

# Software de simulación gráfica y animaciones en 3D para el aprendizaje interactivo de la materia de mecánica y electromagnetismo de la ISC de la ESCOM (SSIG-3D).

*Trabajo Terminal No. \_\_\_\_ - \_\_\_\_*

*Alumnos: Guadarrama Ascencio Juan Carlos, Ornelas García Luís Ángel, Sampayo*

*Hernández Mauro*

*Director: Manzanilla Granados Héctor Manuel*

*\*e-mail: hmanzanilla@ipn.mx*

## **Resumen**

Se presenta un protocolo para crear un ambiente gráfico tridimensional capaz de simular trayectorias, espacios vectoriales y animación en 3D, de diversos problemas aplicados en la materia de mecánica clásica y electromagnetismo; y de la materia de análisis vectorial de la ISC de la ESCOM. El software propuesto a desarrollar sentará las bases para el desarrollo de un laboratorio virtual de física más completo.

**Palabras clave-** Software de simulación gráfica, laboratorio de física, análisis vectorial, Python, visualización y animación tridimensional.

## **1.- Introducción**

En México existe una gran tradición de escuelas públicas tecnológicas, las cuales se pueden dividir en cuatro categorías, el Instituto Politécnico Nacional (IPN), el Tecnológico Nacional de México (TECNM), las Universidades Tecnológicas (UT) y las Unidades Politécnicas (UP). Estas escuelas públicas tienen en común la enseñanza de las matemáticas y de la física en el plan de estudios de su tronco común, y esto es independiente de la carrera que pudieran ofertar. Para tener una idea de la matrícula que estas instituciones ofrecen, (véase, por ejemplo, el trabajo de Manzanilla et. al. [1-5]) en 2018 se reportó que estas unidades académicas tenían una matrícula superior a un millón de alumnos, en más de 550 unidades académicas, a lo largo y ancho de todo el país [1-5]. Esto implica que existe una gran demanda por el aprendizaje de la física y matemáticas en nuestro país. Dada esta necesidad y la evolución de las TICs [1-5], en el mundo [1-5], el desarrollo de un software adecuado para facilitar el aprendizaje de la física es importante. En este sentido desde la década pasada, se han reportado varios trabajos con la idea de crear a través de un software, laboratorios virtuales y diferentes tipos de aplicaciones que faciliten la enseñanza de la física [6-14]. En estos trabajos se resalta la importancia del ambiente gráfico; ya que, de alguna forma u otra, en la física se cumple “Imaginación es más grande que conocimiento”. Varios de estos trabajos señalan que el lenguaje de programación en Python es una herramienta muy poderosa en la simulación gráfica de diferentes problemas de la física, sin embargo, el lenguaje por sí solo no ofrece una solución, sino que requiere de la experiencia del docente quien decide cómo se debe enseñar y que es lo importante, así como también de las habilidades del programador para realizar un ambiente de operación simple, intuitivo y poderoso. El éxito de cualquier laboratorio o simulador virtual siempre dependerá de la habilidad de enseñar, de resolver problemas y simular gráficamente los aspectos más relevantes.

Cuando se enseña física se puede observar que el desarrollo de la imaginación tridimensional para muchos de los alumnos es un problema complejo, muchos de ellos tienen poca experiencia con las representaciones vectoriales en los espacios 3D; por mencionar algunos ejemplos: cuando se estudian los espacios vectoriales electrostáticos de una fuente puntual de carga, la cual emana de un campo eléctrico en todas las direcciones del espacio; cuando se estudian las fuerzas de fricción debido a un objeto en movimiento sobre un plano inclinado; en el cálculo de los momentos de torsión, en el movimiento de proyectiles, en el concepto de ángulo sólido aplicado en la teoría de la electrostática, en el empleo de los sistemas coordenados esféricos y cilíndricos; por citar algunos. En general el estudio de la física requiere de un conocimiento sólido del análisis vectorial y de una poderosa imaginación tridimensional.

La física además tiene una estrecha relación con la computación e Ingeniería en Sistemas, pues como menciona Hernández en el artículo [14], “los ordenadores son hoy indispensables para analizar científicamente esas series interminables de datos que generan las grandes instalaciones de aceleradores de partículas y observatorios astronómicos o las redes de estaciones para medidas atmosféricas”. Con ayuda de la computación se puede llevar a cabo la construcción de modelos detallados de la realidad observable para realizar experimentos físicos, simulando su comportamiento en una computadora. El desarrollo de estos modelos brinda una mayor flexibilidad a la experimentación, permitiendo así, la identificación de mecanismos y procesos físicos que forman parte del fenómeno; realizar mediciones de magnitudes físicas de importancia y analizar con mayor facilidad la variación que puedan presentar bajo ciertas condiciones; y la comprobación de teorías que difícilmente puedan ser verificadas en la realidad debido a su complejidad y/o costo.

Podemos destacar también la importancia de aplicar conocimientos de física en productos populares como los videojuegos. Este factor puede llegar a ser determinante en la implementación de mecánicas dentro de estos, la manipulación de los controles o en la dinámica del cuerpo rígido que son las normas de movimiento, colisión e interacción de todos los objetos (personajes, objetos, sonidos, ambiente, muros, etc.) presentes en un videojuego, de no tomarlas en cuenta, la interactividad del jugador sería una mala experiencia dado a una mala implementación de las leyes físicas programadas en el juego.

Las últimas generaciones de estudiantes han crecido con el uso continuo de las tecnologías inteligentes (TIC) llámese celular, laptop, televisión, tableta, etc., es por ello que el desarrollo de una metodología de aprendizaje visual ha sido implementado en el sistema educativo. Por palabras del artículo de Cerro [17] “Las generaciones adolescentes actuales (Generación Z) han crecido como nativos tecnológicos digitales, con la aparición de los smartphones y la tecnología inteligente. ¿Y qué significa ser “nativo digital?”. Pues define a personas que, desde su infancia, han sido consumidores abundantes de formatos digitales, como son, principalmente, imágenes y videos. La imagen está derrotando al texto, y debemos ser conscientes de ello. La globalización está consiguiendo que las imágenes sean el nuevo idioma del siglo XXI. “

Como menciona Moreno et. al., en el artículo [7], “existen diversas causas de reprobación entre los estudiantes de ingeniería, entre las cuales se enlistan aquellas atribuidas a la institución educativa; tales como la existencia de programas muy extensos y tediosos, y laboratorios/talleres que cuentan con múltiples deficiencias. Esto se traduce en que la manera de enseñanza de la Física en la ingeniería puede resultarle muy tediosa o compleja al alumno, además de que la retroalimentación brindada por los laboratorios de Física es insuficiente para ayudarle al alumno a comprenderla mejor; limitando así el aprendizaje que pudiera obtenerse por parte del alumno sobre la materia, y generarle frustración y/o rechazo sobre la misma”. Considerando esta reflexión, observamos una razón más de la importancia que podría tener un laboratorio virtual.

Una alternativa propuesta para mejorar el aprendizaje de la Física es la metodología conocida como “Aprendizaje Activo de la Física”, como menciona Sánchez et. al. en el artículo [8] “Esta metodología permite así que el estudiante aprenda Física de manera más dinámica por medio de experimentos didácticos presenciales que permiten una mejor comprensión de los problemas físicos planteados, y de esta forma este no tenga que depender de forma drástica de un libro de texto o de un profesor, a la vez que se mejora su aprendizaje en la materia”. Sin embargo, dicha metodología puede presentar limitaciones cuando se tratan ciertos temas cuya complejidad hace difícil el desarrollo de experimentos para su mejor comprensión; razón por la cual el uso de simuladores en 3D resulta ser una alternativa viable por medio de los cuales se podría enseñar a los alumnos temas complejos de manera didáctica.

Como ya hemos mencionado [referencias1] Python es un programa altamente aceptado por la comunidad científica en el desarrollo de software gráfico aplicado a la solución de problemas de física. Actualmente se puede observar una tendencia del uso de Python en grandes centros de investigación como el CERN y en ramas científicas. Como menciona Becerra [9] “Esto es debido a la disponibilidad de bibliotecas de visualización, procesamiento de señales, estadística, álgebra, etc.; de fácil utilización y que cuentan con muy buena documentación. Los paquetes NumPy (Python Numérico) y SciPy (Python Científico) son pilares para el trabajo

científico hoy en día, estos emulan en muchas ocasiones las funciones disponibles por Matlab (otro de los lenguajes de corte científico existentes) lo que hace más fácil la transición a partir de este.”

En nuestra búsqueda de posibles proyectos o ideas similares a la nuestra, se destaca un proyecto desarrollado por el PhET (interactive simulations), la cual es una página web realizada por la Universidad de Colorado Boulder, cuyo contenido es una compilación de laboratorios 2D simulando problemas de distintos tópicos (física, biología, química, matemáticas, etc.) desarrollado en el lenguaje de programación HTML 5. Nos pareció que este es uno de los mejores laboratorios virtuales que pudimos encontrar y que desde nuestro punto de vista tiene un buen diseño pedagógico lo cual es muy importante y consideramos que será una buena referencia para nuestro trabajo, sin embargo, comentamos que el trabajo que aquí se presenta tendrá un lenguaje de programación diferente, estará orientado a simulaciones en 3D (no en 2D como en el laboratorio que mencionamos) y tendrá módulos de enseñanza específicos para una unidad de aprendizaje, también tendrá la diferencia de la portabilidad.

En este trabajo se plantea crear un software para la modelación tridimensional de diversos problemas de física de la materia de mecánica y electromagnetismo, empleando el lenguaje de programación Python aplicando diversos problemas modelo, de carácter universal en la enseñanza de la física clásica.

## 2.- Objetivos

### Objetivos generales:

Desarrollar un software que muestre de manera visual e interactiva ejemplos de temas de la materia de mecánica y electromagnetismo, que sirva como una herramienta auxiliar para los profesores y estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Escuela Superior de Cómputo y carreras afines, para mejorar su entendimiento y aprendizaje.

### Objetivos específicos:

- Desarrollar un módulo (conjunto de problemas resueltos afines a ese tema) que sea capaz de graficar vectores en 3D y realizar operaciones como la suma, el producto interno y el producto cruz entre vectores; resaltando la importancia, por ejemplo, de la mano derecha en el producto cruz, también se aprovechará en este módulo mostrar la diferencia entre un sistema dextrógiro y levógiro.
- Desarrollar un módulo que enseñe los principios de la primera, segunda y tercera ley de Newton, donde se aplicarán aspectos gráficos en 3D del comportamiento de las fuerzas.
- Desarrollar un módulo para el estudio del tiro parabólico, esto incluirá animación virtual en 3D.
- Desarrollar un módulo para el estudio y comprensión de diferentes sistemas ortogonales de coordenadas (sistemas de coordenadas cartesianas esféricas y cilíndricas)
- Desarrollar un módulo para el estudio del ángulo sólido.
- Desarrollar un módulo para el cálculo del campo eléctrico con cargas puntuales.
- Desarrollar modulo para el cálculo del campo magnético.

## 3.- Justificación

En la actualidad se han desarrollado varios proyectos destinados al aprendizaje de la física en cualquier nivel de educación, pero pocos utilizando el lenguaje de programación en Python, el cual ayudará ampliamente al desarrollo de este proyecto. La mayoría de los proyectos centrados en el aprendizaje de los estudiantes son gratuitos, pero la mayoría de estos sistemas están dentro de la web con lenguajes como HTML 5, Java y JavaScript, además de que resuelven solo un problema por sistema, es por ello que, buscando una distinta perspectiva daremos uso al lenguaje de Python dada la amplia gama de librerías que soportan el trabajo en la tercera dimensión y resolveremos distintos ejercicios en un mismo proyecto.

Es un proyecto de alta relevancia, como se pudo mencionar anteriormente, ya que en nuestro país hay millones de estudiantes que pudieran beneficiarse a través del tiempo, y que se pretende que este trabajo sienta una base en la construcción de un laboratorio virtual más poderoso y completo, que pudiera aplicarse en el área de la hidrodinámica, reactores químicos, magnetostática, geofísica y cualquier otro tipo de disciplina que pueda beneficiarse con la construcción gráfica tridimensional del análisis de sus resultados.

#### 4.- Productos o Resultados esperados

1. Software de simulación 3D de problemas de física clásica basado en Python.
2. Documentación técnica del sistema.
3. Manual de uso del servicio para interesados.
4. Reporte técnico de la investigación realizada.
5. Escritura de un artículo (no necesariamente publicado).

#### 5.- Metodología

Considerando las características del proyecto que se pretende desarrollar, y la manera en la que se le dará seguimiento a cada uno de los módulos a realizar para la elaboración del producto, se propone el uso de la metodología de Scrum. Bajo esta metodología un proyecto se divide en pequeños ciclos (conocidos en Scrum como “**Sprints**”) los cuales para nuestro proyecto serán concluidos cada quince días, ordenados por prioridad, para entregar avances en un menor tiempo. Esto permitirá añadir constantemente valor y optimizar los procesos dentro de nuestro proyecto.

Además, esta metodología establece una serie de reuniones continuas que se realizarán a lo largo del desarrollo del proyecto, lo cual, además de asegurar una continua comunicación entre los miembros del equipo, posibilitará llevar un continuo monitoreo de cada uno de los módulos que constituyen el mismo, lo que facilita la detección de posibles fallas o aspectos a mejorar durante su desarrollo.

Los roles que constituirán la metodología Scrum en este proyecto son:

1. **Product Owner:** Este rol será personificado por el director del TT (Profesor Manzanilla Granados Héctor Manuel).
2. **ScrumMaster:** Este rol será personificado por el director del TT (Profesor Manzanilla Granados Héctor Manuel).
3. **Equipo de Desarrollo:** Conformado por los alumnos Guadarrama Ascencio Juan Carlos, Ornelas García Luís Ángel y Sampayo Hernández Mauro.

## 6.- Cronograma

[illegible][illegible]

[illegible]

## 7.-Referencias

- [1] Navarrete-Cazales, Z., López-Membrillo, M. G., & Manzanilla-Granados, H. M. (2020). “Logros y perspectivas de la educación superior a distancia en el Tecnológico Nacional de México”. *Revista de Educación Superior del Sur Global - RESUR*, (9-10), 53-82. (ISSN: 2393-6789).
- [2] Navarrete Cazales, Z., Manzanilla Granados, H. M & López Membrillo, M. G. (2020) “El Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica en México. Políticas y estructura”. *Revista de Estudos em Educação e Diversidade - REED*, 1(2), 320-338. (ISSN:2675-6889)
- [3] Navarrete-Cazales, Z., Manzanilla Granados, H. M., & López Membrillo, M. G. (2021) “El subsistema de educación tecnológica de financiamiento público. Un análisis comparativo de cuatro instituciones”. En Navarro-Leal, M., Navarrete-Cazales, Z. & Rivera Peña, J. R. (Coords) *Políticas Educativas. Una mirada internacional y comparada*, México: Sociedad Mexicana de Educación Comparada / Escuela Normal “Miguel F. Martínez” Centenaria y Benemérita. pp. 261-280 (ISBN: 978-607-8557-76-9)
- [4] Manzanilla Granados, H. M., López Membrillo, M. G., & Navarrete Cazales, Z. (2020) “Análisis comparativo de la creación y desarrollo de los Institutos Tecnológicos en México”. En Z. Navarrete-Cazales, C. Ornelas, & M. A. Navarro-Leal, (Coords.) *Educación comparada: tendencias teóricas y empíricas internacionales y nacionales*. México: Plaza y Valdés Editores / Sociedad Mexicana de Educación Comparada. pp. 345-356. (ISBN: 978-607-8624-97-3)
- [5] López-Membrillo, M. G., y Manzanilla-Granados, H. M. (2020). “Educación en línea en el Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica en México”. En: Navarrete-Cazales, Z., Martínez-Iñiguez, J. E., y Soto-Curiel, J. A. (Coords.). *Educación Superior en Prospectiva*. México: Plaza y Valdés / Sociedad Mexicana de Educación Comparada. pp. 133-149 (ISBN: 978-607-8624-88-1)
- [6] Marro, Joaquín. (2022). Física y computación.
- [7] María Guadalupe Amado Moreno, Ángel García Velázquez, Reyna Arcelia Brito Páez, Bertha Ivonne Sánchez Luján, Carlos Alfonso Sagaste Bernal. (2014). Causas de reprobación en ingeniería desde la perspectiva del académico y administradores. ISSN 1850-0870.
- [8] Rubén Sánchez Sánchez, César Mora, Lino Jesús Velázquez Arteaga. (2014). Aprendizaje Activo de la Física para estudiantes de Ingeniería en la Ciudad de México. ISSN 2007-9842.
- [9] Díaz-Ricardo, Yanet, Becerra-García, Roberto Antonio, Challenger-Pérez, Ivet. (2014) El lenguaje de programación Python. Ciencias Holguín, vol. XX. ISSN: 1027-2127
- [10] Amaya Franky, Germán (2009). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales, en la enseñanza de la física. *El Hombre y la Máquina*, núm. 33. ISSN: 0121-0777.
- [11] Arias Rueda, María Judith, & Montiel, Egle, & Garrido, Ninfa (2012). Análisis de experiencias del Laboratorio de Física desde una perspectiva estudiantil: insumos para elaborar un multimedia. *Multiciencias*, vol. 12. pp. 209-214. ISSN: 1317-2255.



[12] Tamayo Cuenca, Ronal, & Valdés Tamayo, Pedro, & Ferras Santiesteban, Elser (2015). Experiencias de la aplicación de objetos virtuales de aprendizaje de física moderna. Telos, vol. 17. ISSN: 1317-0570.

[13] Aceituno Mederos, José Antonio, & Mujica Marcelo, Víctor Manuel (2016). VALIDACIÓN DEL AMBIENTE VIRTUAL EN TRES DIMENSIONES: “LA MANSIÓN DE LA FÍSICA” COMO VIDEOJUEGO PARA EL APRENDIZAJE. Ciencia y Sociedad. ISSN: 0378-7680.

[14] Hernández, Jesús & Jiménez, Andrés & Porras, Hernán. (2016). DESARROLLO DE APLICACIONES EN PYTHON PARA EL APRENDIZAJE DE FÍSICA COMPUTACIONAL (Development of Python applications for learning computational physics). Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, Vol. 16 N° 1, pp. (72-82).

[15] Romero Reyes, Sergio. (2014). Sistema de apoyo en la enseñanza-aprendizaje del análisis vectorial (SAEAAV).

[16] Trigas Gallego, Manuel. Metodología Scrum. Gestión de Proyectos Informáticos.

[17] Cabezas Cerro, Antonio José. (2019). METODOLOGÍA BASADA EN EL APRENDIZAJE PRÁCTICO-VISUAL.

CARÁCTER:  
Confidencial  
FUNDAMENTO

## 8.- Alumnos y directores

Guadarrama Ascencio Juan Carlos. - Alumno de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2017630701, Tel: 5545359260, email: jguadarramaa1601@alumno.ipn.mx

Firma: \_\_\_\_\_



Ornelas García Luis Ángel. - Alumno de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2016301219, Tel: 5617968752, email: lornelasg1500@alumno.ipn.mx

Firma: \_\_\_\_\_



Sampayo Hernández Mauro. - Alumno de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2018630981, Tel: 5527379778, email: msampayoh1700@alumno.ipn.mx

Firma: \_\_\_\_\_



Dr. Héctor Manuel Manzanilla Granados, es profesor titular de la ESCOM, del I.P.N. cuenta con diferentes artículos científicos y pertenece al SNI I, entre sus intereses se encuentran la física educativa y políticas de las TIC's. Tel: 555729600, ext: email: hnmanzanilla@ipn.mx

Firma: \_\_\_\_\_

