



## INTEGRACIÓN DE LA FÍSICA AL PROYECTO INTEGRADOR DE INGENIERÍA AUTOMÁTICA

Angel Ferrat,

Gilda Vega

Carmen Busoch

### **Línea Temática: Prácticas curriculares para la reducción del abandono**

**Tipo de comunicación:** oral

**Resumen.** El diseño de acciones dedicadas a lograr una utilización más armónica de las asignaturas del currículo dentro de los planes de estudio con el objetivo de integrar saberes y simplificar el sistema de evaluación al que está sometido el estudiante y por ende disminuir el fracaso, es un problema que sigue sin tener una solución efectiva en la carrera de Ingeniería Automática del Instituto Superior Politécnico “ José Antonio Echeverría”, de La Habana (ISPJAE) debido, entre otros factores, a la forma en que muchos profesores conciben el papel de la asignatura que imparten en el cumplimiento de los objetivos del año y la contribución efectiva que ésta tiene al modelo del profesional del graduado. Desde la concepción de los Planes de estudio D en Cuba en el año 2010, el plan de la carrera de Ingeniería Automática contempla una disciplina integradora, la Disciplina Automática. En el programa de esta Disciplina se contempla hacer énfasis en el uso del idioma inglés, la computación, los aspectos económicos, jurídicos, ecológicos y las normas de proyectos con el tributo de todas las asignaturas de cada año académico. La mencionada Disciplina consta de varias asignaturas propias del Centro de Educación Superior. En el caso del ISPJAE, una de estas asignaturas es el Proyecto integrador de Ingeniería Automática 1 (PIA 1), que se imparte en el II semestre de 1er año paralelamente a la asignatura Física I. Ambas asignaturas presentan resultados académicos bajos a pesar del trabajo metodológico que se ha venido realizando en los últimos cursos académicos. El presente trabajo tiene el objetivo de mostrar una vía efectiva para integrar el contenido del curso de Física en la elaboración del proyecto integrador a partir de problemas reales de Física y así contribuir al cumplimiento de los objetivos del año y disminuir el fracaso escolar, lo que se ha realizado en los 3 últimos cursos por los colectivos de profesores de Física y del Proyecto que imparten clases en 1er año de la carrera con el diseño de un sistema de trabajo integrado que ha facilitado el tránsito de los estudiantes por este semestre.

**Descriptorios o Palabras Clave:** Física, Integración, Proyecto

## ANTECEDENTES

Desde la creación de nuestro Ministerio de Educación Superior (MES) en 1976, en aras de garantizar el perfeccionamiento continuo de nuestros Planes de Estudio, se han realizado cuatros procesos generales para todos la centros universitarios del país, estando vigente en la actualidad el Plan de Estudio D.

En este perfeccionamiento se introdujo que el Plan de Estudio tiene una organización docente definida por tres tipos diferentes de currículo:

- Currículo Base
- Currículo Propio
- Currículo Optativo/Electivo

En el currículo base se tratan las disciplinas, entendidas como áreas de conocimientos, que posee el Plan, incluyendo el Ejercicio de Culminación de Estudios, que son todas de obligatorio cumplimiento para todos las universidades, ya que aseguran los objetivos esenciales del Modelo del Profesional quedando para cada universidad el currículo propio y para el estudiante, de forma individual, completar las asignaturas del currículo optativo/electivo que debe cursar.

Otro aspecto establecido es la **Estrategia de Permanencia de los estudiantes** concebida para elevar la eficiencia que en los últimos cursos se viene alcanzando, en el Plan de Estudios D se introducen acciones introductorias, dirigida a afrontar las dificultades actuales que presentan los estudiantes en su nivel de preparación para enfrentar las asignaturas del 1er año.

Estos elementos, previstos en nuestros diseños, permitieron que la carrera de Ing. Automática introdujera una importante modificación en su primer año como se ve en el apéndice no1

El diseño dentro de los planes de estudio, de acciones dedicadas a lograr una utilización más armónica de las asignaturas del currículo es un problema que sigue sin tener una solución efectiva debido a la forma en que muchos profesores conciben el papel de su asignatura en el cumplimiento de los objetivos del año y la contribución efectiva al modelo del profesional del graduado.

Desde la concepción del plan de estudio de la carrera de Ingeniería Automática esta contempla una disciplina integradora Disciplina: Automática.

Esta disciplina es la integradora de la carrera y como tal en el primer año tendrá carácter de familiarización con la carrera, pero a partir de segundo año se irá haciendo más fuerte el carácter integrador de la misma. Las asignaturas de la disciplina se evaluarán a través de informes técnicos, proyectos de curso y trabajo de diploma, que deben ser presentados y defendidos ante tribunales.

En la disciplina debe hacerse énfasis en el uso del idioma inglés, la computación, los aspectos económicos, jurídicos, ecológicos y las normas de proyectos y consta de varias asignaturas propias del CES que son Introducción a la Ingeniería Automática, Metodología de Proyectos de Automatización, Automática I y II y Proyecto de Ingeniería Automática I, II, III, IV y V.

La asignatura **Proyecto integrador de Ingeniería Automática 1 (PIA 1)**, se imparte en II semestre de 1er año paralelamente a la asignatura Mecánica y Física Molecular en lo adelante Física I. Este trabajo tiene el objetivo de mostrar una vía efectiva para elevar la aplicación del curso de Física I en los objetivos del año a través de la elaboración de un proyecto integrador utilizando problemas reales de Física, presentes en libro de texto de la asignatura (Sears y col., 2012) en vez de diseñar

los proyectos a partir de problemas determinados por los profesores del proyecto como se hacía antes de comenzar esta investigación.

Para lograr esto fue necesario un cambio de paradigma al abandonar el profesor de Física, que valora de forma exclusiva los problemas, que sean hechos con lápiz y papel y el de programación que debe trabajar en un problema que el estudiante obtuvo ya la solución.

## **DESARROLLO**

### **Características de la asignatura Proyecto integrador de Ingeniería Automática I (PIA I)**

En los documentos de los planes de estudio D, vigentes desde el 2011 se establece que el graduado de Ingeniería Automática es un profesional del perfil amplio y debe tener los elementos básicos para poder participar en tareas de diseño en sus esferas de actuación, que son los sistemas de control, la instrumentación, la electrónica y la computación (hardware y software de bajo y alto nivel) y en la enseñanza de los mismos (MES, 2011)

Los objetivos de 1er año de la carrera de Ingeniería Automática presentes en el plan de estudios son los siguientes:

1. Caracterizar el papel activo del hombre en la interpretación y transformación de la realidad a partir de la comprensión dialéctico materialista de la interrelación individuo-sociedad-historia.
2. Adquirir los conceptos básicos en: Matemática, Física, Química, Marxismo - Leninismo, Dibujo e Idioma Inglés.
3. Familiarizarse con los sistemas de medición, control y computación.
4. Familiarizarse con las técnicas del comercio electrónico.
5. Conocer y aplicar las normas de protección e higiene del trabajo.
6. Programar en lenguaje de alto nivel.
7. Utilizar eficientemente las microcomputadoras.
8. Adquirir hábitos de ejercitación física para mantener su salud mental y física.
9. Familiarizarse con los aspectos básicos de la cultura cubana.

Si tenemos en cuenta el Reglamento Docente Metodológico del Ministerio de Educación Superior de Cuba, (Ministerio de Educación Superior de Cuba ,2010) en su artículo 137

“La evaluación del aprendizaje en la educación superior tiene un carácter continuo, cualitativo e integrador; y debe estar basada, fundamentalmente, en el desempeño del estudiante durante el proceso de aprendizaje. Se debe desarrollar de manera dinámica, en que no solo evalúe el profesor, sino que se propicie la participación de los estudiantes mediante la evaluación grupal y la autoevaluación, logrando un ambiente comunicativo en este proceso.

La evaluación del aprendizaje puede incluir aspectos teóricos y prácticos vinculados a ejercicios integradores; así como, contenidos de carácter académico, laboral e investigativo” es posible medir el cumplimiento de los objetivos planteados diseñando un sistema de trabajo con la integración de las asignaturas de PIA I y Física I.

Los objetivos específicos del Proyecto Integrador de Ingeniería Automática son:

1. Validar y entrar datos de problemas físicos reales con el uso del MATLAB (Misa R, 2000).
2. Evaluar y resolver ecuaciones matemáticas que representen problemas físicos reales previamente seleccionados.
3. Graficar e interpretar funciones derivadas de las ecuaciones matemáticas.

4. Realizar procesos de diferenciación e Integración de las ecuaciones.

Para dar una adecuada solución al problema de la integración que está presente se realizó un diseño que hace explícito los objetivos a lograr, la contribución de cada asignatura y la forma de evaluación y control del desarrollo que se muestra a continuación.

### **Diseño del Proyecto Integrador**

Los Objetivos instructivos aprobados en el Plan D para la asignatura PIA1:

1. Conocer y utilizar asistentes matemáticos para el cálculo numérico y simulación relacionados con la carrera.
2. Familiarización con la literatura de la especialidad en idioma español e inglés.
3. Adquirir habilidades en la redacción, presentación y defensa informes técnicos relacionados con su actividad profesional.

Mientras que para la disciplina Física se concretan en:

1. Describir los rasgos fundamentales del cuadro físico del mundo, estableciendo comparaciones entre sus partes componentes a través de los objetos y tipos de movimiento que estudian, así como los modelos, principios y leyes fundamentales que lo sustentan, los cuales deberán ser expresados con auxilio del cálculo diferencial e integral y el álgebra vectorial.
2. Aplicar de manera productiva los métodos fundamentales (dinámico, leyes de conservación y energético) en la solución de problemas que impliquen el tratamiento vectorial, el uso del cálculo diferencial e integral, de ecuaciones diferenciales, así como en su aplicación a modelos físico-matemáticos.
3. Aplicar el método científico en el trabajo experimental de la disciplina

Siguiendo estos objetivos para el proyecto fueron seleccionados 11 problemas del texto de Física completándose las tareas a efectuar para garantizar el alcance de los proyectos de acuerdo con los requerimientos en el uso del MATLAB lo que ha puesto a los estudiantes en situaciones físicas más reales que la que el estudiante enfrenta cuando trata de resolver los problemas usando los métodos de cálculo previstos en la asignatura. (Apéndice 2)

La estructura del Proyecto que se le entrega a los estudiantes y se coloca en el sitio <http://socom.cujae.edu.cu> para su consulta permanente es la siguiente:

### **Objetivos generales del proyecto**

1. Que usen MATLAB para validar y entrar datos de problemas físicos.
2. Evaluar y resolver ecuaciones matemáticas que representen problemas físicos.
3. Graficar e interpretar funciones.
4. Diferenciación e Integración de ecuaciones.

Revise los listados para conocer el problema que debe resolver su equipo.

La metodología seguida por ambas asignatura se describe a continuación:

**Información a los estudiantes:** Los proyectos serán distribuidos a los estudiantes por el profesor de PIA I quien integrara los equipos de trabajo.

**Conferencia inicial** de los profesores de Física para ver los algoritmos de solución de los problemas previstos.

**Consultas:** Para evacuar sus dudas los estudiantes pueden consultar a sus profesores de Física, Introducción a la computación y PIA1.

**Corte Proyecto:** En los turnos de laboratorio planificados para PIA 1 en la semana 7 del semestre se efectuará un corte evaluativo del proyecto.

**Discusión Final:** Se efectuará en la semana 15 del semestre de acuerdo con un horario que se publica oportunamente, ante un tribunal formado por dos o tres profesores de las disciplinas de Automática y Física. La presentación del trabajo se realizara por el equipo que ha elaborado el proyecto.

**Evaluación:** El tribunal puede realizar preguntas sobre la solución dada al problema y su interpretación física así como la solución dadas a los objetivos específicos del proyecto mediante el asistente MATLAB. Además, pedir a uno o varios estudiantes que resuelvan ejercicios relacionados con los laboratorios dados en la asignatura. Para ello se publicará un cuestionario de preguntas de la asignatura que deben ser resueltos con MATLAB.

**Informe a entregar:** El informe del proyecto debe contener los siguientes puntos, en no más de 4 páginas manuscritas o impresas.

**Portada:** Título del proyecto, Nombre y Apellidos, No. y Grupo de los integrantes.

**Introducción:** Objetivos generales y específicos del problema a resolver

**Desarrollo:**

- Fundamentos teórico físico-matemático que permite resolver el problema.
- Seudocódigo o Diagrama en bloque del programa en MATLAB que se obtuvo como solución, con comentarios que validen la estructura seleccionada basados en las funciones, y *scripts* que se definieron

**Conclusiones:** Comentarios sobre la interpretación física de los resultados del problema.

**Bibliografía consultada**

**Anexos:** Opcional, solo si es necesario

**Opiniones de los estudiantes**

Para conocer el criterio de los estudiantes acerca de la integración de los contenidos de Física y el asistente matemático MATLAB se elaboró un cuestionario que fue aplicado a una muestra de los estudiantes actuales de 3er año que fueron los primeros a los que se les aplico esta experiencia y a los de 2do año que cursaron las asignaturas de PIA 1 y Física el curso pasado 2014-2015. (Apéndice 3).

En 2do año se encuestaron 25 estudiantes, que significan el 16% de la matrícula del año. Los criterios que más sobresalieron en estos estudiantes fueron los siguientes:

Dentro de los elementos positivos:

- ✓ La integración de 2 asignaturas motiva al estudio de ambas.
- ✓ La labor del ingeniero es lograr relacionar los conocimientos de las asignaturas lo cual se cumple en este proyecto.
- ✓ Muestra que el MATLAB es una fuerte herramienta para resolver problemas complejos.
- ✓ Permite desarrollar conocimientos de las aplicaciones del MATLAB.
- ✓ Obliga al estudiante a desempeñarse oralmente en sus exposiciones.
- ✓ Se consolidan los conocimientos de ambas asignaturas y mejora la capacidad para investigar de los estudiantes.

- ✓ La mayoría considero que los tribunales mixtos de profesores de Física y de PIA fue una idea excelente.

Dentro de los elementos negativos:

- ✓ El 16% de los encuestados considero que no había elementos negativos.
- ✓ En ocasiones la falta de conocimientos físicos limito la posibilidad de programar.
- ✓ Hubo problemas cuya redacción no estuvo claro lo que dificulto el trabajo.
- ✓ Existió falta de preparación de algunos profesores.

Dentro de las recomendaciones se destacan:

- ✓ Que tenga mayor peso en la evaluación final la programación que la Física.
- ✓ Mayor integración de los profesores de Física a la tarea a lo largo del semestre, fijando consultas específicas para esta tarea.
- ✓ Que las clases de programación sean más prácticas y menos teóricas, garantizando que sean en el laboratorio.

En 3er año se encuestaron 24 estudiantes, que significan el 20% de la matrícula del año. Los criterios que más sobresalieron en estos estudiantes fueron los siguientes:

Dentro de los elementos positivos:

- ✓ La integración de 2 asignaturas motiva al estudio de ambas.
- ✓ La labor del ingeniero es lograr relacionar los conocimientos de las asignaturas lo cual se cumple en este proyecto integrando a los proyectos problemas físicos reales. Este trabajo permite simular problemas físicos en un asistente matemático.
- ✓ Muestra que el MATLAB es una fuerte herramienta para resolver problemas complejos.
- ✓ Obliga al estudiante a desempeñarse oralmente en sus exposiciones.
- ✓ La mayoría considero que los tribunales mixtos de profesores de física y de PIA fue una idea excelente.

Dentro de los elementos negativos:

- ✓ La limitación fundamental es que solo 2 asignaturas se sumaran al proyecto.
- ✓ En ocasiones en la evaluación final se le da más importancia al problema físico que a la solución de la programación.

Dentro de las recomendaciones se destacan:

- ✓ Que tenga mayor peso en la evaluación final la programación que el contenido físico.
- ✓ Que en los problemas diseñados se incluyan todas las situaciones reales posibles.

Sin duda alguna, estas primeras impresiones acerca del trabajo realizado, tomando en consideración los elementos positivos y las recomendaciones, nos permiten asegurar que el camino de la integración de saberes es importante y que debe extenderse a otras asignaturas. Debemos analizar la recomendación de que se incluya la presentación del problema de Física que se recogió como parte de las evaluaciones de la asignatura así como mejorar la organización de los horarios de consulta para los problemas del proyecto siendo muy importante aprovechar el cambio de actitud de los estudiantes, que significa presentarse a la soluciones de problemas, que por complejidad necesitan aplicar de manera productiva los métodos fundamentales de solución previstos.

Al valorar los resultados docentes se observa que en los últimos 2 cursos los estudiantes que logran promover al segundo año de la carrera fue un 76,7 y 75 que significa un resultado muy positivo pues los valores que se obtenían no sobrepasaban el 60 por lo que se puede afirmar que la

introducción de problemas de Física de mayor complejidad dentro de los proyectos fue adecuado y se contribuye de forma más efectiva en las forma de actuación del futuro profesional.

## **CONCLUSIONES**

El diseño del proyecto concebido, ha permitido una mejor conducción del trabajo a desplegar en la obtención de los objetivos del año previstos alcanzar, logrando fijar con claridad la contribución de los profesores de ambas asignaturas lo que se puso de manifiesto en los resultados docentes que se vienen alcanzando en el año.

El diseño del proyecto ha permitido una mayor preparación de los profesores en las otras asignaturas que lo integran.

Se logra un mayor nivel de asimilación y motivación de los contenidos del curso de Física por los estudiantes así como la visualización de problemas reales con la utilización del MATLAB.

Esta experiencia puede generalizarse usando los asistentes matemáticos que se usan en todas las carreras

## **REFERENCIAS**

Sears Zemanky F., Young H y Freedman R. Física universitaria (2012). Editorial Félix Varela, Cuba

MES (2011). Planes de estudio "D". Modalidad Presencial y Semipresencial. Editorial Félix Varela, Cuba

Ministerio de Educación Superior de Cuba (2010), Resolución No. 120 /10, Reglamento de Organización Docente de la Educación Superior.

Misa R (2000). Tutorial de Matlab. Versión digital.

## Apéndice 1

### Distribución de asignaturas con sus horas evaluaciones (E)

| <b>Primer Año</b>   |            |                                      |              |
|---|------------|--------------------------------------|--------------|
| <b>Primer Semestre</b>  |            | <b>Segundo Semestre</b>              |              |
| Matemática I  | 96(E)      | Matemática II                        | 96(E)        |
| <b>Nociones de lógica y Algoritmos<br/>Del currículo propio</b> | <b>32</b>  | Idioma Inglés II                     | 32           |
| Idioma Inglés I   | 32         | Educación Física II                  | 48           |
| Educación Física I  | 48         | Química                              | 80(E)        |
| G. Analítica. y A. Lineal                                       | 80(E)      | Economía Política del Capitalismo    | 40           |
| Filosofía y Sociedad  | 64(E)      | Mecánica y Física Molecular          | 80(E)        |
| Dibujo  | 48         | Proyecto de Ing. en Automática I     | <b>16</b>    |
| Introducción a la Ingeniería en Automática.                     | <b>32</b>  | Historia de Cuba                     | 64(E)        |
| Apreciación de la Cultura Artística y Literaria Cubanas         | <b>16</b>  | <b>Introducción a la Computación</b> | <b>64(E)</b> |
| <b>Introducción a la Física<br/>Del currículo propio</b>        | <b>32</b>  |                                      |              |
| <b>Total de Horas</b>   | <b>480</b> | <b>Total de Horas</b>                | <b>520</b>   |



## Apéndice 2

### Muestra de los Problemas para el Proyecto de PIA tomados de Física Universitaria de Sears Zemansky.

**4.52.** Si conocemos  $F(t)$ , la fuerza en función del tiempo, para movimiento rectilíneo, la segunda ley de Newton nos da  $a(t)$ , la aceleración en función del tiempo, que podemos integrar para obtener  $v(t)$  y  $x(t)$ .

Sin embargo, suponga que lo que se conoce es  $F(v)$ .

La fuerza neta sobre un cuerpo que se mueve sobre el eje  $x$  es  $-2Cv^2$ .

Usando la segunda ley de Newton escrita como,  $\Sigma F = m dv/dt$  y dos integraciones queda que  $x - x_0 = (m/C) \ln(v_0/v)$ .

- a) Demuestre que dicha ley puede escribirse como  $\Sigma F = mvdv/dx$ .
- b) Deduzca la expresión del inciso a) usando esta forma y una integración.

Escriba un programa en MATLAB con las opciones:

1. Introducir los datos de :  $x_0, v_0, C$  de forma tal que se respeten las unidades de medidas y rangos siguientes:

| Variables | Máximo | Mínimo |
|-----------|--------|--------|
| $x_0$     | 5m     | -1 m   |
| $v_0$     | 2 m/s  | 0      |
| $m$       | 4 kg   | 2 kg   |
| $C$       | 2 kg/m | 1 Kg/m |

2. Obtener por integración la función  $x(t)$
3. Graficar la función de  $X$  en función del tiempo. Para ello introduzca y valide el intervalo de tiempo a graficar.
4. Salvar y recuperar las variables del problema

**4.53.** Un objeto de masa  $m$  está en reposo en equilibrio en el origen.

En  $t=0$  se aplica una fuerza  $\vec{F}$  con componentes  $F_x(t) = K_1 + K_2 t$  y  $F_y(t) = K_3 t$ , donde  $k_1, k_2$  y  $k_3$  son constantes. Calcule los vectores de posición velocidad en función del tiempo.

Escriba un programa en MATLAB con las opciones:

1. Introducir los datos de :  $K_1, K_2, K_3, m$  de forma tal que se respeten las unidades de medidas y rangos siguientes:

| Variables | Máximo | Mínimo |
|-----------|--------|--------|
| $K_1$     | 5 N    | 0      |
| $K_2$     | 2 N/m  | 0      |
| $K_3$     | 4 N/s  | 2 N/s  |
| $m$       | 2 Kg   | 1 Kg   |

2. Obtener por integración los vectores de posición y velocidad en función del tiempo
3. Graficar los vectores de posición y velocidad en función del tiempo. Para ello introduzca y valide el intervalo de tiempo a graficar.
4. Salvar y recuperar las variables del problema

**5.110.** Se deja caer una pelota de béisbol desde la azotea de un edificio alto. Conforme la pelota cae, el aire ejerce una fuerza de arrastre proporcional al cuadrado de la rapidez de la pelota ( $\mathbf{f}=\mathbf{Dv}^2$ ).

vectores todas las fuerzas que actúan sobre la pelota.

b) Aplique la segunda ley de Newton e infiera de la ecuación resultante las propiedades generales del movimiento.

c) Demuestre que la bola adquiere una rapidez terminal dada por la ecuación  $\sqrt[3]{mg/D}$

Escriba un programa en MATLAB con las opciones:

1. Introducir los datos de: **D, m** de forma tal que se respeten las unidades de medidas y rangos siguientes:

| Variables | Máximo | Mínimo |
|-----------|--------|--------|
| <b>D</b>  | 5 Kg/m | 0      |
| <b>m</b>  | 2 Kg   | 1 Kg   |
|           |        |        |

2. Obtener por integración la ecuación de la rapidez en cualquier instante
3. Graficar la ecuación de la rapidez en cualquier instante en función del tiempo. Para ello introduzca y valide el intervalo de tiempo a graficar.
4. Salvar y recuperar las variables del problema

### Apéndice 3

Encuesta aplicada a los estudiantes de 2do y 3er años que cursaron la asignatura PIA 1 con la integración de los problemas de Física:

Estimados estudiantes: Con el objetivo de perfeccionar el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física I y de PIA 1 estamos investigando el impacto de la integración de los contenidos de ambas asignaturas en los Proyectos Integradores así como de la participación de los profesores de Física en el desarrollo de los mismos. Para esto quisiéramos contar con las opiniones de ustedes así que les rogamos respondan a las siguientes interrogantes:

1. Señala 3 elementos que considere positivos en esta integración:

---

---

---

2. Señala 3 elementos que considere positivos en esta integración:

---

---

---

3. Haga 3 recomendaciones para mejorar esta integración

---

---

---