.

Esta institución privada cuenta con aproximadamente 400 estudiantes, los cuales se reparten entre preescolar, básica primaria, básica secundaria y media académica, donde el 15 % de la

población son estudiantes con NEE. Las principales características socioeconómicas de los estudiantes son: Hijos de familias de clase media media, y media alta, que residen en barrios de estrato 3 y 4 localizados en diferentes zonas de Bogotá, con padres profesionales y ambos trabajan, con ingresos familiares superiores a 4 salarios mínimos y núcleos familiares pequeños de los que un buen número tiene hijos únicos.

La misión del colegio se caracteriza en: Ser una comunidad educativa inclusiva, dedicada a la formación integral de los niños, niñas y jóvenes, que asuman la dinámica cultural de la sociedad y participen en la solución de sus problemas. Además, el Liceo enmarca sus objetivos de formación en: Formar para la autonomía y la responsabilidad por medio del mejoramiento continuo de la estrategia de aprendizaje autónomo. Formar para la utilización adecuada de las tecnologías en informática y comunicación (T.I.C.S.), para cualificar los procesos de enseñanza y de aprendizaje, de investigación y de comunicación de la comunidad educativa.

Para un estudiante autodidacta: con autonomía y responsabilidad suficientes que le permitan planear, realizar y evaluar por sí mismo su estudio y aprendizaje. Estudioso, comprensivo, crítico y con la capacidad para tomar decisiones sobre su formación profesional y laboral futura. Con conocimientos y competencias científicas, humanísticas, históricas, sociales, geográficas y estéticas que lo habiliten para desempeñarse con éxito en la educación superior.

3.1.2. Ciencias Naturales en el sistema de autoaprendizaje

El liceo enfoca su plan de estudio en promover una variedad de estrategias, por medio de las cuales los estudiantes pueden poner en práctica las competencias necesarias para la formación en ciencias naturales a partir de la observación y la interacción con el entorno. Para el proceso de autoaprendizaje de las ciencias, se hacen necesarias competencias totalmente independientes de los contenidos temáticos de un único ámbito del saber, pues cada competencia requiere

conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y disposiciones específicas para su desarrollo y dominio.

El colegio plantea para la formación en ciencias: Crear condiciones para que sus estudiantes sepan qué son las Ciencias Naturales y para que puedan comprenderlas, comunicarlas y compartir sus experiencias y hallazgos con el fin de que logren actuar con ellas en la vida real y hacer aportes a la construcción y al mejoramiento de su entorno.

A partir de su metodología el Liceo busca relacionar los saberes previos de los estudiantes teniendo en cuenta las habilidades básicas, los procesos del pensamiento, la experiencia y los saberes, enfocados en un proceso de recolección y procesamiento de la información que busque la construcción del conocimiento y finalmente, hacer que se interrogue acerca del proceso de desarrollo de sus habilidades, sus aprendizajes significativos, y que identifique sus fortalezas y debilidades. Mediante ejercicios de razonamiento, resolución de problemas, estudios de texto, diarios de campo, informes, trabajos con proyectos y diseño de herramientas.

3.2. Ruta didáctica

Los primeros estudios frente a los fenómenos eléctricos se caracterizan por ser de corte cualitativo, como fueron los trabajos realizados por científicos como Gilbert, Gray, Boyle, Du Fay, Franklin, entre otros; entonces se considera conveniente proponer para los estudiantes autodidactas una variedad de actividades que involucren el análisis de aquellos experimentos que aportaron en la construcción de una teoría eléctrica, de modo que les ofrezcan la oportunidad de evidenciar e interactuar de diferentes formas con ciertos montajes que den cuenta de los efectos eléctricos, para su descripción y explicación, que los conlleve a los planteamientos y problemáticas que surgieron para su comprensión.

3.2.1. Etapas de la ruta

En este sentido la ruta didáctica implica el diseño de actividades experimentales y selección de problemas que se estructuraran en la unidad del TAU de enseñanza programada. Dado que los textos de autoaprendizaje establecen un diálogo con el estudiante a partir de una serie de preguntas y experimentos mentales que lo enfocan en la construcción de conceptos (Sastoque y Gallego, 2014), se contempla que estos experimentos mentales provengan de la experiencia previa del sujeto, que favorezca abordar de manera autodidacta la unidad de electrostática propuesta y faciliten reconocer, relacionar y construir la red conceptual que aglomera los fenómenos electrostáticos.

Por lo cual, se hace necesario determinar aquellas actividades experimentales que los educandos van a realizar antes de abordar la unidad del TAU, las cuales se plantean desde los estudios históricos y los trabajos realizados por el grupo de investigación de *Enseñanza de la física desde una perspectiva cultural* del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional. Con esta etapa experimental se pretende que los estudiantes vivencien situaciones vinculadas a los fenómenos electrostáticos y que se constituyan en experiencia de los estudiantes.

En la tabla 2, se presenta cada una de las actividades experienciales propuestas, con sus respectivos objetivos, desde dónde se plantearon sus criterios de selección y cómo se pretenden abordar en el texto de autoaprendizaje.

Tabla 2:

Selección de Actividades experimentales previas al TAU.

Actividad	Objetivo	Criterio	TAU
Construcción del indicador eléctrico	Buscar que el estudiante explore y se cuestione sobre el diseño y los materiales que usó	Sensorialmente no detectamos los efectos eléctricos, (Malagón, 2011)	Se clasifican los materiales eléctricos según sus propiedades
Levantar papelitos con	Reconocer la propiedad del efecto ámbar en	Los primeros estudios electrostáticos surgen de	Relacionar y evidenciar lo hecho con los

diferentes materiales	varios materiales	las propiedades del efecto ámbar.	estudios de Gilbert y Mileto
Electrificación de un péndulo electrostático	Diferenciar cuándo se atraen o se repelen los cuerpos electrificados	El primero en estudiar e intentar explicar los efectos de repulsión eléctrica fue Du Fay	Hablar de las diferentes cargas según Du Fay y Franklin y como se adquieren desde el fluido eléctrico
Electrificación de tiras de aluminio	Caracterizar los distintos métodos de electrificación	Visto la electrificación por frotamiento y contacto se busca acercarse a la inducción eléctrica como Maxwell.	Se determina el tipo de carga de los cuerpos en cada método y como estos se diferencian
Electroscopio	Dotar de cualidades la fuerza eléctrica	Fenomenológicamente se evidencia la cantidad de carga y cómo varían los efectos eléctricos con respecto a la distancia	Se llega a la fuerza eléctrica desde la cantidad de carga y distancia

La Tabla 2 muestra las actividades experimentales previas que los estudiantes autodidactas realizan como requisito para trabajar la unidad de electrostática propuesta.

Teniendo en cuenta que los efectos eléctricos, a diferencia de los térmicos, no se pueden detectar por medio de nuestros sentidos (Malagón y et al., 2011), se propone la construcción de un indicador eléctrico, como el electroscopio (Anexo 3), el cual posibilite a los estudiantes detectar estos tipos de efectos y los lleven a explorar, describir y cuestionar sobre la manera que se presentan estos efectos, bajo qué condiciones y la diferenciación de los materiales usados para su elaboración.

Como primera medida en la transformación del proceso autodidacta en la materia de física, que se propone en este trabajo de grado, los alumnos presentan primero una práctica experimental, antes de abordar la unidad del documento de enseñanza programada. Como requisito para poder solicitar la práctica ellos construyen y presentan el indicador al profesor del colegio.

La práctica experimental que se propone (Anexo 4), se considera como una serie de experimentos introductorios para que el estudiante autodidacta amplíe su experiencia frente a los

fenómenos electrostáticos. Con los efectos de atracción eléctrica, se propone que el estudiante frote diferentes materiales como globos, tubo de PVC y vidrio con el cabello, seda, paño y lana, para que posteriormente se acerquen a pequeños trozos de papel cortados. A parte de que los estudiantes empiezan a detectar los efectos eléctricos (con diferentes materiales como observó Gilbert), se pretende que para empezar a organizar el fenómeno observen, describan y respondan una variedad de preguntas, por ejemplo: ¿Por qué consideras que los diferentes materiales después de ser frotados, interactúan de igual manera con los pedazos de papel?

Posteriormente se propone que froten dos globos con el cabello y los acerquen por la parte frotada, además se les pide que observen y expliquen ¿por qué en este caso no sucede lo mismo que se apreció con los papeles? Para poder hablar de los efectos de atracción y repulsión eléctrica, se considera necesario que los estudiantes interactúen de igual forma que lo hizo Du Fay para hablar de las cargas vítrea y plástica: Tocar el péndulo electrostático con la mano antes de iniciar, luego frotar el tubo de PVC con el trozo de lana y el tubo de vidrio con el trozo de paño, poner en contacto el tubo de PVC con el péndulo electrostático hasta que las la minas se alejen e inmediatamente acerca el tubo de vidrio frotado. Luego se les pregunta: ¿Por qué consideras que se debe acercar rápidamente el tubo de vidrio frotado al péndulo electrostático?, ¿por qué es necesario tocar el péndulo electrostático antes de realizar otra experiencia?, y ¿de qué depende que un cuerpo acerque o aleje a otro? (usar dibujos para explicar).

Finalmente, el estudiante debe frotar diferentes materiales y acercarlos al electroscopio por el extremo frotado y el no frotado, para describir y brindar una explicación de lo que observa en el indicador. Hasta aquí los estudiantes evidencian y describen diferentes efectos y condiciones para la electrificación, sin embargo se considera pertinente que ellos den cuenta de cómo estos efectos pueden estar vinculados a una magnitud como la fuerza eléctrica.

Por lo que se le pide al estudiante que preste atención a la deflexión de las láminas a medida que se van acercando los cuerpos electrificados y se les pregunta: ¿Cómo afecta la distancia cuando se acercaban los cuerpos frotados al electroscopio? Teniendo la relación de distancia y electrificación se le pide que realice el paso anterior, pero frote con mayor fuerza los materiales y respondan: ¿Qué diferencia existe cuando se frota con mayor fuerza un cuerpo?

Esta serie de actividades experimentales buscan que el estudiante autodidacta observe, interactúe, describa, relacione, interprete y explique, de tal modo que le posibilite tanto organizar su experiencia, cómo desempeñarse frente a los fenómenos eléctricos de diferentes maneras.

Una vez realizadas las observaciones, las distinciones y descripciones eléctricas, como proceso final del experimento, se iniciará el abordaje de la unidad del TAU de electrostática. Para diseñarla se consideró la experiencia del alumno en el ejercicio de estructurar, recontextualizar y retroalimentar su actividad experimental, y ponerla en relación con las problemáticas que surgiendo en la estructuración de una teoría electrostática, involucradas en el primer capítulo del tratado de la electricidad de Maxwell (1954).

Con el TAU que propone un diálogo, en el que el estudiante interactúa de manera activa por medio de actividades orientadoras que paso a paso procuran generar habilidades de pensamiento ante los fenómenos eléctricos, gracias a la reacción de respuestas inmediatas (refuerzos) que permite corregir sus equivocaciones o verificar sus aciertos.

Como se puede evidenciar en el Anexo 5 (unidad didáctica de electrostática 11f-09), este no solo se estructura desde la enseñanza programada lineal de Skinner, que utiliza preguntas que exigen una palabra para completar una oración, sino además se plantean actividades que pretenden un desempeño flexible de los fenómenos electrostáticos, en donde estructuren y relacionen su práctica experimental, induciendo en la autoconstrucción.

Capítulo 4 – Análisis y Resultados

Debido a la particularidad del sistema de autoaprendizaje de la institución, se tendrán en cuenta algunas consideraciones tanto del proceso autodidacta del estudiante como de la ruta didáctica que se propone para este trabajo de grado, para realizar el respectivo análisis de su implementación. El propósito es entender cómo fue abordada por los estudiantes y de qué manera ellos construyen los fenómenos electrostáticos a partir de la actividad experimental y del texto de autoaprendizaje.

4.1. Descripción de la implementación

La primera consideración de la propuesta realizada fue presentar una idea de experimento diferente a la que los estudiantes están acostumbrados. Para ellos el papel del experimento es verificar la teoría vista en el libro. Por lo tanto, se decide plantear una actividad experimental que se ejecute antes de ver la teoría y que se oriente en ampliar la experiencia de los estudiantes con

respecto a los fenómenos electrostáticos; además que invite al estudiante a explorar, describir, interactuar y organizar el fenómeno.

Esta parte de la propuesta la realizaron los estudiantes de manera individual, en los momentos que consideraban oportunos, de acuerdo con el sistema de autoaprendizaje. En este sentido, los datos que se analizan, sobre esta etapa de la propuesta, son algunos escritos elaborados por los estudiantes como respuesta a la guía del experimento. Particularmente se presentarán extractos de los escritos de tres estudiantes, en tanto son representativos del tipo de respuestas escritas por los demás estudiantes.

Como segunda consideración, se planteó que para la construcción conceptual del fenómeno los estudiantes realizaran la unidad de electrostática diseñada, siguiendo el modelo lineal de enseñanza programada en el TAU, que se les entrega una vez aprobado el experimento (que fue calificado por el docente del colegio).

Por último, se propuso una actividad en la parte final de la unidad del TAU denominada “autoevalúate”, que pretende que el estudiante se desempeñe flexiblemente y de manera novedosa frente a los fenómenos eléctricos, reflexionen sobre el trabajo realizado y se autoevalúe.

Durante el desarrollo del TAU, o antes de solicitar el examen de la unidad de electrostática ellos pueden acercarse al docente de física para aclarar sus dudas en la tutoría. Durante la implementación de este proyecto se tuvo la oportunidad de participar como profesor de la materia y responder a la tutoría de la unidad propuesta. A esta actividad asistieron 3 estudiantes, en diferentes momentos se registró el audio de algunas de las tutorías hechas; estas grabaciones fueron transcritas y hacen parte de los datos que configuran el análisis que se presenta a continuación.

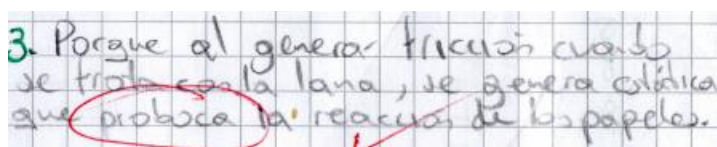
4.2. Análisis de la actividad experimental

El primer análisis que se hace es con relación a la explicación que los estudiantes dan a los efectos de atracción y repulsión desde sus observaciones y descripciones. Se destaca que los estudiantes buscan explicar estos efectos desde algún aspecto de su experiencia con la electricidad, o vincularlos con alguno de los contenidos abordados en otros espacios académicos.

4.2.1. Se pegan los cuerpos

Los estudiantes empiezan describiendo la atracción de los cuerpos, haciendo alusión a lo observado en la actividad propuesta: trozos de papel se pegan al cuerpo electrificado (ver Anexo 6). Lo que varía son las cualidades con las cuales buscan explicar ¿el por qué? se pegan los cuerpos.

Por ejemplo el estudiante E.N., explica la atracción como una respuesta a “la estática” generada por la “fricción” de un cuerpo contra otro (Fragmento 1). Se puede decir que para el estudiante, la acción realizada por él en el experimento (frotar), no es en sí misma lo que explica la atracción. Él le atribuye a una cadena de efectos “la reacción de los papeles”: primero se “genera fricción” y esta genera “estática”, la propiedad responsable del efecto observado.



Fragmento 1. Explicación de los efectos de los trozos de papel y los materiales electrificados

El estudiante E.W., como se aprecia en el Fragmento 2, habla del pegar de los cuerpos porque hay transferencia de una “cantidad de energía” que modifica “la carga” que tienen. Probablemente se refiere a la energía eléctrica que ceden cuerpos electrificados y que otros pueden absorber. Esto podría estar vinculado a un tema abordado en taller 5 en la asignatura de física o de química: el principio de conservación de la energía.

- Interacción así porque al recibir una cantidad de energía (que altera su carga original) adquiere la capacidad de transferir dicha energía a cualquier objeto o absorberla para sí.

Fragmento 2. Descripción y explicación de porqué se pegan los papelitos al material electrificado.

El estudiante E.J., habla del efecto de los papelitos desde “las diferentes cargas eléctricas que se forman en los cuerpos” según los materiales que se utilicen en el proceso de electrificación. El efecto de “pegarse” de los cuerpos se deberá a las cargas que se formaron en el cuerpo. Mostrando que hay una aparición de cargas que se organizan dependiendo del material.

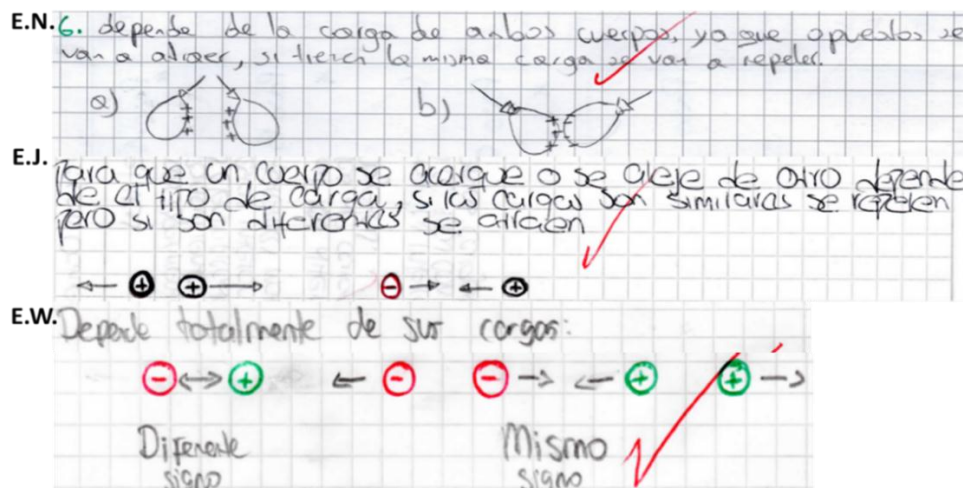
Estos actúan de manera diferente debido a las diferentes cargas eléctricas que se forman por los diferentes materiales.

Fragmento 3. Las cargas eléctricas se forman a partir del material.

Los tres estudiantes hablan de causas diferentes para un mismo efecto: acción de la estática generada mecánicamente, transferencia de energía entre objetos afectados y formación de cargas eléctricas. Lo descrito anteriormente permite decir que, aunque a los estudiantes se les presente el mismo acontecimiento, la manera de pensar, ver y hablar de éste, está determinada por la forma en que se le aparece el fenómeno ante ellos, por su experiencia y saberes que les permite hablar de lo observado.

4.2.2. Atracción y Repulsión

Después de haber realizado una variedad de experiencias con los fenómenos de repulsión y de atracción, se plantea que los educandos expliquen la causa de que los cuerpos electrificados se atraigan o se repelen. Se encuentra que todos elaboran sus explicaciones desde los tipos de carga que le atribuyen a cada cuerpo (Fragmento 4).



Fragmento 4. Explicación de los efectos de atracción y repulsión

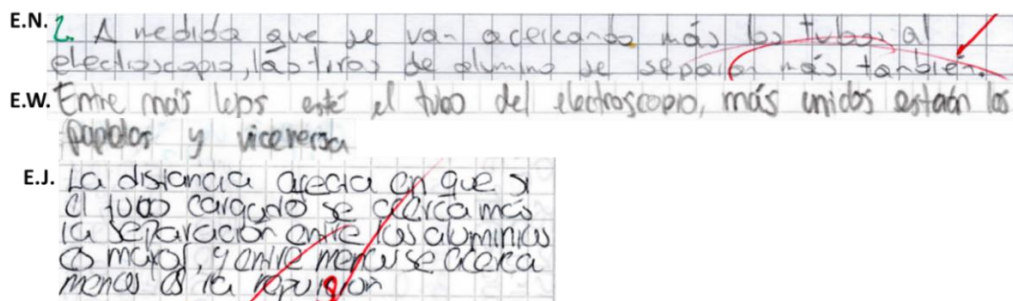
Aunque estos experimentos se postulan antes de abordar los conceptos en el TAU, los estudiantes recurren los diferentes tipos carga, para explicar que los cuerpos se acercan o se alejen. Por ejemplo, E.J. afirma: “depende del tipo de carga, si las cargas son similares (los cuerpos) se repelen, pero si son diferentes (estos) se atraen”. Esto implicaría que la carga de un cuerpo, en sí misma, no puede definir si el efecto es de atracción o repulsión. Es el efecto (atraer o repeler) el que indicaría si los cuerpos afectados tienen diferente (o el mismo) tipo de carga. A parte de coincidir en la explicación, los estudiantes tienen la representación de que son 2 los tipos de carga: positiva y negativa.

4.2.3. Indicador eléctrico

Por medio del electroscopio se espera que los estudiantes relacionen los efectos electrostáticos con la distancia a la que se les acercaba los cuerpos electrificados y cómo varían estos efectos cuando se varía la intensidad con la que se electrifica el cuerpo.

Se pide que se observe cómo son afectadas las láminas de aluminio dentro del electroscopio a medida que se van acercando los cuerpos electrificados. En esta actividad los estudiantes concluyen que entre más cerca estén los tubos electrificados, se van a separar más las láminas de

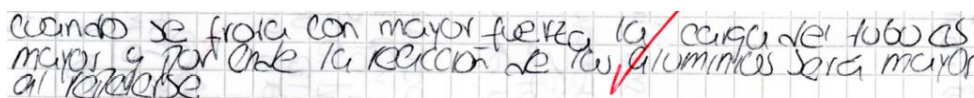
aluminio (Fragmento 5). Por lo que se empiezan a relacionar la electrificación de los cuerpos con la distancia a la cual interactúan.



Fragmento 5. Relación de los cuerpos electrificados con la distancia

Es interesante la respuesta de E.J., porque además de describir lo que observa, vincula al efecto de separación de las tiras de aluminio con el efecto de repulsión ya abordado en anteriores situaciones.

Posteriormente los estudiantes debían electrificar un tubo de PVC variando la fuerza con la que lo frotaba y ponerlo en contacto con el electroscoipo para relacionar la intensidad con la que se electrifican los cuerpos con la separación de las láminas de aluminio. Frente a esta situación el estudiante E.J., habla de la separación de las láminas que aumenta entre mayor sea la fuerza de frotamiento (Fragmento 6). Además, se establece una relación directa entre el grado de fuerza y el grado de carga del tubo: a mayor fuerza, mayor carga. Entonces, la apertura de las láminas dependerá del grado de carga.



Fragmento 6. Fuerza de frotamiento para E.J.

E.W., establece una relación similar señalando que “la carga eléctrica” respecto a la fuerza va a ser directamente proporcional (a más fuerza mayor carga), porque esta se “intensifica” (Fragmento 7), como si las cargas se acentuaran o concentraran porque se frotó con mayor fuerza, haciendo que se abran más las láminas dentro del indicador.

- La carga se intensifica, lo que implica que a más fuerza más carga eléctrica

Fragmento 7. Fuerza de frotamiento para E.W.

Ambos estudiantes asocian la cantidad de carga con la apertura de las láminas del electroscopio. Sin embargo, hay una diferencia entre las respuestas de los estudiantes respecto a las características de la carga, mientras E.J. se refiere a “la carga del tubo” frotado, como atribuyendo que está en el tubo; E.W. se refiere a la carga y a la posibilidad de cambiar en intensidad, sin distinguirla en el cuerpo y le agrega el adjetivo de eléctrica.

Lo descrito anteriormente muestra cómo desde la ampliación de la experiencia del sujeto con la interacción del electroscopio y los cuerpos electrificados los estudiantes empiezan a relacionar magnitudes como la distancia y las cargas con los efectos electrostáticos: A mayor fuerza de frotamiento mayor va a ser el efecto eléctrico de repulsión entre las láminas, disminuyen a medida que incrementa la distancia.

4.2.4. Electrificación

En la guía del experimento se hace referencia a electrificar los cuerpos y además se tiene como objetivo general de este: Reconocer experimentalmente el comportamiento de los cuerpos electrificados y cómo estos interactúan con diferentes materiales, por lo cual se hace pertinente que al final, después de una serie de actividades se responda, ¿qué es la electrificación?

Para E.J., la electrificación es “el proceso que se hace para cargar un cuerpo”, considerando la serie de procedimientos que él mismo hace para carga eléctricamente. E.N., indica que es “el acto de darle carga eléctrica a un objeto”, igual que E.J., se centra en la acción desde la cual se les da carga a los cuerpos, por lo que los cuerpos cargados son pasivos en el proceso de electrificación.

Particularmente, E.W. describe la electrificación como un proceso (Fragmento 8), donde “un objeto gana o pierde electrones”. Se podría considerar que este estudiante, a diferencia de sus

compañeros, ya ha tenido algún acercamiento al modelo de los electrones y su relación con la carga eléctrica. Sin embargo, esta respuesta coincide con las de E.J. y E.N., en que la electrificación se asocia a un proceso en el que sobre un cuerpo recae una acción que genera que adquiera (o pierda) algo (carga, electrones).

3. La electrificación es un proceso en el cual un objeto gana o pierde electrones

Fragmento 8, Fuerza de frotamiento para E.W.

Las actividades experimentales y las preguntas obligan a los estudiantes a extender sus explicaciones y que empiecen a construir el fenómeno electrostático desde su organización. Por ejemplo, el estudiante E.W., empieza hablando de la transferencia de energía con relación a la carga, pero a medida que se le presentaban nuevas situaciones, necesitó hablar de tipos de carga, asociándolas posteriormente con los electrones. Para E.N., es él quien mediante las acciones da la carga y, dependiendo del material se adquiere el tipo de carga. Mientras que E.J. desde el comienzo considera que existen diferentes tipos de carga y estas son las causantes de los fenómenos que observa.

4.3. Análisis de tutorías

A continuación se presentaran los fragmentos más relevantes de la transcripción de los audios grabados en las tutorías (Anexo 7), los cuales permitan analizar la manera en que se comprenden los fenómenos electrostáticos abordados en el TAU y algunas de las inquietudes que los educandos tienen durante su proceso de autoaprendizaje.

Lo primero a resaltar es que cada uno de los jóvenes autodidactas, cuando busca una orientación del tutor, llega con preguntas que construyen según sus necesidades. Lo segundo es que los estudiantes se basan únicamente en los contenidos suministrados en el TAU, por lo que, si tienen dudas, no buscan información en otras fuentes, si no se dirigen a tutoría. Y, la tercera es

que en la interacción de docente-alumno, en el momento que se requiera, se retoma algún aspecto relevante del experimento que favorezca ampliar la explicación.

4.3.1. Las preguntas en la tutoría

En la parte final de la unidad del TAU, los estudiantes deben realizar un cuadro comparativo entre las semejanzas y diferencias de la fuerza eléctrica y la fuerza de atracción gravitacional.

Donde el estudiante E.N., llega a la tutoría con una pregunta al respecto:

E.N. Me preguntan, ¿Qué cuáles son las diferencias entre la fuerza gravitacional y la eléctrica?

T.D. Que dice el TAU de electrostática

E.N. Son como las mismas cosas con unidades diferentes, pero lo que dice acá es que en una las fuerzas se atraen y se repelen y en la otras solo se atraen.

T.D. ¿En cuál se atraen y se repelan?

E.N. En la eléctrica que es la de Coulomb y en la gravitacional no, esta solo se atrae.

T.D. ¿Y cómo es eso que tienen unidades diferentes?

E.N. En una son cargas y en la de Newton son masas

T.D. ¿Pero ambas tienen unidades en Newtons?

E.N. Si pero sus constantes tienen diferentes unidades

T.D. Listo. ¿Qué otras diferencias o semejanzas encuentra?

E.N. ¿De semejanza?, que las dos son proporcionales al inverso al cuadrado.

Fragmento 9. Tutoría de E.N., con respecto a la fuerza eléctrica y gravitacional

Como se puede observar en el Fragmento 9, el estudiante E.N. modifica la instrucción del TAU (elaborar un cuadro comparativo entre la ley de Coulomb y la ley gravitación de Newton) por una pregunta que considera le están solicitando. El tutor hace referencia al documento guía (TAU) para comprobar que el estudiante lo ha seguido.

Podría decirse entonces que la pregunta con la que llega el estudiante a la tutoría no refiere a alguna duda respecto al contenido, posiblemente el objetivo era solicitar aclaración de la actividad y mostrarle al tutor que está realizando las actividades del TAU para solicitar posteriormente el examen. Por ejemplo: en el TAU se pregunta ¿qué permiten los electrones libres dentro de un material? Y el estudiante E.N., asocia el abordaje que el texto hace de los electrones libres con respecto a los diferentes materiales, en relación con la caracterización de los aislantes y metales previamente realizada (Fragmento 10), por lo cual, transforma la pregunta del

documento a una más cercana a lo hecho por el mismo “¿Por qué al frotar el extremo de una barra aislante el otro extremo no queda cargado?”

Lo anterior muestra cómo el tutor de física no se dedica a responder la pregunta, sino que interviene con preguntas orientadas desde el contenido del TAU, indicando que la respuesta de la actividad está auto contenida en el documento, pero sin ser ajenos u olvidando la actividad experimental.

4.3.2. El experimento en la tutoría

Durante las tutorías, en el momento que se requiera, si el tutor o el estudiante lo consideran pertinente puede retomar algún aspecto de la actividad del experimento que brinde herramientas para aclarar alguna duda, como se puede observar en el Fragmento 10.

- E.N.** ¿Por qué al frotar el extremo de una barra aislante el otro extremo no queda cargado?
T.D. Recuerde la actividad experimental.
E.N. Pues, lo que pasa con el tubo de PVC; porque por frotamiento solo movía al electroscopio por el extremo frotado.
T.D. ¿Cómo así?
E.N. Cuando lo acercaba por el extremo que no era cargado no pasaba nada
T.D. ¿Qué característica tiene entonces el tubo de PVC?
E.N. Que es una barra aislante.
T.D. Mejor dicho, le cambio la pregunta: ¿Cuál es la diferencia entre la barra de PVC y un metal?
E.N. Hay un movimiento de cargas, electrones por toda la cosa
T.D. Hay un movimiento dentro del cuerpo, que en otras es que se transportan más fácil las cargas dentro del cuerpo y ¿esto se debe a qué?
E.N. Tiene electrones libres
T.D. Entonces, ¿Que diferencia a los materiales?
E.N. Que las cargas pueden moverse más fácil dentro de unos materiales que otros

El docente le dice al estudiante que recuerde la actividad experimental, donde E.N., de Fragmento 10. Actividad experimental con el electroscopio

inmediato relaciona la actividad de frotar el tubo de PVC y acercarlo al indicador por el extremo frotado y el no frotado. La intervención del profesor sobre la situación que describe el estudiante, permite que E.N., extienda su descripción: el hecho de que se vea o no efecto en el electroscopio indicaría si un objeto es aislante o conductor. La búsqueda de una respuesta a la pregunta formulada por el estudiante lleva al profesor a salirse de la actividad experimental descrita por el estudiante y lo interroga por la diferencia entre un tubo de PVC y el metal. El estudiante asocia

el movimiento de cargas, que implica por el movimiento de electrones libres (elemento incluido en el TAU). Entonces hay un paso del experimento al modelo teórico para la explicación de efectos.

Pero no solo es el tutor es quien hace referencia al experimento, también el estudiante retoma algún aspecto de la actividad experimental que posibilite comprender lo discutido con el profesor (Fragmento 11).

T.D. ¿En qué se diferencia el método de frotación con el de inducción y contacto?

E.V. Un cuerpo tiene la carga positiva y el otro negativa

T.D. Sí, pero ten en cuenta que en el método de frotación ninguno está cargado y después de frotarlos cada cuerpo adquiere una carga. En el de inducción y contacto un cuerpo está cargado y el otro no.

E.V. Ah, como en el péndulo electrostáticos, que la barra estaba cargada pero la bolita no.

T.D. Exacto, ahora la pregunta es: ¿en que se diferencia el método de inducción y el de contacto?

E.V. No se

T.D. Revisa el TAU

E.V. Que en contacto adquiere la misma carga y en inducción la carga contraria

Fragmento 11. Métodos de electrificación

Desde la actividad del TAU, de describir los diferentes métodos de electrificación, el estudiante busca asesoría al respecto. Por lo cual, el tutor empieza buscando separar los métodos de frotación con los de inducción y contacto, asociados así por el estado de carga que se encuentran los cuerpos que interactúan en los métodos y al no encontrar la respuesta que esperaba por parte del alumno aclara y reorienta la explicación. Con esto, ahora el estudiante es quien que trae el experimento para entender la indicación del tutor y ampliar su explicación. Cabe resaltar que en este ejemplo también se aprecia que se hace referencia a que la respuesta esté auto contenido en el texto guía.

Dado a que los estudiantes tienen la experiencia previa gracias al experimento, se facilita los procesos de socialización, explicación y comprensión del fenómeno que se ejecutan en las tutorías. Por lo que se hace importante que el docente encargado de la tutoría haga parte del proceso de construcción y selección tanto de las actividades como de las temáticas que

componen al experimento y el TAU, para así dinamizar los procesos de autoaprendizaje del estudiante.

Pero aún más importante, la labor del tutor se centra en resolver las dudas que se le generan al estudiante cuando aborda el documento, por ejemplo, el estudiante E.J., quien está empezando abordar el TAU, específicamente donde se hace referencia a la actividad de frotar los globos con el cabello, se le pregunta ¿qué tipo de carga adquiere el globo, vítrea o plástica?, el docente en este caso le plantea una situación en la que tiene el globo, una barra de PVC y una de vidrio y le pregunta ¿Qué hace para saber el tipo de carga? (Fragmento 12).

T.D. Si tiene una barra de vidrio, otra de plástico y un globo, ¿Qué hace para saber el tipo de carga del globo frotado con el cabello?

E.J. Lo acerco al vidrio y si se atraen, su carga será positiva

T.D. ¿Ósea que tiene la misma carga o contraria al vidrio?

E.J. Contraria al vidrio

T.D. ¿Entonces qué tipo de carga tiene?

E.J. Plástica. Entonces plástica es cuando tienen carga contraria y vítrea la misma carga

T.D. No. Depende de los objetos con los que se interactúan; por ejemplo usted acerca el celular cargado al plástico y depende si se atrae o se repele.

E.J. ¿Dependiendo si se atrae o si se repele?

T.D. Si se repele con el plástico es porque su carga es igual a éste.

E.J. Entonces vítrea y plástica son nombres que se le dan

T.D. Si son nombres que alguien le quiso dar. Después Franklin las nombro positiva y negativa.

Fragmento 12. Carga vítrea y plástica

El estudiante responde como si estuviera realizando la operación de acercar el globo a la barra de vidrio y determina que el tipo de carga del globo es “positiva”. Aunque, se le estaba preguntando si era vítrea o plástica, por lo que, el tutor orienta al estudiante a reconocer si el tipo de carga del globo es contraria o semejante al vidrio. Pero en este caso, el estudiante se confunde, pensando que la carga es “plástica cuando (los cuerpos) tienen carga contraria” (ósea que se atraen) y “vítrea (si los cuerpos tienen) la misma carga” (ósea se repelen), haciendo necesario que el tutor proponga un experimento mental con otro objeto (celular) para que relacionara el atraer cuando las cargas son contrarias y el repeler cuando son las mismas y como

respuesta el estudiante modifica su idea de la carga vítrea y plástica y se da cuenta que fue un nombre que alguien le dio a estos tipos de carga.

Por lo anterior, se rescata la función de las tutorías, que éstas sean personalizadas, debido a que permiten conocer las formas en que cada estudiante construye el fenómeno, identificar las dudas que a cada uno se le genera y encontrar alternativas o manera para potenciar las habilidades según el sujeto.

Conclusiones

- ✓ Debido a que en el sistema de autoaprendizaje el estudiante es quien toma las decisiones con respecto a su proceso de aprendizaje (cuándo realizar la actividad experimental, cómo abordar el TAU y en qué momento dirigirse a la tutoría) se dificultó realizar un seguimiento a cada uno de los estudiantes y por consiguiente no se pudo determinar cuáles fueron las comprensiones a las que se llegaron o que tanto se comprendió el fenómeno, aunque la ruta didáctica se diseñó, enfocada a la comprensión de los fenómenos electrostáticos. Pero sí se logra evidenciar como el estudiante empieza a construir el fenómeno a medida que interactúa, lo organiza y se desempeña frente él.
- ✓ La pretensión de plantear el experimento como una actividad experimental previa al abordaje de la teoría desde el texto de autoaprendizaje, posibilita que a medida que el estudiante amplíe su experiencia de los fenómenos electrostáticos y responda las preguntas orientadoras propuestas, comience a construir el fenómeno desde su organización (explicar el efecto de atracción, de repulsión, la electrificación, y la reacción entre distancia y fuerza de frotación). Que posteriormente facilite relacionar los conceptos con lo observado y deje que el estudiante autodidacta se desempeñe de diferentes manera e ingeniosa frente lo aprendido.

- ✓ Aunque el fenómeno necesita de una conciencia ante quien aparecer, es la interacción e intercambio entre éste y el estudiante lo que permite su construcción. Por lo cual, la función del docente no solo se va a limitar a las tutorías, sino que éste debe participar en la selección de actividades y problemas que se van a presentar, como en la construcción de los documentos que favorezcan la autodidaxia del estudiante. En la etapa de tutoría la atención que preste el docente a las inquietudes de los estudiantes es un elemento importante en el diseño de estrategias enfocadas a resolver sus dudas (plantear analogías, experimentos mentales, retomar experiencias, entre otras).
- ✓ Teniendo en cuenta que la construcción de herramientas se encuentra como una de las estrategias de aprendizaje de las ciencias en el Liceo V.A.L., los estudiantes no están acostumbrados a elaborar instrumentos, como en el caso del indicador eléctrico, el cual permitió una primera exploración de los efectos eléctricos y al igual que el péndulo electrostático amplió la experiencia de los estudiantes frente a los fenómenos electrostáticos, sin necesidad de la toma de datos o la relación de variables. Fue un acierto, que al poner el experimento antes de abarcar la teoría, conceptos y leyes de la electrostática, se favorecía el proceso de formalización conceptual de manera autónoma en lo estudiantes mediante el TAU.
- ✓ El estudio histórico de la electrostática abrió la puerta a una gama de posibilidades de selección de criterios para presentar el fenómeno al estudiante autodidacta, pero eso no significa que la selección que se hizo fuera la indicada, se pudieron optar por otras actividades como: la atracción mutua de los cuerpos de Boyle, la diferenciación de los materiales mediante recipientes metálicos de Maxwell, entre otros. Debido a que los estudiantes se acercaban a la tutoría con preguntas relacionadas a la interacción entre los

cuerpos y la caracterización de los materiales, las cuales podrían ser abordadas desde la propuesta de Boyle o Maxwell.

Bibliografía

Alvarenga, B. y Máximo, A. (1983). Electrostática – campo y potencial eléctrico. Física general con experimentos sencillos (pp. 625-648). México: Harla.

Amaya, G. (2008). Ponencia: Aprendizaje autónomo y competencias. Congreso nacional de pedagogía. Bogotá, Colombia.

Ayala, M. M. (2006). Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos: Construyendo un nuevo espacio de posibilidades. Revista Pro- Posições. Vol 17 (49), 19-37

Balabanian, N (1974). Enseñanza programada en la educación activa. México: Educativa.

Bunge, M. (2004). La investigación científica: su estrategia y su filosofía. México: Siglo xxi editores, s.a.

Causado, R., Santos, B., y Calderón I. (2015). Desarrollo del pensamiento crítico en el área de ciencias naturales en una escuela de secundaria. Revista Facultad de Ciencias, Universidad Nacional. Medellin. Vol. 4 (2), 17-42.

Colegio Fontan (1995). Proyecto Institucional Educativo – PEI. Medellín, Colombia.

Colegio Liceo V.A.L. (2008). Proyecto Institucional Educativo – PEI. Bogotá, Colombia.

Colmenares, A. y Piñeros, M (2008). La investigación-acción: Una herramienta metodológica heurística para la comprensión y transformación de realidades y prácticas socio-educativas. Laurus Revista Latinoamericana de educación. Vol. 14 (27), 96-114.

Deterline, W (1965). Introducción a la Enseñanza Programada. Buenos Aires, Argentina: Troquel.

- Dorrego, M (2011). Características de la instrucción programada como técnica de enseñanza. *Revista de Pedagogía*. Vol. 32 (91), 75-97.
- Escribano, A (1995) Aprendizaje cooperativo y autónomo en la enseñanza universitaria. *Enseñanza & Teaching: Revista interuniversitaria de didáctica*. España. Vol. 13, 89-104.
- Flotts, M & et al., (2016). Aportes para la enseñanza de las ciencias naturales. Santiago de Chile, Chile: UNESCO.
- Fontán, J (1996). Un nuevo sistema educativo. *Nodos nudos*. Colombia. Vol. 1 (2). Recuperado de: http://www.pedagogica.edu.co/storage/rce/articulos/nodo02_01arti.pdf
- Fontán , V & Garcia, E. (1992). *Ciencias 2*. Medellin, Colombia: editorial TAU S.A., Colegio Fontán.
- Fontán, V (1965). La instrucción “programada” o “socratizada” con textos de “pedagogía intrínseca”. *Hacia una revolución en la eficiencia didáctica*. Cursillo dictado en julio de 1965 para el SENA.
- Furio, C., Guisasola, J., & Zubimendi, J.L. (1998). Problemas históricos y dificultades de aprendizaje en la interpretación newtoniana de fenómenos electrostáticos elementales. *Investigaciones em Ensino de Ciências*, Vol. 3 (3), 35-47.
- Galarza, L (2008) El estudio independiente en una visión sistémica de la educación a distancia. Tomado de: <https://hermeneutiq.files.wordpress.com/2012/04/teoria-independiente.pdf>
- Greca, I.M. y Moreira, M.A. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de Física en electricidad y magnetismo. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, Vol. 16 (2), 289-303.
- Greca, I.M. y Moreira, M.A. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza & aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Porto Alegre, Brasil. Vol. 2 (3), 37-57.

- Harlen, W. (2010). "Principios y grandes ideas de la educación en ciencias", Association for Science Education College Lane, Hatfield, Herts. Recuperado de: <http://innovec.org.mx/home/images/Grandes%20Ideas%20de%20la%20Ciencia%20Espaol%2020112.pdf>
- Hewitt, P. (2007). Electrostática. Física conceptual (pp. 409-435). Mexico: Pearson.
- Kamii, C. (1982). La autonomía como finalidad de la educación. Publicación UNICEF.
- Knight, R. (2007). Electric charges and forces. Physics for scientists and engineers (pp. 788-870). (Vol.4). New york, USA: Pearson.
- Kuhn, T. S. (1993). La Tensión Esencial: Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ambito de la ciencia. México: Fondo de cultura economica.
- Latorre, A (2005). La investigación-acción: Conocer y cambiar la práctica educativa. Barcelona, España: Editorial Graó.
- Larrosa, J. (2006). Sobre la experiencia. Aloma: revista de psicología, ciències de l'educació i de l'esport Blanquerna. N° 19, 87-112
- Maffiotte, J. (2001). La electricidad y sus maravillas. Recuperado de: <http://www.librosmaravillosos.com/laelectricidadysusmaravillas/pdf/La%20Electricidad%20y%20sus%20Maravillas%20-%20Juan%20Maffiotte.pdf>
- Malagón, J., Ayala M.M. & Sandoval, S. (2011). El experimento en el aula: comprensión de fenomenologías y construcción de magnitudes. Bogotá, Colombia: Universidad pedagógica nacional.
- Malagón, J., Ayala M.M. & Sandoval, S. (2012). La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización. Praxis filosófica Nueva Serie No: 36, 119-138.

- Malagón, J., Ayala M.M. & Sandoval, S. (2013). Construcción de fenomenologías y procesos de formalización: Un sentido para la enseñanza de las ciencias. Bogotá, Colombia: Universidad pedagógica nacional.
- Marquina et al (2006). Conocimientos fundamentales de física. México: Pearson.
- Maxwell, J. C. (1954). Un tratado sobre la electricidad y magnetismo. Traducción libre realizada por Orozco, J. y Gramajo, M., de: A treatise on electricity and magnetism. (vol 1). New York: Bover Publications Inc.
- Medina, J. D. & Tarazona, M. (2011). El papel del experimento en la construcción del conocimiento físico, el caso de la construcción del potencial eléctrico como una magnitud física: elementos para propuestas en la formación inicial y continuada de profesores de física. Trabajo de grado. Universidad de Antioquia. Medellín.
- Ministerio de Educación Nacional (2008). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Bogotá, Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio. 96 – 147.
- Morcillo, C (2015). La experimentación en la enseñanza de las ciencias para docentes en formación inicial: un caso en microbiología. Trabajo de grado. Universidad del Valle. Santiago de Cali.
- Morales, I. & Infante, E. (2011). Física 2. (pp. 139-152). Bogotá, Colombia: Norma.
- Narváez, M. (2005). Autonomía para aprender y autonomía para vivir. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, Lima, Perú. Vol. 1 (1), 1-13.
- Orozco, J. C. (2005). Atajos y desviaciones: Los estudios histórico-críticos y la enseñanza de las ciencias. 2º congreso sobre formación de profesores de ciencia. Universidad Pedagógica Nacioal. Bogotá.

- Perkins, D & Blythe, T (2006). La comprensión en el aula. Expertos hablan sobre la “comprensión” que los niños deben tener por todo aquello que se les brinda en el aula. Recuperado de: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/fo-article-171785.pdf>
- Restrepo, J (2005). Autonomía. En A. Posada, Gómez y Ramírez (Ed), El niño sano (pp. 54-58). Bogotá, Colombia: Editorial medica panamericana.
- Poveda, G. (2003). La electricidad antes de Faraday (parte 1). Revista facultad de ingeniería (Universidad de Antioquia). Vol. 30, 130-147.
- Quintanilla, M (1998). ¿En qué consiste la comprensión científica de los fenómenos naturales?, Ágora: Papeles de Filosofía. Universidad de Salamanca. España. Vol. 6 (1), 175-181
- Roldán, A & Fontán, V (1991). Sistema Fontán (hacia un nuevo sistema educativo). Recuperado de: <file:///C:/Users/user/Downloads/5.%20haciaunnuevosistemaeducativovf-16.pdf>
- Romero, O. L. & Bautista, M (2011). Hipertexto física 2 (pp. 152-162). Bogotá, Colombia: Santillana.
- Ruiz, M., Peme, C., de Longhi, A. y Ferreyra, A. (2012). Enseñanza para la comprensión: Marco interpretativo de la construcción del conocimiento en clases de ciencias. Campo abierto. Vol. 31 (2), 113-137.
- Sastoque, J & Gallego, D (2014). La autodidaxis como estrategia de aprendizaje de las ciencias en el contexto Colombiano. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Buenos Aires, Argentina.

- Severin, E (2012). El futuro de la educación es personalizado. Educación para el siglo XXI, Recuperado de: <http://www.iniciativaeducacion.net/2012/11/el-futuro-de-la-educacion-es.html>
- Serway, Vuille y Faughn (2009). Fuerzas eléctricas y campos magnéticos. Fundamentos de Física (pp. 497-523). México: Cengage Learning.
- Stone, M (1999). La enseñanza para la comprensión. Buenos aires, Argentina: Paidós.
- Tamayo, O (2014). Pensamiento crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias. Universidad de caldas, Manizales. N° 36, 26-46.
- Vargas, C y Zoila, R. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Educación. Costa Rica. Vol. 33 (1), 155-165.

Anexos

Anexo 1 – Encuesta

Nombre de la institución: _____

Antigüedad en el colegio: _____

Grado: _____ Edad: _____

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

Encuesta para conocer la visión de ciencias naturales por estudiantes de colegios con un método de autoaprendizaje.

Escriba las ventajas y desventajas del método de autoaprendizaje:

VENTAJAS	DESVENTAJAS

¿Considera que hay que hay aspectos por cambiar al método de autoaprendizaje para su mejora?:

SI _____ No _____

Si su respuesta es afirmativa, ¿Cuáles creen que son?:

¿Cuál de las siguientes materias le gusta más y por qué?, (matemáticas, física, química y/o biología). _____

De las materias de ciencias naturales (biología, química y física), ¿cuál se le dificulta más?:

¿A qué le atribuye que se le dificulte más esa materia de ciencias naturales que a las otras?:

¿De acuerdo con el método de autoaprendizaje cuál cree que es la importancia del experimento en las ciencias naturales?:

Escriba las ventajas y desventajas que ha encontrado en la materia de física:

VENTAJAS	DESVENTAJAS

¿Qué modificaciones le realizaría a la materia de física con el fin de mejorarla?, justifique su respuesta:

Anexo 2 – Resultados encuesta

Encuesta Liceo V.A.L. (Vida, Amor y Luz)

Esta encuesta fue realizada a un total de 56 estudiantes, entre ellos se encontraban 34 de grado décimo y 22 de grado undécimo, donde la idea de este ejercicio es encontrar la visión que ellos tienen del aprendizaje autónomo por medio de la autodidaxia en las ciencias naturales y principalmente con la materia de física.

Resultados

El primer aspecto a tener en cuenta fue identificar cuáles son las ventajas y desventajas del sistema de autoaprendizaje del colegio, donde todos los estudiantes estaban de acuerdo, en que las mayores ventajas del sistema eran que:

- Se respeta el ritmo de aprendizaje de cada uno de los estudiantes.
- Es totalmente personalizado e individual el proceso de cada estudiante.
- Forma a un estudiante autosuficiente, autocrítico y autodidacta
- Genera estudiantes responsables, ordenados, con mejor comprensión de lectura y manejo de tiempo.
- El aprendizaje es mayor,
- Busca la excelencia.

Entre las desventajas del sistema, estaban:

- No todos los estudiantes se adaptan al sistema.
- Existe una mayor exigencia en el sistema.

Se encontró también que aproximadamente el 60% de los estudiantes estaban de acuerdo en que el método del sistema autónomo los preparaba mejor para la vida

universitaria y lo relacionaban a que hay una mayor preparación, a causa de que ellos mismos son conscientes de su proceso de aprendizaje.

Teniendo en cuenta las respuestas anteriores, se pregunta a los estudiantes si realizaría algún cambio al sistema de autoaprendizaje, por lo que contestaron:

- Habilitar más horarios de tutoría y distribuirlas de forma equitativa para todos los cursos.
- Más cursos de catedra en las materias que se dificultan.
- Cambiar los libros de algunas materias por TAUS.
- Distribuir los exámenes de física y química, para que uno no tenga que realizar más exámenes en 10° y 11°.
- Más facilidad para pedir los exámenes.

Posteriormente, de las siguientes materias: matemáticas, física, química y biología, se pregunta por, ¿cuál materia le gusta más y a qué razón le atribuían la elección?, por lo cual se encontró que:

¿CUÁL MATERIA LE GUSTA MÁS?

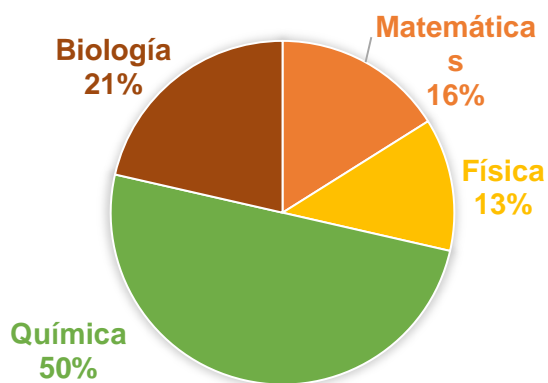


Figura 1. Encuesta de la materia que más le gusta en el sistema de autoaprendizaje.

El 50% de los estudiantes le atribuían el gusto por la materia de química, a que era más fácil de comprender su TAU a diferencia de los otros y que los experimentos son más entretenidos y dinámicos, debido a que permiten evidenciar las reacciones y los compuestos.

Cuando se les pregunta por, ¿cuál materia de las ciencias naturales se le dificulta más y por qué?, los resultados fueron:

¿CUÁL MATERIA SE LE DIFICULTA MÁS?

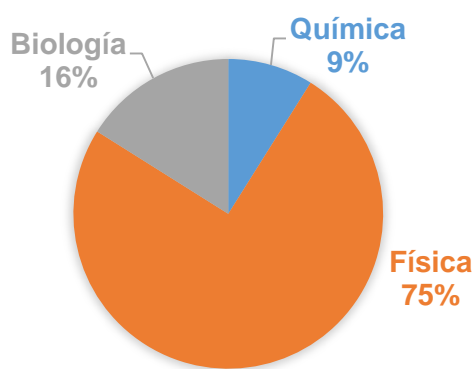


Figura 2. Encuesta de la materia que más se dificulta.

Y sus principales razones por las que se le dificultaba la materia de física, fueron:

- El texto que se utiliza en física no es un TAU, por lo cual existe una falta de explicaciones y ejemplos, no hay respuestas orientadoras y la materia se torna a la memorización de ecuaciones.
- No existen demasiados tutores para resolver las dudas y son muy pocas las horas de tutoría y prácticas experimentales.
- Es muy larga la materia de física y toma mucho tiempo.
- Falta de talleres para la solicitud de exámenes.

Finalmente se pregunta por, ¿cuál cree que es la importancia de los experimentos de la ciencia naturales en el proceso de autoaprendizaje de cada

estudiante?; El 80% de los estudiantes encuestados lo asociaban en comprobar los temas vistos en el TAU o en verificar la teoría del libro y el 20% restante lo asociaba a entender los fenómenos de la cotidianidad y en observar aspectos de la naturaleza que los acercan a comprender la realidad.

Análisis y reflexiones

El primero aspecto a ver es el conceso de los estudiantes en reconocer las ventajas del sistema autónomo de la institución: en que no solo se trata de los beneficios de una educación personalizada para el estudiante (sin que sea afectado por sus compañeros), sino en la importancia de las diferentes habilidades y aptitudes que se desarrollan frente a su estudio. Aunque también hay que darse cuenta que son ellos mismos quienes reconocen que es un sistema que no funciona para todos los estudiantes, ya sea porque los estudiantes llevan muy poco tiempo en el sistema o no se han logrado adaptar.

Otro aspecto importante de la encuesta es el hecho de que son los mismos jóvenes quienes priorizan la exigencia del sistema autónomo por llegar a la excelencia y que su misión principal por formarlos para el futuro tanto en su vida profesional y universitaria se alcanza gracias al método del colegio; pero también relacionan esta exigencia como una desventaja, dando entender que son conscientes que no es fácil el proceso que realizan, pero es muy importante para su aprendizaje.

Anexo 3 – Electroscopio

Objetivos:

Construir un electroscopio, a partir de elementos comunes del día a día.

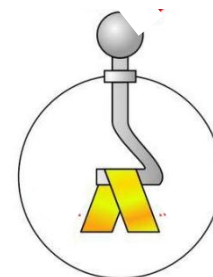
Materiales:

- Recipiente transparente de vidrio o plástico con tapa.
- Papel aluminio.
- Alambre metálico delgado de cobre o acero.
- Tijeras y Alicates
- Silicona
- Un objeto que te permita ajustar al alambre en el recipiente sin que tenga contacto con la tapa, por ejemplo: un corcho, una pajilla o cinta aislante.



Procedimiento:

1. Realiza un agujero en la tapa dependiendo del objeto que utilices para ajustar el alambre.
2. Calienta la silicona y utilízala para evitar que el alambre se mueva de la tapa.
3. La parte del alambre que va dentro del recipiente doblará en forma de caña de pescar. Si utilizas alambre de cobre, quema sus puntas y límpialas, ya que el cobre tiene un tipo de esmalte que los cubre.
4. Corta dos tiras de papel aluminio de 2cm con 4cm y cuélgalas en la parte del alambre en forma de caña de pescar dentro del recipiente. Recuerda que las tiras de aluminio no deben tener contacto con el recipiente.
5. La parte sobrante del alambre fuera del recipiente, enróllala en forma de espira. Si el alambre fuera del recipiente es muy pequeño, realiza una bola de aluminio y conéctala al alambre.



6. Finalmente prueba si funciona: frota una regla, peñilla o cualquier otro material de plástico con tu cabello y acércalo a la espira de alambre o bola de aluminio fuera del recipiente. Si las láminas de aluminio dentro del recipiente se mueven, el electroscopio funciona.

Anexo 4 – Experimento

Objetivo:

Reconocer experimentalmente el comportamiento de los cuerpos electrificados y cómo estos interactúan con diferentes materiales.

Materiales:

- Tubo de PVC
- Tubo de vidrio
- Trozos de prenda: seda, paño y lana
- Hoja de papel
- 2 globos
- Hilo
- Papel Aluminio
- Pincho de madera
- Péndulo electrostático
- Electroscopio

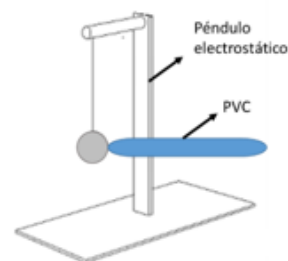
Procedimiento:

Parte A:

- 1) Corta la hoja de papel en pequeños pedazos, posteriormente frota uno de los globos inflados con un trozo de prenda y acércalo a los pedazos de papel. Describe lo observado.
- 2) Realiza el mismo proceso de frotar la barra de PVC y de vidrio con los trozos de prenda y acércalos a los pedazos de papel. Describe lo observado.
- 3) ¿Por qué considera que los diferentes materiales después de ser frotados, interactúan de la misma manera con los pedazos de papel?

Parte B:

- 1) Infla ambos globos y con un hilo diferente amarra cada uno de los globos de su parte superior, luego procede a frotar ambos globos con tu cabello y sosteniéndolos del extremo del hilo acerca los globos por el lado frotado (como se muestra en la figura). Describe y explica lo observado.
- 2) Frota el tubo de PVC con el trozo de lana y el tubo de vidrio con el trozo de paño, pon en contacto el tubo de PVC con el péndulo electrostático hasta que se alejen e inmediatamente acerca el tubo de vidrio frotado. Dibuja y describe lo observado.
- 3) ¿Por qué consideras que se debe acercar rápidamente el tubo de vidrio frotado al péndulo electrostático?



Img. 2, Péndulo electrostático

Nota: Recuerda tocar el péndulo electrostático con la mano antes de cada ejercicio.

- 4) Realiza el mismo proceso anterior pero ahora pon primero en contacto el tubo de vidrio antes que el de PVC. Describe lo observado.
- 5) ¿Por qué consideras que es necesario tocar el péndulo electrostático antes de realizar otra experiencia?
- 6) ¿De qué depende que un cuerpo acerque o aleje a otro? (apóyate de dibujos para explicar).

Parte C:



- 1) Corta el papel aluminio en 3 tiras iguales y cuelga una tira en el pincho de madera, luego frota uno de los globos con un trozo de prenda y acércalo a la tira de aluminio (como muestra la imagen 3). Dibuja y describe lo observado.
- 2) Ahora cuelga dos tiras de aluminio de igual tamaño en el pincho de madera, de modo que queden muy cerca, frota un globo con un trozo de prenda y acérquelo a una de las tiras de aluminio. Describe y explica lo observado.
- 3) ¿Qué consideras que sucederá si se cuelgan 3 o más tiras de aluminio? Explica tu respuesta.

Parte D:

- 1) Frota el tubo de PVC y de vidrio con cada uno de los trozos de prenda y acércalos al electroscopio. Observa cómo cambia el electroscopio a medida que se van acercando los cuerpos frotados. Dibuja y describe lo observado.
- 2) ¿Cómo afecta la distancia cuando se acercaban los cuerpos frotados al electroscopio?
- 3) Realiza el paso anterior pero frota con más fuerza los materiales.
- 4) ¿Qué diferencia exista cuando se frota con mayor fuerza un cuerpo?
- 5) Frota el tubo de PVC con el paño y acércalo por el extremo que fue frotado al electroscopio, ahora acerca el tubo por el extremo que no fue frotado. Describe y explica lo observado.

Análisis y resultados

- Escribir 2 objetivos específicos
- ¿Cuál crees que es la relación entre los trozos de papel, las tiras de aluminio, el péndulo electrostático y el electroscopio?
- ¿Qué consideras que es la electrificación? (apóyate de dibujos para explicar).

Anexo 5 – TAU: unidad de electrostática

Introducción

En esta unidad nos sumergiremos en un campo de la electricidad conocido como: la electrostática, rama de la física que se encarga de estudiar los fenómenos relacionados con las cargas eléctricas en reposo.



Imagen 1, ámbar amarillo.

Los primeros en estudiar los fenómenos electrostáticos fueron los griegos (600 a. de C.), ellos observaron que un trozo de fósil amarillo de árbol llamado ámbar (Imagen 1), después de ser frotado con piel animal, adquiría la propiedad de levantar cuerpos ligeros, como paja y semillas. Similar al proceso que realizabas cuando

acercabas el globo previamente frotado a los pequeños trozos de papel.

Los griegos pensaban que el ámbar después de ser frotado con piel animal, liberaba el alma, que le permitía atrapar los objetos livianos a su alrededor.

¿Pregunta 1?:

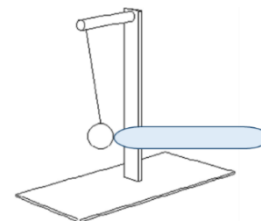
- a) Completa: Aparte del globo existen otros materiales capaces de levantar cuerpos ligeros, como los tubos de _____ y de _____.

Varios siglos después, William Gilbert en el año 1600 (d. de C.), a partir de una serie de experimentos, descubre que otros materiales después de ser frotados, también podían acercar otros cuerpos hacia ellos. Él consideraba que los cuerpos después de ser frotados liberaban una sustancia pegajosa que les permitía atraer a otros objetos.

¿Pregunta 1?:

- b) Completa: Pero no siempre los objetos frotados atraen o acercan a otros cuerpos, también pueden _____ (recuerda cuando juntabas los dos globos después de frotarlos con tu cabello).

El primero en estudiar cuando se alejan o repelen los cuerpos, fue Charles Du Fay quien a inicios del siglo XVIII observó que el vidrio frotado con seda atraía una lámina de oro que estaba colgada y después de un tiempo se alejaban, pero si se acercaba inmediatamente un tubo de plástico frotado con lana, este atraía



Img. 2, péndulo electrostático.

la lámina de oro. Considera el experimento que realizaste con el péndulo electrostático (Imagen 2).

Du Fay basado en sus investigaciones, concluyó que existen dos clases diferentes de naturaleza eléctrica, las cuales llamo "vítrea" y "plástica" y que se presentan en todos los materiales después de ser frotados; además que cuando dos cuerpos de la misma naturaleza eléctrica se juntan (por ejemplo vidrio-vidrio) estos se repelen y con diferente naturaleza eléctrica (vidrio-plástico) se atraen. Por ejemplo cuando acercabas dos globos frotados con tu cabello, estos adquirirían la misma naturaleza eléctrica por lo cual se alejan.

Verifica tu respuesta 1:

- Aparte del globo existen otros materiales capaces de levantar cuerpos ligeros, como el tubo de **PVC** (o plástico) y el **vidrio**.
- Pero no siempre los cuerpos frotados atraen o acercan a otros cuerpos, también pueden **alejar o repeler**.

¿Pregunta 2?:

- Piensa y responde: Cuando frotamos un globo con el cabello, este adquiere una naturaleza eléctrica. ¿Cómo podemos determinar si es vítrea o plástica?
- Completa: Los cuerpos con la misma naturaleza eléctrica se _____, mientras los cuerpos con diferente naturaleza eléctrica se_____.

Fenómeno eléctrico



Img. 3, Benjamín Franklin positivamente.

Benjamín Franklin a mediados del siglo XVIII observo que cuando dos cuerpos se frotaban, un objeto adquiría una naturaleza eléctrica diferente del otro con el que fue frotado, las cuales denomino "positiva" y "negativa".

Franklin consideraba que todos los cuerpos tenían un fluido eléctrico y al momento de ser frotados, uno ganaba y el otro perdía este fluido, por lo cual, el cuerpo que recibe o gana el fluido se electrizaba negativamente y el que lo cede o pierde positivamente.

¿Pregunta 3?:

- Responde: si se frota vidrio con seda y el vidrio es quien cede el fluido eléctrico, ¿Cómo queda electrizada la seda?

Franklin y Du Fay tuvieron la necesidad de nombrar dos referentes eléctricos diferentes para explicar los fenómenos de atracción y repulsión y dado a que no conocían la investigación del otro, uno nombraba la electrización como “positiva y negativa” y el otro como “vítrea y plástica” (Hoy en día se relaciona la positiva con la vítrea y la negativa con la plástica). ¿Qué nombre les hubieras dado tú?

Verifica tu respuesta 2:

- a) Para determinar la naturaleza eléctrica del globo frotado, utilizamos un tubo de plástico ya electrificado y lo acercamos al globo. Si el globo y el tubo se atraen, significa que el globo tiene electrización vítrea, pero si se alejan es porque el globo tiene electrización plástica.
- b) Los cuerpos con la misma naturaleza eléctrica se **atraen**, mientras los cuerpos con diferente naturaleza eléctrica se **repelen**.

Verifica tu respuesta 3:

- a) Como el vidrio es quien cede fluido, este se carga positivamente, por lo cual la seda recibe fluido eléctrico y se carga negativamente.

Un objeto es electrificado cuando adquiere la propiedad de atraer o repeler a otros objetos y los cuerpos que lo presentan se dicen que están cargados eléctricamente (según la naturaleza eléctrica que adquieren); ten en cuenta que existen otras maneras de electrificar un cuerpo, diferentes al frotamiento.

A continuación encontrarás una lista de materiales según su escala triboeléctrica, de tal modo que si frota un cuerpo con cualquiera que le sigue en la lista se carga positivamente y negativamente con cualquiera que lo precede: Plexiglás, vidrio, marfil, lana, piel animal, madera, papel, seda, resina y plástico. Por ejemplo, si frota marfil con papel, el marfil queda cargado positivamente y el papel negativamente.

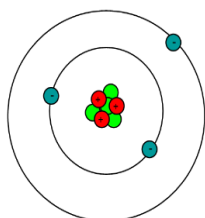
¿Pregunta 4?:

- a) Analiza y responde: Cuando se frota vidrio con seda y resina con piel animal, y se juntan, ¿En cuales casos se atraen o se repelen: vidrio-resina, vidrio-piel, seda-resina y piel-seda?

Cuando se carga un cuerpo hay que tener en cuenta que la cantidad de carga obtenida por un cuerpo, es igual a la cantidad de carga cedida por el otro, conociéndose como el principio de conservación de la carga, **la carga no se destruye ni se crea, solo es transferida de un material a otro.**

Verifica tu respuesta 4:

- a) En el momento se frota vidrio con seda, el vidrio cede fluido a la seda cargándose positivamente, mientras la seda se carga negativamente, en el caso de la resina ella recibe el fluido de la piel y se carga de forma negativa, por lo tanto, la piel animal de forma positiva. Recuerda: Las cargas contrarias se atraen y las iguales se repelen, Por lo cual si se juntan después de ser frotados:
- Vidrio (*positivo*) y Resina (*negativa*)= se atraen
 - Vidrio (*positivo*) y Piel (*positiva*)= se repelen
 - Seda (*negativa*) y resina (*negativa*)= se repelen
 - Piel (*positiva*) y seda (*negativa*)= se atraen



Hoy en día se concibe que la materia está conformada por átomos como una representación de los científicos para interpretar los fenómenos eléctricos.

Img. 4. Átomo de Bohr. Actualmente se habla de una transferencia de electrones de un cuerpo a otro, donde el cuerpo que cede electrones queda cargado positivamente y el cuerpo que los recibe se carga negativamente.

Un cuerpo no electrificado (o sea neutro) tiene igual número de protones y de electrones, pero en el momento que este transfiera su cantidad de electrones, se dice que está cargado eléctricamente. Si tiene menos electrones que protones se carga positivamente y si tiene más electrones que protones, tiene carga negativa.

Los átomos se conforman de 3 tipos de partículas, de las cuales 2 se encuentran en el núcleo: los protones y los neutrones (protón con carga positiva y neutrón sin carga) y alrededor del núcleo se encuentra el electrón (con carga negativa).

El electrón y el protón tienen igual cantidad de carga, aunque con signo contrario, la gran diferencia es que la masa del protón es 1800 veces mayor que la del electrón.

Métodos de electrificación

Ya hemos visto que se puede cargar eléctricamente dos cuerpos cuando estos son frotados, por ejemplo, cuando frotábamos un tubo de PVC con lana, este recibe electrones de ella y queda cargado negativamente. Pero existen otras maneras de cargar un cuerpo, recuerdas cuando ponías en contacto el tubo de PVC electrificado, con el péndulo electrostático (el cual no estaba cargado).

¿Pregunta 5?:

- a) Completa: Cuando acercabas el tubo de PVC electrificado al péndulo electrostático, después de estar en contacto un tiempo, estos se _____.

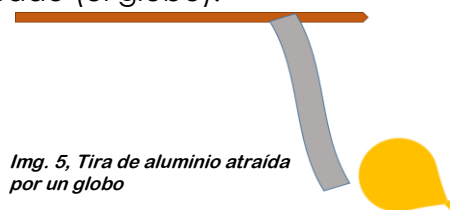
La electrificación por **contacto** es una manera de cargar un cuerpo no electrificado (como el péndulo electrostático) con la misma carga eléctrica del objeto con el que entra en contacto (tubo de PVC), por lo tanto, después de un tiempo estos se van a alejar y se atraerá con una carga contraria como la vítrea. Por ejemplo se electrifica un objeto con carga negativa después de entrar en contacto con un cuerpo cargado negativamente y se electrifica un objeto con carga positiva cuando entra en contacto con un cuerpo cargado positivamente.

Verifica tu respuesta 5:

- a) Cuando acercabas el tubo de PVC electrificado al péndulo electrostático, un tiempo después de estar en contacto, estos se **repelen o alejan**.

Ahora recuerda cuando frotabas un globo con un trozo de prenda y lo acercabas a muchos papeles cortados que no habían sido electrificados, tiempo después veías que estos eran atraídos por el globo. Este fenómeno se debe a que los pequeños papeles cortados han sido electrificados por inducción, que es cuando un cuerpo que no estaba electrificado previamente (los trozos de papel), se comporta como un cuerpo cargado sin ser tocado por el cuerpo ya electrificado (el globo).

Considera la tira de aluminio que colgaba del pincho de madera, en el momento que le acercabas el globo electrificado, la tira era atraída por este (imagen 5).



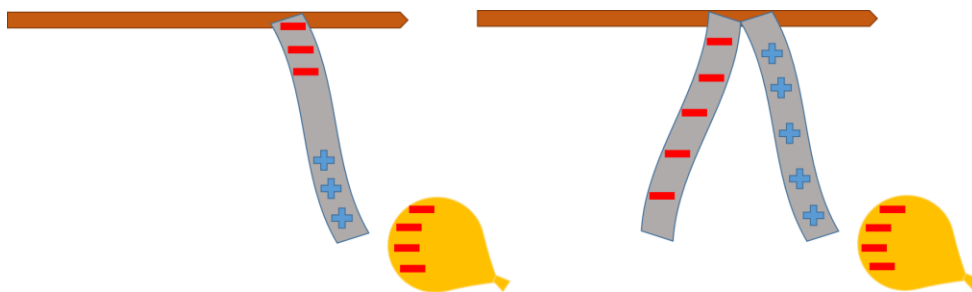
Img. 5, Tira de aluminio atraída por un globo

En este caso la inducción eléctrica es posible, porque existe una redistribución de las cargas en el interior de la tira de aluminio, donde las cargas opuestas se orientan hacia el globo cargado y las iguales se alejan.

¿Pregunta 6?:

- b) Completa: Cuando acercabas el globo electrificado a las tiras de aluminio, la que estaba más cerca al globo se _____ y la que estaba más lejos se _____.

Ahora considera el experimento que realizas con las tiras de aluminio, cuando acercabas un globo cargado negativamente las cargas positivas en la tira de aluminio se distribuían hacia el globo, mientras las cargas negativas se alejaban (parte A, Imagen 6). Este proceso es más evidente cuando se colgaban dos tiras de aluminio, ya que la tira de la derecha se carga positivamente y la de la izquierda negativamente (parte B, Imagen 6).



Parte A.

Parte B.

Img. 6, Inducción eléctrica en las tiras de aluminio.

¿Pregunta 7?:

- a) Piensa y responde: ¿Qué semejanza considera que existe cuando se electrifica un cuerpo por conducción y por inducción?

Piensa y responde: ¿Qué semejanza considera que existe cuando se electrifica un cuerpo por frotamiento y por inducción?

b)

Verifica tu respuesta 6:

- a) Cuando acercabas el globo electrificado a las dos tiras de aluminio, la que estaba más cerca al globo se **acercaba** y la que estaba más lejos se **alejaba**.

Verifica tu respuesta 7:

- a) Las electrificaciones por contacto e inducción son métodos en los cuales un cuerpo está cargado y el otro no.
- b) En los métodos por frotamiento e inducción eléctrica, cada cuerpo adquiere una carga diferente (un cuerpo se carga positivamente y el otro negativamente)

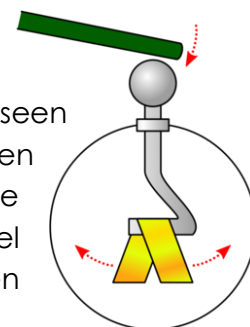
Conductores de carga

Existen distintos materiales que transportan las cargas eléctricas dentro de ellos de forma más fácil que otros, la razón a la que se debe esta cualidad, está en que los átomos que los componen tienen uno o más electrones alejados de su núcleo, los cuales, se denominan electrones libres, permitiendo que las cargas se puedan mover libremente dentro del cuerpo.

¿Pregunta 8?:

- a) Completa: Recuerdas que cuando acercabas un cuerpo electrificado al electroscopio, la tiras de aluminio se _____.

Algunos materiales como los metales (cobre, aluminio o hierro) poseen electrones libres, lo que permite que las cargas eléctricas se desplacen de forma más fácil y libre dentro de estos y por lo tanto decimos que estos materiales son buenos **conductores**. Por ejemplo el electroscopio se compone de materiales conductores que permiten



la transferencia de la carga desde afuera del recipiente hasta

Img. 7. Electroscopio.

adentro de él, razón por lo cual las tiras de aluminio de adentro se pueden abrir cuando un cuerpo electrificado toca la espira o esfera con la cual están conectadas.

¿Pregunta 8?:

- b) Responde: ¿Qué pasaba cuando se acercaba un tubo de PVC por el extremo que no fue electrificado al electroscopio?

Por otro lado, los materiales que son malos conductores de carga eléctrica se llaman **aislantes** o dieléctricos (el caucho, el vidrio, el papel, la madera, etc.), debido a que sus electrones están más ligados a sus átomos, impidiendo el transporte de carga dentro de ellos. Razón por la cual las tiras dentro del electroscopio no se abrían cuando acercabas el tubo de PVC por el extremo que no fue cargado.

Existen otros materiales como el silicio o el marfil que no son conductores ni aislantes, pero que, se pueden comportar como aislantes a bajas temperaturas o conductores a alta temperatura y se llaman **semiconductores**.

Verifica tu respuesta 8:

- a) Recuerdas que cuando acercabas un cuerpo electrificado al electroscopio, las tiras de aluminio se **alejaban, separaban o abrían**.
- b) No pasaba nada, las láminas dentro del electroscopio no se abrían ni se movían.

Consulta:

- ¿Qué es xerografía y cuál es el proceso electrostático que realiza?

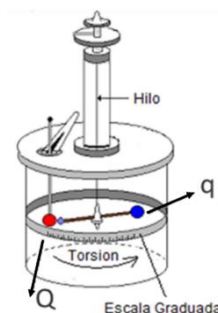
Fuerza eléctrica

¿Pregunta 9?:

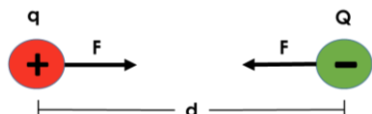
- a) Responde: ¿Qué diferencia observaste cuando el objeto que acercabas al electroscopio se frotaba más fuerte?

Cuando un cuerpo es electrificado manifiesta los fenómenos eléctricos de atracción o repulsión y la fuerza con la que atrae y repele a otros cuerpos depende de la cantidad de carga que adquiere, por esta razón, si se frotaba más fuerte o vigorosamente un objeto, mayor se separara las tiras de aluminio dentro del electroscopio.

Uno de los primeros en observar esta relación entre la fuerza de atracción y repulsión y las cargas eléctricas, fue el ingeniero militar Charles Agustín de Coulomb, quien, en 1785 observó por medio de la balanza de torsión (la cual él mismo fabricó) que dependiendo de cuanta carga adquiría los cuerpos q y Q (Imagen 8), mayor iba a ser su fuerza de atracción o repulsión.



Img. 8, Balanza de torsión.



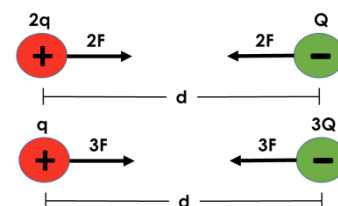
Img. 9, fuerza eléctrica entre dos cargas.

Considera las cargas q y Q dentro de la balanza de torsión y separadas a una determinada distancia (d), como se

muestra en la imagen 9. Coulomb encontró que si aumenta una de las cargas, aumenta la fuerza eléctrica.

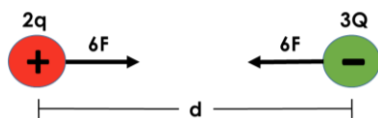
Descubrió entonces que la fuerza era proporcional a la carga:

$$F \propto q \text{ y } F \propto Q$$



Img. 10, interacción de q y Q

Como podemos evidenciar en la Imagen 10.



Img. 11, interacción fuerza de $2q$ y $3Q$.

Luego concluyó que la fuerza de interacción entre dos cargas eléctricas es proporcional al producto de sus cargas (Imagen 11): $F \propto q \cdot Q$

Verifica tu respuesta 9:

- a) A medida que se frote más fuerte los cuerpos, mayor va ser su fuerza de atracción o repulsión, ya que la fuerza es proporcional a la carga de los cuerpos.

¿Pregunta 10?:

- a) Completa: A medida que se acercaban poco a poco los cuerpos electrificados al electroscopio, las láminas de aluminio dentro de él más se _____ y a medida que se alejara el cuerpo, las láminas se _____.

Al igual que tú, varios científicos se dieron cuenta que los fenómenos eléctricos tienen menor efecto entre más distante se encuentren, donde la fuerza disminuye a medida que aumenta la distancia. Coulomb observó que cuando la distancia (d) se

multiplicaba por un número, la fuerza (F) entre las cargas quedaba dividida por el cuadrado del valor.

Por lo cual, la fuerza eléctrica (F) entre dos cargas puntuales es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia (d) de separación entre ellas: $F \propto 1/d^2$

¿Pregunta 10?:

- a) Piensa y responde: ¿Cuánto disminuye la fuerza si la distancia que separa a dos cargas aumenta el triple?

Ley de Coulomb

Como ya hemos podido ver la fuerza eléctrica es proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia:

$$F \propto \frac{q \cdot Q}{d^2}$$

Esta relación se convierte en igualdad gracias a la constante de proporcionalidad k de la ley de Coulomb, la cual equivale a: $k = 8,9875 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

Siendo C (Coulomb) la unidad de carga de un cuerpo, ya que un Coulomb equivale a: $1\text{C} = 6,25 \times 10^{18}$ electrones.

Ley de Coulomb: **dos cargas q y Q, separadas una distancia d, se atraen o se repelan con una fuerza igual a:**

$$F = k \frac{q \cdot Q}{d^2}$$

Verifica tu respuesta 10:

- a) A medida que se acercaban los cuerpos electrificados al electroscopio, las láminas de aluminio dentro de él más se **abrían o separaban** y a medida que más se alejara el cuerpo, las láminas se **cerraban o acercaban**.
- b) Si la distancia aumenta el doble (2d), la fuerza disminuye 4 veces su valor, ya que es proporcional al cuadrado de la distancia.

Ejemplo:

K es la constante de Coulomb y su valor se debe a la constante eléctrica de permitividad del vacío (ϵ_0).

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Donde:

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$$

Considera dos cargas dentro de la balanza de torsión: $q = 5\mu\text{C}$ y $Q = -2\mu\text{C}$ y separadas a 10 cm (0,1 m), ¿Qué fuerza se ejerce entre ellas?

- De la ley de coulomb, remplazamos los valores:

$$F = k \frac{q \cdot Q}{d^2} = 8,9875 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \frac{(5 \times 10^{-6}\text{C}) \cdot (2 \times 10^{-6}\text{C})}{(0.1\text{m})^2} = 8,98\text{N}$$

La fuerza de atracción entre las partículas (una positiva y la otra negativa) es de 8,98 N.

Algunos físicos durante el siglo XVIII empiezan a notar que había semejanza entre la fuerza eléctrica y la fuerza de atracción gravitacional, debido a la interacción entre cuerpos que varía con el inverso al cuadrado de la distancia. Posteriormente de la Ley de Coulomb se empezó a establecer una analogía con la ley gravitacional de Newton:

$$F_g = -G \frac{m \cdot M}{d^2}$$

Donde la constante de proporcionalidad (k) de la ley de Coulomb es similar a la constante gravitacional (G) de la ley de gravitación, aunque (k) en vez de ser muy pequeña como G ($6,67 \times 10^{-11}$), su valor es muy grande ($8,9875 \times 10^9$).

¿Pregunta 11?:

- a) Completa: la gran diferencia entre la ley gravitacional y de coulomb, es que la fuerza eléctrica es de _____ y _____, mientras la gravitacional es solo de _____.

Para resolver los ejercicios de la ley de Coulomb con varias partículas, es necesario:

- Identificar la partícula objeto y realizar el diagrama de fuerzas para esta partícula
- Calcular cada una de las fuerzas que actúan sobre la partícula objeto
- Calcular de la magnitud de la fuerza resultante

Determina la distancia que separa a 2 cargas de $+5\mu\text{C}$, cuando su fuerza de repulsión neta es de 4N (porque las dos son positivas).

De la ley de Coulomb despejamos la distancia d: $F = k \frac{q \cdot Q}{d^2} \rightarrow d^2 = k \frac{q \cdot Q}{F}$

Ejemplo:

Remplazamos los valores en nuestra nueva ecuación:



$$d^2 = k \frac{q \cdot Q}{F} = 8,9875 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \frac{(5 \times 10^{-6}\text{C}) \cdot (5 \times 10^{-6}\text{C})}{4\text{N}} = 0,056 \text{ m}^2$$

Despejando el cuadro de la distancia con la raíz cuadrática:

$$d = \sqrt{0,056 \text{ m}^2} = 0,23 \text{ m}$$

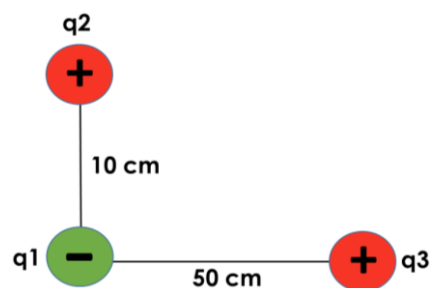
Verifica tu respuesta 11:

- a) La gran diferencia entre la ley gravitacional y de Coulomb, es que la fuerza eléctrica es de atracción y repulsión, mientras la gravitacional es solo de atracción.

Ejemplo:

Dado el sistema de cargas de la imagen 12, determina el valor de la fuerza que experimenta q_1 , cuando: $q_1 = -7\mu\text{C}$, $q_2 = 4\mu\text{C}$ y $q_3 = 3\mu\text{C}$, si la distancia entre la partícula q_1 y q_2 es de 10 cm y entre q_1 y q_3 es de 50 cm.

$$d_{21} = 0,1 \text{ m} \text{ y } d_{31} = 0,5 \text{ m}$$

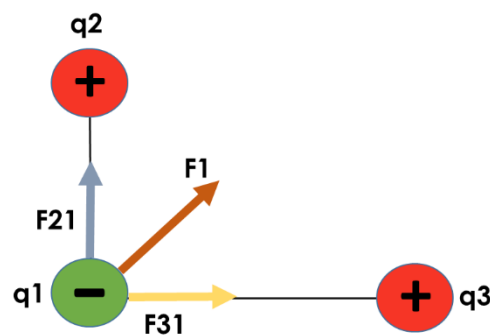


Img. 12, Cargas en 2 dimensiones

El diagrama de fuerzas para la partícula q_1 , considerando la ubicación de q_1 como nuestro origen, se observa en la figura 13.

Partiendo del principio de superposición de fuerzas, la fuerza (\vec{F}_1) que actúa en la partícula q_1 será la suma vectorial de la fuerza de atracción (\vec{F}_{21}) de la partícula q_2 sobre q_1 y la fuerza de atracción (\vec{F}_{31}) de la partícula q_3 sobre q_1 .

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31}$$



Img. 13, Fuerzas interactuando.

Viendo cada una de las fuerzas por separado. La fuerza \vec{F}_{21} es igual a :

$$\vec{F}_{21} = k \frac{q_2 \cdot q_1}{d_{21}^2} = 8,9875 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \frac{(4 \times 10^{-6}\text{C}) \cdot (7 \times 10^{-6}\text{C})}{(0,1\text{m})^2} = 25,16\text{N}$$

La fuerza \vec{F}_{21} es igual a 25,16N en la dirección \hat{j} (Y positiva), ya que no tiene componentes en X.

La fuerza \vec{F}_{31} es igual a :

$$\vec{F}_{31} = k \frac{q_3 \cdot q_1}{d_{31}^2} = 8,9875 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \frac{(3 \times 10^{-6}\text{C}) \cdot (7 \times 10^{-6}\text{C})}{(0,5\text{m})^2} = 0,75\text{N}$$

La fuerza \vec{F}_{31} es igual a $0,75\text{N}$ en la dirección \hat{i} (X positiva), ya que no tiene componentes en Y.

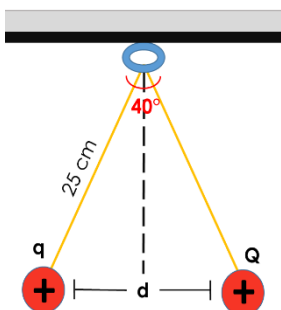
Por lo cual la fuerza resultante será la suma de las componente en Y y la suma de la componentes en X y así calcular la magnitud del vector fuerza \vec{F}_1 .

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31} = 25,16\text{N} \hat{j} + 0,75\text{N} \hat{i}$$

$$F_1 = \sqrt{(25,16)^2 + (0,75)^2} = 25,17\text{N}$$

Ejemplo:

Si se cuelgan dos esferas de metal con igual carga positiva y masa equivalente a 0,2 gramos, en un hilo de longitud de $L=25$ cm y se encuentran separadas formando un ángulo entre ellas de 40° , como nos muestra la imagen 14. ¿Cuánto vale la carga q de cada esfera?



Img. 14, Cargas colgando.

Como la fuerza de repulsión es la misma entre las dos esferas, la distancia y el ángulo que las separa es proporcional a la mitad. Siendo $d=2x$ y el ángulo $\theta = 40^\circ/2 = 20^\circ$.

Por lo cual, $x = \text{sen } 20^\circ \cdot L = \text{sen } 20^\circ \cdot 0,25\text{m} = 0,085\text{m}$

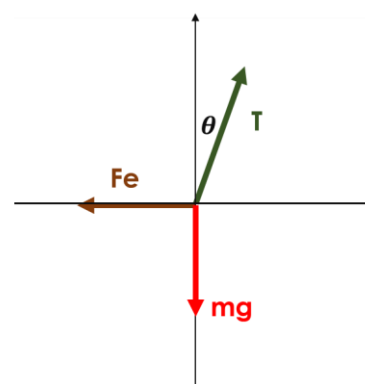
Siendo la distancia $d = 2x = 2(0,085\text{cm}) =$

$0,17\text{m}$

Diagrama de fuerzas para la primera carga:

Donde T hace alusión a la fuerza de tensión ejercida por la cuerda de 0,25m.

Fe es la fuerza eléctrica de repulsión realizada entre las cargas positivas y mg es la fuerza gravitacional (peso) ejercida a la esfera.



Img. 16, Diagrama de fuerzas.

Como el sistema está en equilibrio, la sumatoria de fuerzas en X y Y es igual a cero.

1

2

$$\sum F_x = (T \operatorname{sen} 20^\circ - Fe) = 0$$

$$\sum F_y = (T \operatorname{cos} 20^\circ - mg) = 0$$

De la ecuación 2 despejamos la fuerza de tensión y la remplazamos en la ecuación 1:

$$T = \frac{mg}{\operatorname{cos} 20^\circ}$$

$$\left(\frac{mg}{\operatorname{cos} 20^\circ} * \operatorname{sen} 20^\circ - Fe \right) = 0$$

Así despejamos la fuerza eléctrica: $Fe = mg * \tan 20^\circ$

De la ley de Coulomb, remplazamos el valor de la fuerza eléctrica.

$$mg * \tan 20^\circ = k \frac{q \cdot q}{d^2}$$

Despejamos el valor de q.

$$\frac{(mg * \tan 20^\circ) d^2}{k} = q^2$$

Remplazamos los valores:

$$q^2 = \frac{(0.0002 \text{Kg} * 9,8 \text{m/s}^2 * \tan 20^\circ) (0,17 \text{m})^2}{8,9875 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2} =$$

$$q = \sqrt{\frac{(7,13 \times 10^{-4} \text{ N})(0,17 \text{m})^2}{8,9875 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2}} = 4,79 \times 10^{-8} \text{C}$$

Lectura complementaria

En una nube de tormenta, las fuertes corrientes de aire, separan las cargas eléctricas o iones. Los iones positivos se acumulan en la parte superior de la nube, y, los iones negativos en su parte inferior. Los iones negativos de la base de la nube atraen los iones positivos a las zonas del suelo situadas bajo la nube, cuando la cantidad de carga es suficientemente grande, salta una chispa entre la nube y el suelo. En una fracción de segundo una enorme cantidad de electricidad atraviesa el aire calentándolo hasta la incandescencia y dando lugar a un rayo.



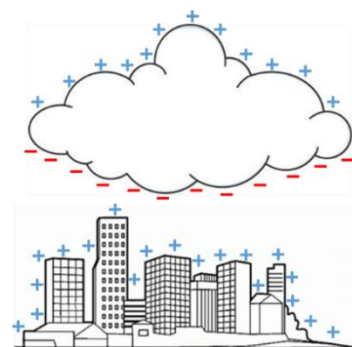
Img. 17, Relámpago.

El Rayo es una descarga eléctrica que normalmente se produce entre las nubes y la tierra. Esta descarga eléctrica, es visible con trayectorias sinuosas y con ramificaciones irregulares, fenómeno conocido con el nombre de relámpago. Acompañando al relámpago, se produce también una onda sonora llamada trueno. El relámpago, es un destello de luz, es el resplandor visible que se produce por una descarga eléctrica entre una nube de

lluvia y la tierra o entre nubes.

Para que se produzcan los rayos, se requiere que exista una masa de aire cálido y húmedo que se eleve rápidamente. A medida que las gotitas de humedad se elevan, chocan entre sí con las moléculas de aire, electrizándose por frotamiento. Luego, cuando el aire húmedo está muy alto y se enfría suficientemente, se forma una nube. La parte de arriba de esta nube es blanquísima y algodonosa y está formada por la acumulación de minúsculas partículas de hielo. La fricción de esos cristales de hielo también contribuye a la formación de cargas eléctricas. Aunque el proceso de distribución de cargas no es del todo conocido, en la parte inferior de la nube se va acumulando una enorme cantidad de carga negativa.

Una vez que la nube se ha cargado intensamente con carga negativa, tiene lugar un fenómeno conocido como inducción electrostática, y es así que la carga negativa acumulada en la nube, repele o rechaza a la carga negativa (electrones) que pudiera haber en el suelo (tierra) que en principio es eléctricamente neutro. Esto da lugar a que esa carga se retire hacia dentro de la tierra, dejando un residuo cargado positivamente. Si la nube se mueve y avanza, el suelo bajo ella, se va electrizando positivamente como si se tratara de una sombra positiva bajo la nube (imagen 18).



Img. 18, Inducción eléctrica del rayo.

La ionización positiva puede ser muy intensa y afecta especialmente a los objetos prominentes del suelo e incluso al aire circundante próximo al suelo que también se carga de electricidad positiva. Este aire positivo se ve enseguida atraído por la nube negativa que tiene encima y comienza a moverse en forma de corriente ascendente originando un "viento" vertical hacia arriba.

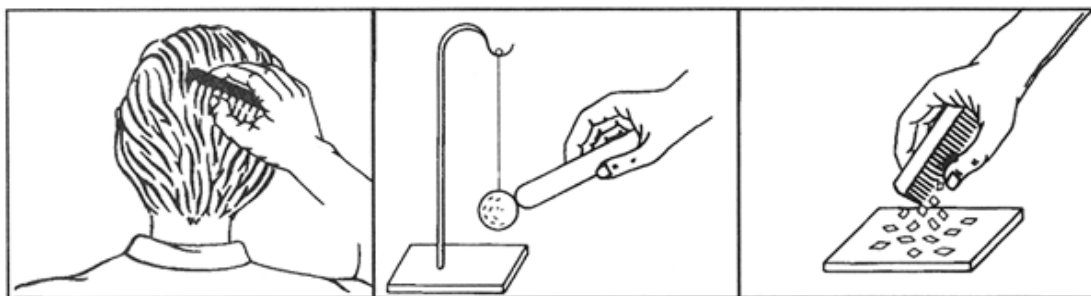
Ese viento puede elevarse hasta la nube y descargarla lentamente eliminando el riesgo de chispa o bien puede producir el efecto contrario, es decir puede preparar un "pasillo" o corredor positivo que favorece el fenómeno del rayo. Este pasillo es un "precursor", que servirá de ruta para la descarga negativa desde la nube a la tierra.

Tomado de: <http://albertama.tripod.com/elrayo.htm>

Autoevalúate:

1) ¿Cuál es la regla fundamental de los fenómenos eléctricos?

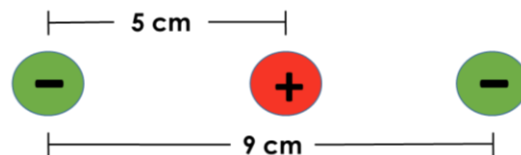
- 2) ¿Realiza un cuadro comparativo donde aparezcan las semejanzas y diferencias entre ley de Coulomb y la ley gravitacional de Newton?
- 3) ¿En qué se diferencia el principio de conservación de la carga y la energía?
- 4) Un tronco de madera se frota con una lámina de plexiglás.
 - a) ¿Cuál material perdió o cedió electrones?
 - b) ¿Qué carga adquiere cada uno de los cuerpos?
 - c) ¿Por qué el caucho tiene la misma carga que la lana, pero con signo contrario?
- 5) Describe cada uno de los métodos de electrificación de la siguiente imagen.



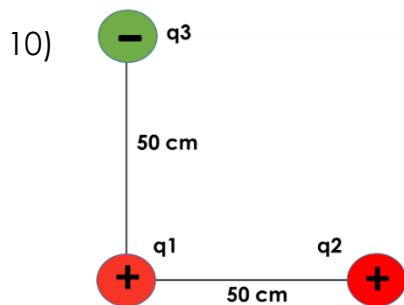
Img. 19, métodos de electrificación

- 6) ¿Cuál es el método para cargar un cuerpo no electrificado de forma positiva, con un cuerpo con carga positiva?
- 7) ¿Qué permiten los electrones libres dentro de un material?
- 8) Dos cuerpos cargados con 1C y separados por 1 cm ejercen una fuerza de repulsión, si aumenta 3 veces la distancia ¿cuánto aumenta o disminuye la fuerza?
- 9) Tres partículas cargadas (de izquierda a derecha) $q_1 = -4\mu C$, $q_2 = 2\mu C$ y $q_3 = -5\mu C$, se ubican sobre el eje horizontal como muestra la imagen 20.

- a) Dibuja el diagrama de fuerzas sobre la partícula 2
- b) ¿Cuál es la fuerza neta que actúa sobre la partícula 2?



Img. 20, ejercicio 9.



Img. 21, ejercicio 10.

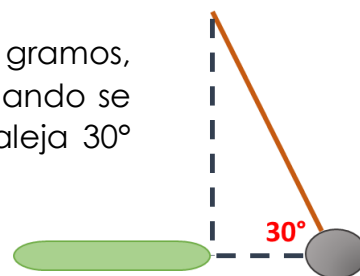
3 partículas se encuentran ubicadas en la esquina de un triángulo rectángulo, como muestra la imagen 21.

a) Realiza el diagrama vectorial de las fuerzas que actúan en la partícula 3.

b) Determina la magnitud de la fuerza que ejercen las partículas 1 y 2 sobre la partícula 3,

si $q_1 = 3\mu C$, $q_2 = 3\mu C$ y $q_3 = -2\mu C$

11) Calcula la carga de una esfera con una masa de 50 gramos, que cuelga de una cuerda de longitud de 12cm, cuando se le acerca una barra cargada ($Q = -8\mu C$) y que se aleja 30° con respecto a su eje X.

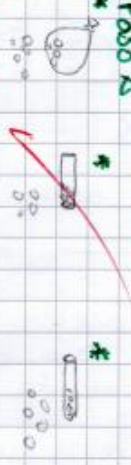


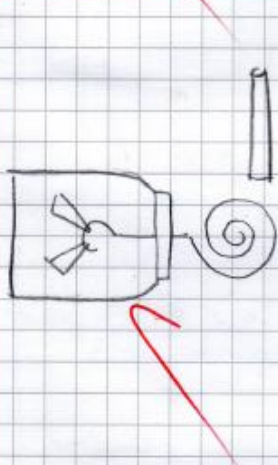

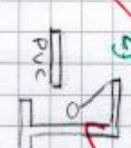
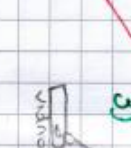


Img. 22, ejercicio 11.

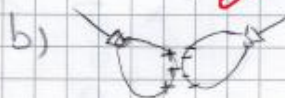
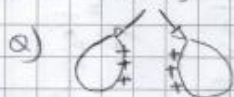
12) ¿Por qué se considera la formación del rayo como un método de electrificación por inducción?

Anexo 6 – Resultados experimentales

Estudiante E.N.

<p>Mudas Yazon Wper Electroestática</p> <p>Objetivos</p> <p>General Reconocer que interacción del comportamiento de los cuerpos eléctricos y como esta interacción con diferentes materiales experimentales: observar como se atraen, repele con misma carga y con carga contraria.</p> <p>- comprobar si la fuerza con la que se frotan los tubos afecta al comportamiento del electroscopio</p> <p>3. La electrificación, ya considerando que es el acto de darle carga eléctrica a un cuerpo, por ejemplo a una electrificación con la lana al tubo de PVC.</p> <p>conclusión, se logró reconocer, como se comporta los cuerpos electrificados entre ellos y con otros materiales observando que cuando dos cuerpos de misma carga interaccionan se repelen y si tienen cargas contrarias se atraen</p>	<p>Diagramas</p> <p>Paso A</p>  <p>Paso B</p>  <p>Paso C</p>  <p>Paso D</p> 	<p>Taller 6 Fecha: 22-05-17 Análisis de resultados</p> <p>Parte A</p> <p>1. Algunos pedacitos de papel se pegan al globo cuando se le acerca.</p> <p>2. Al igual que con el globo, al acercar el tubo de PVC y el tubo de vidrio a los pedacitos, algunos de estos se pegan a los tubos.</p> <p>3. Por que al generar fricción cuando se frota con la lana, se genera electricidad que produce la atracción de los pedacitos.</p> <p>Parte B</p> <p>1. Los globos se repelen cuando se está frotando de igual modo, esto ocurre porque al tener la misma carga eléctrica se repelen.</p> <p>2. 1)  2)  3) </p> <p>Primero, al acercar el tubo de PVC el pedacito de pega, después de unos momentos el pedacito en pega. Al acercar el PVC y al acercarle el tubo de vidrio, el pedacito se pega a este y después vuelven a ocurrir lo mismo que con el PVC</p>
---	--	---

3. Porque el péndulo puede perder la carga que le transfirió el tubo de PVC.
4. Ocurre lo mismo, primero el péndulo es atraído por el tubo de vidrio y luego lo repele, y al acercarle el PVC se atrae y se aleja después.
5. Porque al tocarlo con la mano el péndulo se va a descargar.
6. Depende de la carga de ambos cuerpos, ya que si se aproximan se van a atraer, si tienen la misma carga se van a repeler.



Parte C

1. Al acercar el globo a la tira de aluminio se van a pegar



2. Al acercar el globo la primera tira al igual que en el primer paso va a buscar pegarse al globo, pero la segunda se aleja de la tira de aluminio que se pega al globo.
3. Va a ocurrir lo mismo que en la segunda, y va a buscar separarse de las otras dos tiras, ya que todas tienen una misma carga eléctrica.

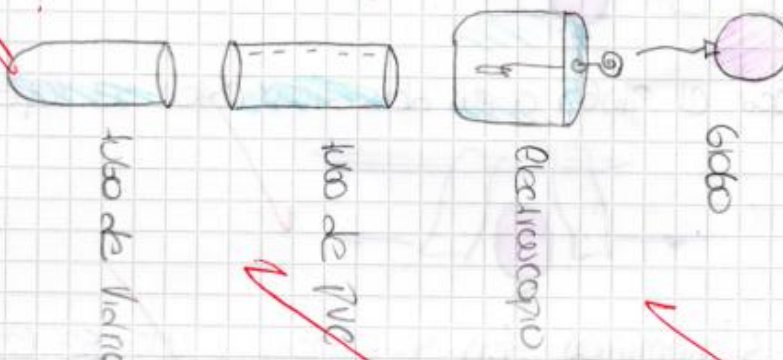
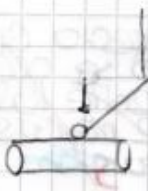

Parte D

- 1) En el momento en que se acercan los tubos al electroscopio las tiras de aluminio empiezan a separarse.
2. A medida que se van acercando más los tubos al electroscopio, las tiras de aluminio se separan más también.
4. La diferencia es que las tiras se separan más sin necesidad de acercar los tubos.
5. Al acercar la parte del tubo que no fue tocada el electroscopio no cambia, las tiras no se separan, lo que ocurre porque esa zona no fue cargada.

Análisis (1. y 3. en el otro lado de la hoja)

2. Los resultados de igual manera al acercarse a cuerpos con carga eléctrica puede decirse que conducen cargas de una misma forma.

Estudiante E.J.

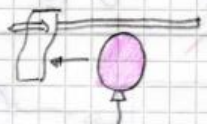
Objetivos	Diagramas	Análisis y Resultados
<p>Reconocer experimentalmente el comportamiento de los cuerpos electrizados y como estas interacción con diferentes materiales</p> <p>Analizar los diferentes métodos de carga de los objetos.</p> <p>Analizar las interacciones de los cuerpos con los diferentes cuerpos</p>	 <p>Globo</p> <p>Electroscopio</p> <p>Tubo de PVC</p> <p>Tubo de Vidrio</p> <p><i>Con el globo cuando el principio de conservación</i></p>	<p>Al acercarse el globo a los hilos de papel estos se separan al globo debido a la carga eléctrica de este.</p> <p>Con los tubos fue diferente, pero lo mismo con el tubo de PVC frotado con el pelo y la lana, con la seda la atracción no fue tanta y con el tubo de vidrio la dirección fue inversa.</p> <p>Estos ocurren de manera diferente debido a los diferentes tipos de cargas que se forman por los diferentes materiales</p> <p>Al acercar los cuerpos estos se repelen</p>  <p>Tubo frotado</p>  <p>Tubo frotado</p> <p>Se debe analizar cuidadosamente para que la carga eléctrica formada, no se disipe</p>

Es necesario tocar el pedrillo para descargarlo y poder usar los cargos de los tubos

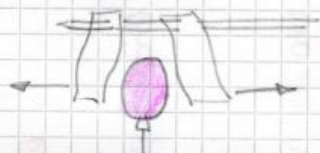
Para que un cuerpo se atraiga o se aleje de otro depende de el tipo de carga, si los cargos son similares se repelen pero si son diferentes se atraen



C: al acercar el globo el aluminio se repele

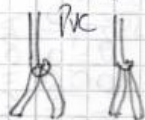


al acercar el globo a las dos tiras estas se repelen entre si



al poner 3 aluminicos dos se repun y una se repele y esto se debe a los cargos de las tiras

D: con el PVC se repele más con la lana que con los otros materiales, y con el vidrio



La distancia afecta en que si el tubo cargado se acerca más la separación entre los aluminicos es mayor, y ante menor se acerca menos a la repulsion

cuando se frota con mayor fuerza la carga del tubo es mayor y por ende la reacción de los aluminicos sera mayor al repelerse

La parte frotaada del electroscope tiene mas repulsion y la parte no frotaada tiene menor repulsion

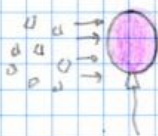


frotado

NO frotado

todas las materiales fueron cargadas de la misma forma, y dependiendo del material algunos se repelen y otros se atraen

la electrificación es el proceso que se hace para cargar un cuerpo



se Analizó que dependiendo del material todos los cuerpos se ven afectados de manera diferente debido a las cargas electricas, tambien dependiendo de la distancia los cuerpos se repelen o se acercan de manera diferente, tambien dependiendo de el tipo de carga los materiales se repele o se acercan.

OBJETIVOS

General: Reconocer experimentalmente el comportamiento de los cuerdas elásticas y como este interactúan con diferentes materiales.

Específicos:

- Analizar la capacidad de algunos materiales de romperse o conservar la carga, después que se les suministró.
- Determinar formas en las que un cuerpo se conserva el momento.

RESULTADOS

Parte A:

- 1) Los trozos de papel se pegan al globo después de frotarlo tanto con pelo, como con lana.
- 2) Los trozos no se pegan al vidrio porque es un aislante.
- 3) Los trozos también se pegan al tubo de PVC.

Parte B:

- 1) Los globos al frotarlos y acercarlos se repelen.

2) El pedazo se mantendrá pegado al tipo de vidrio, pero con el tipo de PVC que diferente, ya que se mantuvo pero unos segundos después se separó.

Parte C:

- 1) El trozo 1 se atrae al globo, los 2 y 3 se atraen al globo pero se repelen entre sí.

Parte D:

- PVC: Lana → Los trozos se atraen en direcciones opuestas
- : pelo → Los trozos se atraen en direcciones opuestas
- Vidrio: lana →
- : pelo →

PREGUNTAS DE RESULTADOS

Parte A:

ANÁLISIS

1. Escribe 2 objetivos específicos
 2. ¿Cuál crees que es la relación entre los puntos, los huecos, el acople y el electrosopos?
 3. ¿Qué consideras que es la electrificación? (apoyate de dibujos para explicar)
1. ✓
 2. Que puntos se pueden cargar ~~electrostaticamente~~ y que tambien pueden transmitir y ceder esa energia
 3. La electrificación es un proceso en el cual un objeto gana o pierde electrones

CONCLUSIONES

- ✓ La cantidad de los cargas electricas de pueden del objeto aumenta con el que transmite la energia.
- ✓ A más fuerza de frotamiento, mayor carga ~~electricas~~ habra.

¿Por qué consideras que los diferentes materiales después de ser frotados interactúan de la misma manera con los trozos de papel?

- Interacción así porque al recibir una cantidad de energía (que altera su carga original) adquiere la capacidad de transferir dicha energía a cualquier objeto o absorberla para sí.

Parte B:

¿Por qué consideras que se debe acercar rápidamente el tubo de vidrio frotado al péndulo electrostático?

- Porque de lo contrario la energía se perdería al ambiente y ya no se podría transmitir.

¿Por qué consideras que es necesario tocar el péndulo electrostático antes de realizar otra experiencia?

- Porque para poder interactuar eléctricamente con otro cuerpo, su carga debe ser neutra, el trabajo de la mano es descargar el péndulo para recomodar las cargas de éste.

¿De qué depende que un cuerpo atraiga o aleje a otro?

Depende totalmente de sus cargas:



Parte C

¿Qué consideras que sucederá si se cuelgan 3 o más tiras de aluminio?

- Hay dos casos en los que de igual manera las tiras se repelen entre sí:

✓ Primero puede ocurrir que al colocar las tiras y el globo a distintas distancias, una parte central se quedará inmóvil sin inclinación y las demás se repelerán hacia lados opuestos (1)

✓ Segundo puede ser que al colocar el globo a un extremo de la barra las tiras se giran a un mismo lado y opuesto al del globo (2)



Parte D

¿Cómo afectan la distancia cuando se acercan los cuerpos frotados al electroscope?

- Entre más lejos esté el tubo del electroscope, más unidos están los

papeles y viceversa.

¿Qué diferencia existe entre frotar con mayor fuerza un cuerpo?

- La carga se intensifica, lo que implica que a más fuerza más carga eléctrica habrá.

Anexo 7 – Tutorías

Tutoría E.N.

T.D. ¿Tiene alguna duda o pregunta?

E.N. Me preguntan, ¿Qué cuáles son las diferencias entre la fuerza gravitacional y la eléctrica?

T.D. Que dice el TAU de electrostática

E.N. Son como las mismas cosas con unidades diferentes, pero lo que dice acá es que en una las fuerzas se atraen y se repelen y en la otras solo se atraen.

T.D. ¿En cuál se atraen y se repelan?

E.N. En la eléctrica que es la de Coulomb y en la gravitacional no, esta solo se atrae.

T.D. ¿Y cómo es eso que tienen unidades diferentes?

E.N. En una son cargas y en la de Newton son masas

T.D. ¿Pero ambas tienen unidades en Newtons?

E.N. Si pero sus constantes tienen diferentes unidades

T.D. Listo. ¿Qué otras diferencias o semejanzas encuentra?

E.N. ¿De semejanza?, que las dos son proporcionales al inverso al cuadrado.

T.D. Continúe realizando el cuadro comparativo. ¿Tiene alguna otra duda?

E.N. ¿Por qué al frotar el extremo de una barra aislante el otro extremo no queda cargado?

T.D. Recuerde la actividad experimental.

E.N. Pues, lo que pasa con el tubo de PVC; porque por frotamiento solo movía al electroscopio por el extremo frotado.

T.D. ¿Cómo así?

E.N. Cuando lo acercaba por el extremo que no era cargado no pasaba nada

T.D. ¿Qué característica tiene entonces el tubo de PVC?

E.N. Que es una barra aislante.

T.D. Mejor dicho, le cambio la pregunta: ¿Cuál es la diferencia entre la barra de PVC y un metal?

E.N. Hay un movimiento de cargas, electrones por toda la cosa

T.D. Hay un movimiento dentro del cuerpo, que en otras es que se transportan más fácil las cargas dentro del cuerpo y ¿esto se debe a qué?

E.N. Tiene electrones libres

T.D. Entonces, ¿Que diferencia a los materiales?

E.N. Que las cargas pueden moverse más fácil dentro de unos materiales que otros

E.N. ¿Si aumenta 3 veces la distancia entre 2 cuerpos cargados, aumenta o disminuye la fuerza?, pues fácil aumenta 9 veces.

T.D. Muy bien, ¿y por qué?

E.N. Porque la fuerza es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.

Tutoría E.V.

E.V. ¿Cómo describo los métodos de electrificación?

T.D. ¿Cuáles son los métodos de electrificación?

E.V. Inducción, contacto y frotamiento

T.D. ¿Cuál es cada uno de los métodos según la imagen?

E.V. A) Frotación, B) contacto y C) inducción

T.D. ¿En qué se diferencia el método de frotación con el de inducción y contacto?

E.V. Un cuerpo tiene la carga positiva y la otra negativa

T.D. Sí, pero ten en cuenta que en el método de frotación ninguno está cargado y después de frotarlos cada cuerpo adquiere una carga. En el de inducción y conducción un cuerpo está cargado y el otro no.

E.V. Ah, como en el péndulo electrostáticos, que la barra estaba cargada pero la bolita no.

T.D. Exacto, ahora la pregunta es: ¿en qué se diferencia el método de inducción y el de contacto?

E.V. No se

T.D. Revisa el TAU

E.V. Que en contacto adquiere la misma carga y en inducción la carga contraria

T.D. ¿y en que otro método los cuerpos adquieren cargas contrarias?

E.V. Fricción

T.D. Listo ya puedes describirlos

Tutoría E.J.

E.J. ¿vítrea es positiva y plástica positiva?

T.D. Si

E.J. Pero no entiendo eso.

T.D. Le cambio la pregunta, ¿Cuándo frotaba el globo con el cabello como sabe si tiene carga vítrea o plástica?

E.J. Porque se atraen

T.D. ¿Se atrae con qué?

E.J. pues el globo atrae el cabello

T.D. Se atraen porque adquieren carga contraria, pero, ¿Cómo sabe usted si tiene carga vítrea o positiva?

E.J. Depende del material

T.D. Si tiene una barra de vidrio, otra de plástico y un globo, ¿Qué hace para saber el tipo de carga del globo frochado con el cabello?

E.J. Lo acerco al vidrio y si se atraen, su carga será positiva

T.D. ¿Ósea que tiene la misma carga o contraria al vidrio?

E.J. Contraria al vidrio

T.D. ¿Entonces qué tipo de carga tiene?

E.J. Plástica. Entonces plástica es cuando tienen carga contraria y vítrea la misma carga

T.D. No. Depende de los objetos con los que se interactúan; por ejemplo usted acerca el péndulo electrostático al plástico y depende si se atrae o se repele.

E.J. ¿Dependiendo si se atrae o si se repele?

T.D. Si se repele con el plástico es porque su carga es contraria a éste.

E.J. Entonces vítrea y plástica son nombres que se le dan

T.D. Si son nombres que alguien le quiso dar. Después Franklin las nombro positiva y negativa.

E.J. En el caso que el vidrio se atraiga con el globo su carga seria vítrea.

T.D. Si señor