



# **DESARROLLO DE TINTURA DE GRAFENO Y ÓXIDO DE GRAFENO PARA FACILITAR EL PROCESO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE LA MATERIA DE FÍSICA DE INGENIERÍA**

**David Santiago Delgadillo Leguizamón, Nelson Vladimir Yepes González, Derly Bibiana Castañeda**

**Universitaria Agustiniana  
Bogotá, Colombia**

## **Resumen**

La enseñanza práctica es una condición que es indispensable con el desarrollo de la tecnología en el ejercicio de docencia de las ciencias básicas, dentro de los temas concernientes a la física la enseñanza de conceptos de electricidad y magnetismo es un campo perfecto para el desarrollo de este tipo de enseñanza práctica. El grafeno es un material revolucionario que posee múltiples aplicaciones para la industria ya que debido a su conductividad, puede aumentar la misma en materiales poco conductores como el plástico, el papel, la madera entre otros, en el campo educativo, facilita la enseñanza de mapas electrónicos tal cual como se muestran en la teoría dentro de las clases de física. Además de esta utilización proyectada, el material (grafeno) posee varias aplicaciones que se pueden aprovechar, desde aislamientos anti radioactivos hasta paneles solares.

El proyecto busca fundamentalmente desarrollar una aplicabilidad más de este componente, facilitando los procesos de enseñanza – aprendizaje de los conceptos concernientes a electromagnetismo de una manera muy didáctica y con alcances ampliados, ya que en ciertas poblaciones de índole rural en nuestro país, el acceso a componentes electrónicos es muy limitado, ya que para acceder a estos materiales deben dirigirse a las capitales de los departamentos a los que pertenecen, suponiendo la inversión de recursos que a su vez son fundamentales para su vida diaria, además este material se caracteriza por ser ambientalmente sustentable, ya que puede llegar a reemplazar la utilización de materias primas contaminantes que se utilizan en la elaboración de circuitos como lo son el Oro, el Vanadio, y la baquelita.

**Palabras clave:** tinta conductiva; conductividad eléctrica; elastomerización; exfoliación electrolítica; viscosidad; electromagnetismo; enlaces covalentes; resistencia eléctrica; circuitos eléctricos

### **Abstract**

*Practical teaching is a condition that is indispensable with the development of technology in the exercise of teaching basic sciences, within the subjects concerning physics teaching concepts of electricity and magnetism is a perfect field for the development of this Type of practical teaching. Graphene is a revolutionary material that has many applications for the industry because, due to its conductivity, it can increase the same in low conductive materials such as plastic, paper, wood among others, in the educational field, facilitates the teaching of maps Electronic as it is shown in theory within physics classes. In addition to this projected use, the material (graphene) has several applications that can be used, from anti-radioactive insulation to solar panels.*

*This project seeks fundamentally to develop a more applicability of this component, facilitating the teaching - learning processes of the concepts concerning electromagnetism in a very didactic way and with extended scope, since in certain rural populations in our country, access to Electronic components is very limited, since to access these materials should be directed to the capitals of the departments to which they belong, assuming the investment of resources which in turn are fundamental to their daily life. This material is considered environmentally sustainable because it reduces contamination by obtaining Gold, Vanadium and PTFE, all this material used in circuit manufacturing.*

**Keywords:** *conductive ink; electrical conductivity; polymerization; electrolytic exfoliation; viscosity; electromagnetism; covalent bonds; electrical resistance; electrical circuits*

## **1. Introducción**

La enseñanza práctica, es un concepto fundamental para el aprendizaje dentro de las áreas del conocimiento es por ello que los modelos pedagógicos del siglo XXI se han fundamentado principalmente en la praxis de los procesos educativos, sin embargo, la poca accesibilidad de las poblaciones rurales a facilidades de laboratorio, supone un desafío para el docente de física de aplicar metodologías prácticas en el aula.

Tomando en cuenta toda la temática abordada al momento de enseñar una materia tan fundamental como es el caso de Física, esta investigación hace énfasis en aportar una herramienta fundamental utilizando un material revolucionario como lo es el grafeno para la elaboración de metodologías prácticas de aprendizaje de un concepto de física fundamental para la era digital, como lo es la electrónica, electricidad y magnetismo, facilitando al docente un compuesto que le permita diseñar mapas electrónicos completamente funcionales, que permitan al estudiante entender el

funcionamiento de los circuitos más conocidos así como la comprensión de la simbología.

## 2. Objetivos

### - Objetivo general:

Desarrollar tinta conductiva a base de grafeno y óxido de grafeno para utilización en educación – enseñanza de conceptos relacionados con electricidad y magnetismo en la materia de física.

### - Objetivos específicos:

Desarrollar grafeno en un esquema económico de producción para la utilización en educación – enseñanza.

Facilitar al estudiante medios para el desarrollo fácil de circuitos en las asignaturas de física.

Facilitar el proceso de enseñanza de los principios de electricidad y electrónica en la pedagogía docente.

## 3. Planteamiento del problema

El desarrollo de plaquetas electrónicas de múltiple utilidad supone el manejo de materiales contaminantes y la utilización de metales preciosos de difícil adquisición como el oro, el cual conlleva al alto precio de estos mismos, teniendo en cuenta también que la disposición de residuos de partes electrónicas al ser dispendiosa, no es ambientalmente sustentable, teniendo en cuenta esta situación, es preciso responder las siguientes preguntas:

- ¿se puede desarrollar una nueva generación de circuitos simples que no requieran de la utilización de oro, ni materiales como el plomo o el asbesto?
- ¿Cómo se podría optimizar la enseñanza practica de los circuitos en colegios y universidades, de manera lúdica y pedagógica?
- ¿Qué resultados puede significar en la industria la utilización de este material?
- ¿Cómo se podría incentivar el desarrollo de un nuevo recurso aplicable para proyectos en energías renovables?

## 4. Tipo de investigación

La investigación es de tipo Experimental y Documental, “se fundamenta en fuentes secundarias y primarias de información, pruebas de laboratorio, análisis de resultados, y aplicabilidad de los mismos al entorno real” (Sampieri, 2016).

## 5. Fundamento Teórico

El Grafeno surge cuando pequeñísimas partículas de carbono se agrupan de forma muy densa en láminas de dos dimensiones muy finas (tienen el tamaño de un átomo), y en celdas hexagonales. Su estructura es similar a la de un panal de abejas en una superficie plana, de dos dimensiones.

El grafeno se obtiene a partir de una sustancia abundante en la naturaleza, el grafito. Ésta, forma parte de nuestra vida cotidiana, ya que se emplea para fabricar muy variados objetos, desde la mina de los lápices hasta algunos ladrillos.

Por sus propiedades, el grafeno puede servir como material en la fabricación de aviones, satélites espaciales o automóviles, haciéndolos más seguros. También en la construcción de edificios, pues los convertiría en más resistentes.

Pero, sobre todo, destacan sus aplicaciones en el campo de la electrónica, donde a través de su capacidad para almacenar energía puede dotar a las baterías de una mayor duración y un menor tiempo de carga, establecer conexiones más rápidas e incluso contribuir a mejorar el medio ambiente sustituyendo a materiales contaminantes que hoy en día nos vemos obligados a utilizar.

Es muy ligero: una lámina de 1 metro cuadrado pesa tan solo 0,77 miligramos. Se considera 200 veces más fuerte que el acero y su densidad es aproximadamente la misma que la de la fibra de carbono, y es aproximadamente cinco veces más ligera que el aluminio.

Para que conserve todas sus propiedades, el mineral ha de ser de la mayor calidad posible. Con el método tradicional de obtención a base de deshojar el grafito con cinta adhesiva, se consigue grafeno de muy alta calidad, pero la cantidad producida es mínima y resulta insuficiente para su uso industrial por otro lado, el empleo de otros métodos para su obtención enfocados en aumentar la cantidad producida no consiguen un producto con la calidad suficiente.

## 6. Antecedentes

“La tinta conductiva supone un avance fundamental para el desarrollo de procesos en electrónica moderna, esta innovación se ha convertido en la herramienta preferida de los electrónicos para reparar uniones ya que es un compuesto auto sustituible” (Osborn, 2013); el grafeno fue descubierto en 1930 pero su investigación a gran escala no fue investigado a fondo sino hasta 1990 cuando se realizaron las primeras placas de grafeno donde se determinó su potencial conductor.

En 2001 en la Universidad de Oxford se obtuvo la primera placa funcional de grafeno con funcionalidad táctil, desde este punto se han descubierto 200 propiedades atribuibles al grafeno con múltiples aplicaciones, aplicaciones que van desde la creación

de circuitos hasta su utilización en blindajes anti radioactivos, ya que su conductividad puede absorber efectivamente ondas alfa, beta y gamma de radiación ionizante.

Sin embargo, aún no se ha investigado a fondo a utilización de este compuesto para la creación de tintas conductoras además que dentro de los campos de aplicación del compuesto no se especifica su uso en el campo de la educación y enseñanza.

## 7. Materiales y método.

Como principal objeto de desarrollo se planteó desarrollar una onza de tintura conductiva de grafeno para lo cual se requirieron los siguientes materiales que cumplen las siguientes funciones:

1. Grafito en polvo: es el componente principal para el desarrollo de la tintura, su estructura se compone de múltiples capas posicionadas con estructura cristalinas hexagonales cada capa de estas es una lámina de grafeno.

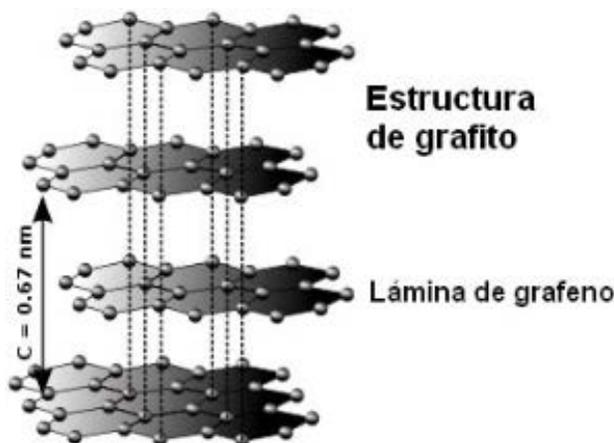


Figura 1. Estructura base de la partícula de grafito  
Fuente: Graphenano inc. ([www.graphenano.com](http://www.graphenano.com))

2. Tenso activos: cumplirán la función de romper las fuerzas de van der Waals presentes en las uniones verticales de cada lamina de grafeno en la partícula de grafito.

3. Celuloide: servirá como sustrato para separar las últimas láminas de grafeno de las partículas restantes creando una lámina unificada de componente.

4. Acetona: Solvente orgánico que se encargara de dispersar las moléculas de cinaldehído para crear enlaces con las moléculas de grafeno.

5. Cinaldehído: Es la base unificarte de las partículas de grafeno en polvo para el desarrollo de la tintura.

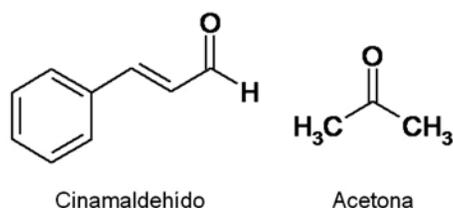


Figura 2. Estructura Estructural del Cinamaldehido y la Acetona  
Fuente: Chang R. Química (2010)

Para la elaboración de la tintura, se procede a tomar una medida de grafito en polvo, un tenso activo y agua destilada, esto se adiciona en un recipiente, para acelerar este proceso se procede a revolucionar la mezcla con ayuda de un motor de 40w con el objetivo de realizar la ruptura de las fuerzas de van der Waals presentes entre las láminas de grafeno en la partícula de grafito.

Una vez realizado este proceso, se filtra el contenido floculante el cual son las partículas de grafeno con pequeñas partes de grafito, y se coloca a sinterizar a 110°C con ayuda de un crisol, esto hace que las láminas por acción de la temperatura eliminen el agua y el tensoactivo restante ; enseguida de esto se procede a agregar en un frasco contenedor el agente secante, el cual unifica las placas y para romper el aislamiento externo rebajamos con acetona, procedemos a mezclar para unificar el tinte y luego se procede a envasar para su utilización una vez pasadas 3 horas.

## 8. Resultados de investigación

Al terminar el tiempo de unificado de la tinta , esta presenta un color plateado – plomo, similar al grafito, este se coloca en un trozo de celuloide el cual posee muy baja conductividad, al dejar fraguar el componente se realizan pruebas con corriente continua a 6v, 12v, 24v y con corriente alterna a 110v y 240v, manteniéndose este estable, en adición a otros materiales, como el vidrio, el acrílico y el polipropileno, mantiene igualmente su estabilidad y uniformidad con una resistencia de 0.4 Ohm.

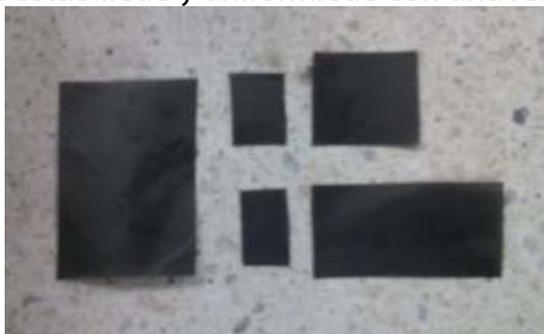


Figura 3. Láminas de Oxido de grafeno generadas  
Fuente: Elaboración propia

Así mismo se pudieron desarrollar placas de grafeno de alta eficiencia al momento de adicionar compuestos de aporte y otros procesos alternos.

## 5. Conclusiones

- El precio de desarrollo de la tintura de grafeno, ofrece cierta rentabilidad en caso de que se requiera desarrollar alguna otra aplicabilidad del compuesto.
- La aplicación del grafeno en educación enseñanza facilitaría la enseñanza de conceptos de electrónica desde la educación temprana.

## 6. Referencias

### Libros

- Chang, R., Álvarez Manzo, R., Ponce López, S., Zugazagoitia Herranz, R., & Hernán D'Bourneville, E. (2010). Química (6ta ed.). México: McGraw-Hill/Interamericana.
- Askeland, D., & Sánchez García, G. (2000). Ciencia e ingeniería de los materiales (1ra ed.). México: International Thomson Editores.
- Serway, R., & Jewett, J. (2011). Física para ciencias e ingeniería (1ra ed.). México: Cengage.
- Palacios Municio, E., Remiro Domínguez, F., & López Pérez, L. (2009). Microcontrolador PIC16F84 (1ra ed.). Madrid: RA-MA.

### Fuentes electrónicas

- Grafeno nanoporoso para desalación. (2014). Interempresas. Tomado el 9 Febrero de 2016, desde <http://www.interempresas.net/Agua/Articulos/119753-Grafeno-nanoporoso-para-desalacion.html>.
- Berraz, J. (2016). Grafeno, el nano material que seduce a todas las industrias | Experimenta. Experimenta.es. Tomado el 6 Febrero de 2016, desde <https://www.experimenta.es/noticias/miscelanea/grafeno-nanomaterial-seducer-todas-industrias/>.
- ¡Grafeno, el todo en uno de carbono! (2017). Rincón de la Tecnología. Tomado el 2 marzo de 2017, desde <https://rincondelatecnologia.com/grafeno-uno-carbono/>.

### Sobre los autores

- **David Santiago Delgadillo Leguizamón:** Laboratorista Facultad de Ingenierías Universitaria Agustiniiana, Tecnólogo en gestión de riesgo químico, biológico, radiológico, estudiante de ingeniería Correo Electrónico: [laboratoriodia@uniagustiniana.edu.co](mailto:laboratoriodia@uniagustiniana.edu.co)

- **Derby Viviana Castañeda:** Estudiante de Ingeniería Industrial cursante de 4° Semestre Universitaria Agustiniana Correo Electrónico: [derly.zastanedaz@uniagustiniana.edu.co](mailto:derly.zastanedaz@uniagustiniana.edu.co)
- **Nelson Vladimir Yepes González:** Ingeniero Industrial, especialista en Gerencia Financiera, Máster en Diseño, Dirección y Gestión de Proyectos, Docente Facultad de Ingeniería Industrial, Un agustiniana. [nelson.yepes@uniagustiniana.edu.co](mailto:nelson.yepes@uniagustiniana.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)