



## RELACION ENTRE LA MATEMÁTICA Y LA FÍSICA COMO UNA VIA DE INTEGRACION DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERIA

VEGA CRUZ 1, Gilda  
FERRAT ZALDO 2, Angel

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

**Tipo de comunicación:** oral

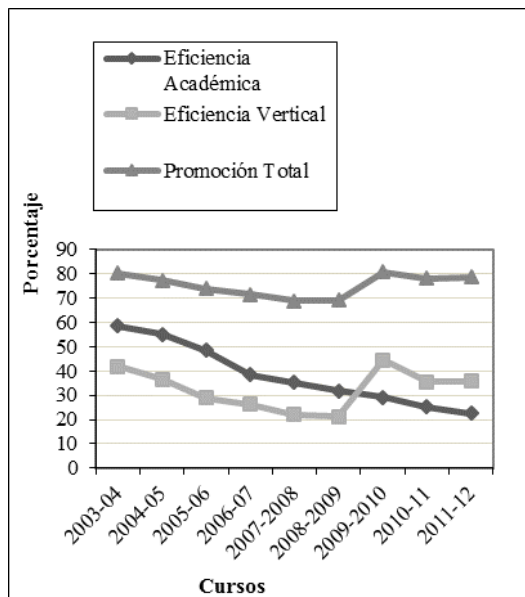
**Resumen.** El presente trabajo es el resultado de una acción de carácter estratégico que persigue hacer más efectiva la contribución de la matemática al proceso de enseñanza aprendizaje de otras asignaturas en particular de la física y de esta manera contribuir a la integración satisfactoria de los estudiantes de nuevo ingreso a la vida académica universitaria. La asignatura Mecánica y Física Molecular (Física I), que se imparte en el segundo semestre de la carrera de Ingeniería Automática, históricamente confronta dificultades en obtener un aprovechamiento exitoso, lo cual compromete el paso de los estudiantes por otras asignaturas de la especialidad y que necesitan un sólido conocimiento para poder avanzar con éxito. El gabinete metodológico del Departamento de Física sobre la base de los resultados de estos cursos ha detectado los principales problemas que impiden el adecuado cumplimiento de los objetivos educativos e instructivos del plan de estudios en las diferentes disciplinas y asignaturas que las componen, dentro de los cuales se encuentran la insuficiente preparación matemática y física de los estudiantes que ingresan en la educación superior. Por lo que se ha insistido en los planes de actividades metodológicos (PAM) brindar atención a la deficiente preparación en Física que tienen los estudiantes de primer año de forma individualizada según sus necesidades, motivándolos para que realicen un mayor esfuerzo personal. A pesar de todo lo realizado la carrera de Ingeniería Automática de la Cujae ha bajado la promoción en los últimos años en alrededor de un 4% por lo que incluso el Consejo Universitario ha analizado esta situación en sus actividades de planificación estratégica. Esto motivó que el colectivo de carrera de la Cujae, en un estudio que hizo sobre el 1er año de la carrera llegara a la conclusión de incluir en el plan de estudios para 1er año tres asignaturas con carácter propedéutico: Lógica y Algoritmo e Introducción a la Computación dado el bajo nivel de preparación y formación en lógica y pocas habilidades en la concepción de algoritmos del nivel precedente e Introducción a la Física dado la baja preparación y formación en Física y Matemática del nivel precedente. El objetivo del presente trabajo es mostrar las características fundamentales de la asignatura Introducción a la Física en el plan de estudio del ingeniero automático en el primer año de la carrera cuya intención fundamental es reforzar sobre todo, habilidades necesarias tanto relacionadas con esta disciplina como con la Matemática que permitan el tránsito satisfactorio de estos estudiantes por el resto de las asignaturas. Así mismo se presentan los resultados fundamentales de su aplicación en el primer año en los tres últimos cursos académicos.

**Descriptorios o Palabras Clave:** Física, Matemática, Habilidades

## INTRODUCCIÓN

La situación, con respecto a la posibilidades de éxito de los estudiantes de la Universidad Tecnológica de La Habana “José A. Echeverría”(CUJAE) es decir a la reducción de los índices de abandono sobre todo en los estudiantes de nuevo ingreso a las carreras del centro, ha sido un

problema que siempre ha constituido objeto de un profundo análisis por parte de su Consejo Universitario, tomando en consideración que todas las carreras que allí se estudian necesitan de una base sólida, sobre todo en la Matemática y en la Física [Consejo universitario del ISPJAE,2012].



**Fig No 1 Serie de Promoción (elaborado por los autores)**

Leyenda:

Eficiencia Académica: Porcentaje que se gradúan, respecto a la matrícula inicial, en una cohorte.

Eficiencia Vertical: Porcentaje de estudiantes que se graduarían, respecto a la matrícula del curso, suponiendo la promoción para cada curso.

Promoción Total: Porcentaje de estudiantes que aprueban en cada curso, respecto a su matrícula.

En la Fig. 1 se muestra la serie histórica de la eficiencia en los cursos académicos del 2003-2004 al 2011-2012

Desde el curso 2009-2010 se han venido tomando medidas mediante resolución ministerial para revertir esta situación acerca de la retención. Hasta este curso los estudiantes para promover al siguiente año académico debían aprobar todas las asignaturas del año académico matriculado. Sin embargo en la Resolución No.120/2010 [Ministerio de Educación Superior de Cuba, 2010] que es el Reglamento de organización docente de la educación superior, aparecen 12 capítulos con 125 artículos, orientando y reglamentando la organización docente en la educación superior. En esta Resolución el Capítulo VI se dedica a la Promoción y en él se incluye por primera vez la posibilidad de que los estudiantes promuevan con asignaturas no aprobadas, llamadas arrastre, con determinada regulación como aparece en el Artículo 47.

**ARTÍCULO 47:** Los estudiantes matriculados en los cursos diurnos promoverán al año inmediato superior en los casos siguientes:

- a) Cuando tengan aprobadas todas las asignaturas previstas en el año matriculado.
- b) Cuando desaproveben hasta dos asignaturas del año que cursa pertenecientes a períodos diferentes, las que podrán matricular como arrastre en el siguiente curso.

Solo podrán matricular dos asignaturas como arrastre correspondientes al año académico inmediato inferior. Si desaproveben dos asignaturas en un mismo período (semestre) o más de dos asignaturas en el mismo curso, podrá valorarse la posibilidad de repetir el año académico, según establece el artículo 50 del citado Reglamento en el mismo Capítulo. Esta decisión se toma en la Consejo de dirección de la Facultad que atiende la carrera.

De la misma manera en la mencionada Resolución se flexibilizó la opción de repitencia mediante el Artículo 50.

**ARTÍCULO 50:** Para autorizar a un estudiante a repetir un año académico, se tendrá en cuenta que sus resultados docentes no estén vinculados a una mala actitud ante el estudio y que posea una evaluación integral satisfactoria. Además, se analizarán los criterios del colectivo de profesores del

año, de las organizaciones estudiantiles o del sindicato, según corresponda, y se podrán realizar las verificaciones que se estimen necesarias.

El decano de la Facultad o el directivo designado en los municipios, según corresponda, está facultado para autorizar o no al estudiante a repetir el año.

También en ese Capítulo, el citado Reglamento establece la conducta a seguir con un estudiante que desde el 1er semestre presenta problemas docentes en el artículo 57.

**ARTÍCULO 57:** El estudiante matriculado en el curso diurno que acumule hasta cinco asignaturas desaprobadas en las convocatorias extraordinarias de los períodos académicos, podrá continuar sus estudios hasta finalizar el curso y examinar tres de las asignaturas desaprobadas en la convocatoria extraordinaria de fin de curso.

- a) Si aprueba estas tres asignaturas, promoverá con dos arrastres si estos son de períodos diferentes; si son del mismo período se analizará la posibilidad de repetir el año, si no ha agotado sus posibilidades de repitencia. De no concedérsele la repitencia, causa baja por insuficiencia docente.
- b) Si desaprueba al menos una de estas tres asignaturas, entonces se analizará la posibilidad de repetir el año, si no ha agotado las posibilidades establecidas para este tipo de curso; de lo contrario causa baja por insuficiencia docente.

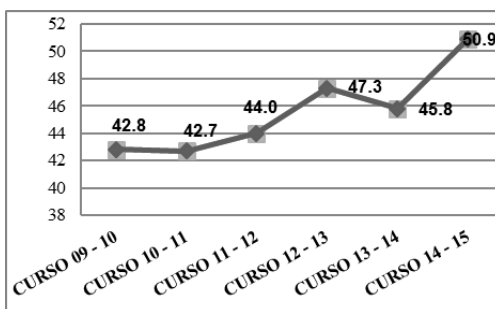


Fig. No 2 Serie histórica de promoción limpia de Primer Año (Elaborada por los autores)

Esta situación, junto al hecho de la determinación del Ministerio de Educación Superior de Cuba, desde el curso 2010-2011 de que los estudiantes deben tener aprobados los exámenes que se convocan para el ingreso a la educación superior de las materias de Matemática, Español e Historia ha significado un escenario más favorable para que los estudiantes puedan avanzar en sus estudios y ha repercutido en una disminución de las bajas.

Aunque las medidas adoptadas con la inclusión de la figura del arrastre han tenido un impacto positivo en los resultados de la promoción de los estudiantes de 1er año estos se han mantenido muy bajos como se observa en la Fig. 2

Como se observa en la figura solo el 50.9% de los estudiantes de primer año logran vencer todas las asignaturas aunque también se observa una mejoría respecto al curso anterior.

La asignatura Mecánica y Física Molecular (Física I), que se imparte en el segundo semestre de la carrera de Ing. Automática, históricamente confronta dificultades en obtener un aprovechamiento exitoso, lo cual compromete el paso de los estudiantes por otras asignaturas de la especialidad y que necesitan un sólido conocimiento para poder avanzar con éxito.

Por su parte el gabinete metodológico del Departamento de Física del Centro sobre la base de los resultados de estos cursos ha detectado los principales problemas que impiden el adecuado cumplimiento de los objetivos educativos e instructivos del plan de estudios en las diferentes disciplinas y asignaturas que las componen, dentro de los cuales se encuentran la insuficiente preparación matemática y física de los estudiantes que ingresan en la educación superior. Por lo que

se ha insistido en los planes de actividades metodológicos (PAM) de este departamento brindar atención a la deficiente preparación en matemática y física que tienen los estudiantes de primer año de forma individualizada según sus necesidades, motivándolos para que realicen un mayor esfuerzo personal.

A pesar de todo lo realizado la carrera de Ingeniería Automática de la Cujae ha bajado la promoción en los últimos años en alrededor de un 4% por lo que incluso el Consejo Universitario del Centro ha analizado esta situación en sus actividades de planificación estratégica.

Esto motivó que el colectivo de carrera de la Cujae, en un estudio que hizo sobre el 1er año de la carrera llegara a la conclusión de incluir en el plan de estudios para 1er año tres asignaturas con carácter propedéutico pero obligatorio:

1. Lógica y Algoritmo e Introducción a la Computación dado el bajo nivel de preparación y formación en lógica y pocas habilidades en la concepción de algoritmos del nivel precedente.
2. Introducción a la Física dado la baja preparación y formación en física y matemática del nivel precedente.

Se decidió de igual manera que el colectivo de profesores del Dpto. de Física que imparte clases en esta carrera preparara el programa analítico de la asignatura e impartiera la asignatura Introducción a la Física con la aprobación del Departamento. Docente de Física.

El objetivo del presente trabajo es mostrar las características fundamentales de la asignatura Introducción a la Física en Ingeniería Automática de la Cujae así como los primeros resultados de su inclusión en el curso 2013-2014 y su repercusión en los resultados de la asignatura Mecánica y Física Molecular

### **Características fundamentales de la asignatura Introducción a la Física**

La asignatura Introducción a la Física, concebida como asignatura propedéutica para los estudiantes de ingeniería, debe contribuir a desarrollar la base conceptual y metodológica del futuro profesional mediante la precisión de los fundamentos de la Matemática y la Física que constituyen la base para cursar exitosamente el resto de las asignaturas de la disciplina Física para las carreras de ingeniería. Su enfoque es fenomenológico haciendo uso en la solución de problemas, fundamentalmente de las leyes fundamentales de la mecánica clásica, el álgebra vectorial y las herramientas del álgebra elemental y la trigonometría.

En la elaboración del programa se han tenido presentes las deficiencias fundamentales presentadas por los estudiantes en Matemática y Física en las carreras de ingeniería, y se concibe con contenidos básicos esenciales que fueron objeto de estudio en el nivel precedente así como incluso a manera de preformación para aquellos estudiantes que ingresan a la educación superior y por diversas razones no han recibido una preparación previa en temas básicos de la física.

El énfasis del curso se ha puesto en el tratamiento sistemático de las magnitudes físicas y sus unidades, el desarrollo de habilidades en las operaciones con vectores, la descripción cinemática y dinámica del movimiento mecánico y sus leyes fundamentales y las leyes de conservación de la mecánica, aspectos básicos de la física clásica que articulan con la asignatura Mecánica y Física Molecular de la carrera de Ingeniería Automática (también denominada Física I en otras carreras).

Para su diseño se realizó un estudio de los problemas fundamentales que existían en la impartición de la asignatura de Mecánica y Física Molecular y se encontró, que junto a los problemas con determinados contenidos hay una débil formación en las habilidades lógicas relacionados con esta lo que se hacía más grave aún en la resolución de problemas. Se determinó entonces que los núcleos temáticos de la Introducción a la Física fueran.

- Magnitudes físicas y sus unidades.

- Operaciones con vectores.
- Cinemática de la partícula.
- Dinámica de la partícula.
- Leyes de conservación de la mecánica

La asignatura tiene 32 horas presenciales y no tiene examen final. La evaluación de la asignatura se establece se realice a través de un sistema de tareas evaluativas, preguntas escritas, participación en las clases y 2 trabajos de control parcial.

En la impartición de la asignatura se utiliza la clase como tipo de actividad docente. Se seleccionó como libro de texto el Física universitaria [Sears y col. 2012], que es el mismo que utilizan los estudiantes para la asignatura Física I, lo cual permite a los estudiantes, aprender su uso en particular las estrategias de solución de problemas y los resúmenes que aparecen en este libro de texto.

La asignatura Introducción a la Física tiene como objetivos fundamentales:

1. Formar un sistema de conocimientos físicos y desarrollar habilidades que preparen a los estudiantes para interpretar las leyes de la mecánica de Newton y las leyes particulares de fuerza relacionadas con: la interacción gravitatoria, las fuerzas de rozamiento seca y las tensiones en cuerdas; así como interpretar la ley de conservación de la energía mecánica y de la energía para la partícula.

2. Resolver problemas teóricos, cualitativos y cuantitativos, hasta los niveles de reproducción con variantes, intencionando las conversiones de unidades en sus múltiplos y submúltiplos, las operaciones básicas con magnitudes vectoriales, la aplicación de las funciones trigonométricas básicas, el análisis de las unidades de las magnitudes físicas y su propagación, la descripción cinemática del movimiento tanto gráfica como analíticamente en el caso de movimientos con celeridad constante incluyendo el de proyectiles y el circular uniforme, las leyes de la mecánica de Newton en combinación con las leyes particulares para las fuerzas gravitatoria y de fricción.

Mientras que el sistema de habilidades concebidas se describe como:

1. Identificar y clasificar las magnitudes físicas en escalares y vectoriales estableciendo las unidades de medida de las fundamentales en el SI así como sus múltiplos y submúltiplos realizando las conversiones entre estos. Propagar las unidades de las magnitudes físicas como parte del método general de la resolución de problemas.

2. Realizar las operaciones básicas con magnitudes vectoriales gráfica y analíticamente incluyendo los productos escalar y vectorial

3. Describir el movimiento rectilíneo uniformemente variado y el circular de una partícula. Calcular la posición, desplazamiento, velocidad y aceleración medios. Aplicar las ecuaciones fundamentales de la cinemática del movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV) y el análisis gráfico para describir el movimiento de un cuerpo que se mueva en esas condiciones, incluyendo el movimiento de proyectiles. Utilizar las funciones trigonométricas básicas para hallar los valores de los componentes de las velocidades en cada eje coordenado. Describir el movimiento circular uniforme y calcular la aceleración centrípeta.

4. Realizar el diagrama de cuerpos libre de los cuerpos sobre los que actúen fuerzas constantes tales como fuerzas gravitatorias, fuerzas de fricción seca, estática y dinámica, fuerzas normales, tensiones y otras fuerzas ejercidas sobre los mismos. Identificar el tipo de fricción seca, estática o dinámica.

5.-Obtener la aceleración y las fuerzas que actúan sobre cuerpos que se mueven bajo la acción de las fuerzas anteriormente señaladas aplicando las leyes de Newton, sus diagramas de cuerpo libre y

estableciendo el sistema de referencia adecuado al sentido del movimiento y utilizando las funciones trigonométricas básicas y el álgebra vectorial para la descomposición de las fuerzas en el mismo.

6.-Aplicar el concepto de trabajo y el Teorema del Trabajo y la Energía para la determinación del trabajo de fuerzas constantes y caracterizar cuantitativamente cualquier estado de un cuerpo en movimiento.

Quiere esto decir que de lo que se trata no es de “adelantar” temas de Física I sino de reforzar sobre todo habilidades necesarias para esta asignatura tanto de Física como de Matemática que permitan el tránsito satisfactorio de estos estudiantes por la Física I y el resto de las asignaturas del plan de estudio..

### **Impacto de la inclusión de la asignatura Introducción a la Física en los resultados de Física I de el curso 2013-2014 en la carrera de Ingeniería Automática.**

En el curso 2013-2014 se incluyó en la carrera de Ingeniería Automática la asignatura de Introducción a la Física en el I semestre de 1er año. La asignatura se impartió a 159 estudiantes organizados en 6 grupos de clases. En todos los casos las clases fueron impartidas por adiestrados (recién graduados de la propia carrera), 5 de los cuales no tenían experiencia alguna en la impartición de Física dirigidos metodológicamente por la profesora principal de la asignatura Física I.

Se realizaron coordinaciones quincenales en las que se discutieron cada uno de las clases, sus contenidos y los procedimientos a utilizar para resolver los problemas de manera que se desarrollasen habilidades lógicas y un análisis crítico ante los resultados obtenidos. Se propició la realización de trabajo independiente orientado en cada clase para la autopreparación de las clases con la obligatoriedad del uso del libro de texto. Las tareas orientadas para la autopreparación son en todos los casos evaluadas en la clase siguiente como se muestra en la Secuencia de Actividades (Apéndice1).

Caracterización de los estudiantes de 1er año del curso 2013-2014.

La matrícula de 1er año fue de 159 estudiantes de los cuales se conoce que:

- ✓ El 81.8 % fueron varones mientras que 18.2 % fueron hembras
- ✓ La edad promedio de las mujeres es de 17.45 años mientras que la de los hombre es de 18.93 años. Este resultado se corresponde con el hecho de que los varones pasan después del preuniversitario el Servicio Militar Obligatorio.
- ✓ En cuanto a la opción en la que tuvieron la carrera el 50.0 % lo hizo en 1era opción, el 45.46 % lo hizo 2da opción, el 2.27 % la alcanzó en 3era opción y un 2.27 % lo hizo en 7ma opción. Este último caso es el de un estudiante discapacitado que tiene otras reglas para el ingreso a la educación superior.

En cuanto a la fuente de ingreso se sabe que:

- ✓ El 55 % proviene de los Institutos Preuniversitarios Vocacionales de Ciencias Exactas.
- ✓ El 41 % proviene de Institutos Preuniversitarios Urbanos.
- ✓ Mientras que un 4% proviene de Institutos Tecnológicos de Enseñanza media y de exámenes de concurso.

Con respecto a la calificación de los exámenes de ingreso a la Educación Superior se conoce que en Matemática fue de 95.33, Español fue de 86.84, Historia fue de 90.23

**Tabla 1. Resultados docentes de Introducción a la Física (elaborada por los autores)**

|  |     |        |
|--|-----|--------|
| Estudiantes que cursaron la asignatura | 159 |        |
| Aprobaron                              | 141 | 88.68% |
| Estudiantes con 3                      | 73  | 45.9%  |
| Estudiantes con 4 y 5                  | 68  | 42.8%  |

Como se observa en la Tabla 1 solo 3 estudiantes desaprobaron la asignatura realizando las 3 convocatorias concebidas para la asignatura.

Lo interesante resulta cuando se compara los resultados de esta asignatura y los obtenidos en la Física I.

De los 68 estudiantes que aprobaron la asignatura Introducción de la Física con 4 y 5 el 88% (56), aprobaron la Física I en la 1era convocatoria, el 13 % (7) en 2da convocatoria, 1 en 3era. No aprobaron 4 estudiantes aunque solo 2 fueron a las 3 convocatorias porque los 2 restantes fueron baja docente.

Los 2 estudiantes que continuaron sus estudios en la propia carrera fueron entrevistados y reconocen haberse descuidado a partir de los resultados obtenidos en la Introducción a la Física, lo cual constituye un alerta para el desarrollo de la asignatura. A estos estudiantes se les dio seguimiento en el curso siguiente por la profesora principal de la asignatura y aprobaron el arrastre sin dificultad.

De los 73 estudiantes que aprobaron la primera asignatura con calificación de 3 puntos, 60 aprobaron la asignatura (82%) y 6 fueron baja docente al concluir el I semestre.

En la Figura 3 se presenta una comparación de los resultados de la Física I entre los cursos 12-13 y 13-14.

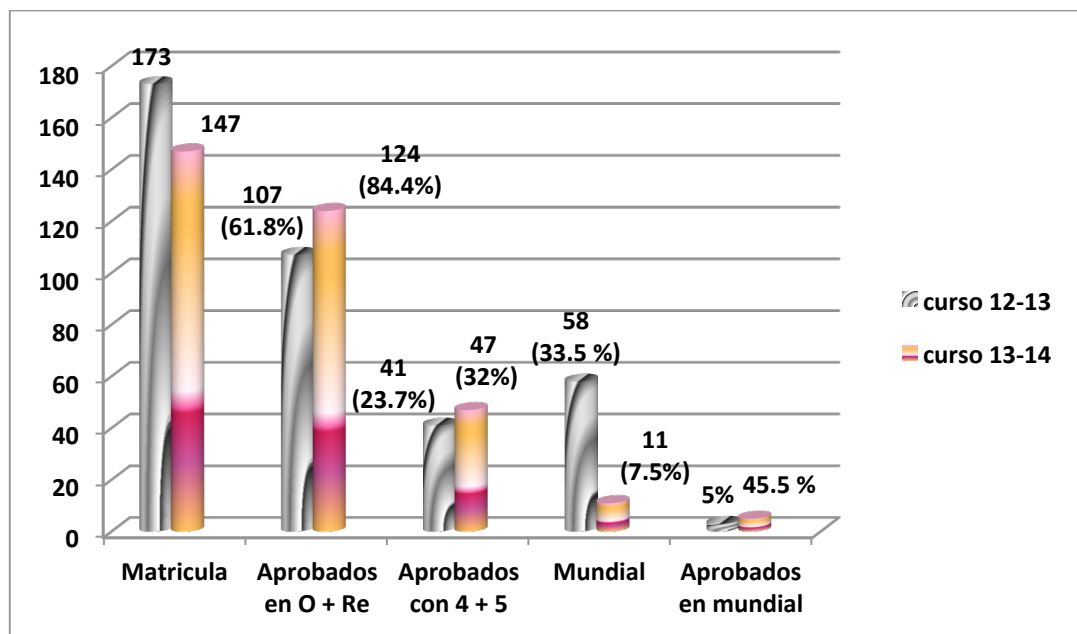


Fig. No 3 Resultados de la Física I entre los cursos 12-13 y 13-14 (elaborado por los autores)

Partiendo de que las características de la matrícula de 1er año de Automática es similar en cuanto a calidad y que el colectivo de profesores de Física es estable puede considerarse de altamente satisfactorio que la promoción de Física I haya aumentado en más de un 20%, así como que la cantidad de las calificaciones pues el número de estudiantes que obtuvieron 4 o 5 en la asignatura creció en más de un 8%.

Los resultados obtenidos permitieron incluir el tema de Mecánica de los fluidos que no está en el Programa analítico de la Disciplina Física General y que es de extraordinaria importancia para los ingenieros automáticos.

## **CONCLUSIONES**

1. La acción propedéutica dentro de la universidad con el objetivo de desarrollar habilidades necesarias para los estudios de ingeniería requiere de una mirada estratégica que contemple el acompañamiento de los estudiantes hasta el nivel mínimo requerido para alcanzar el éxito en los estudios universitarios.
2. En particular, un curso propedéutico de Física ya sea obligatorio, optativo o en cualquier variante organizativa que se conciba diseñado para crear una base conceptual y metodológica resolviendo los problemas de preparación matemática y física identificados contribuye al éxito en el tránsito de los estudiantes de ingeniería por la carrera y reducir el abandono.
3. La concepción de un sistema de evaluación que controle sistemáticamente el aprendizaje dentro de las propias actividades docentes contribuye a la adaptación del estudiante al régimen de trabajo de la educación superior.
4. Con la concepción utilizada en el diseño de la asignatura Introducción a la Física podría ser impartida por el Dpto. de Física con adiestrados o alumnos ayudantes debidamente preparados para todos los estudiantes que lo requieran y así contribuir a la disminución del abandono en las carreras de ingeniería en las universidades cubanas.

## **REFERENCIAS**

Consejo universitario del ISPJAE (2012). Compilación de los informes docentes de los cursos académicos 2003-2004 al 2011-2012.

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

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



## Apéndice 1

### Secuencia de Actividades

| Clase      | Contenidos esenciales  | Trabajo independiente   |
|------------|--|---|
| Clase #1:  | Introducción. Magnitudes Físicas y sus Unidades.<br>Se debe explicar las características del texto página viii: Como lograr el éxito en la Física.                                     | Ejemplo 1-1 y la estrategia pág. 6  |
| Clase #2:  | Revisión de la tarea en la pizarra<br>Vectores. Suma de vectores.  | Problemas 1-37 y 1-39 (pág. 27) y estrategia pág. 16  |
| Clase #3:  | Revisión de la tarea en la pizarra con los problemas 1-37 (pág. 27) y estrategia pág. 16.<br>Vectores. Productos con vectores.   | Problemas 1-42 y 1-46 (pág. 27) y ejemplos 1-10 y 1-11  |
| Clase #4:  | Revisión de la tarea en la pizarra con 1-42 (pág. 27) y ejemplos 1-10 y 1-11. Cinemática de la partícula. Movimiento unidimensional.   | Problemas 2-1 (pág. 53), 2-11 (pág. 54), ejemplos 2-1- y 2-2 y estudiar la estrategia pág. 44                             |
| Clase #5:  | Revisión de la tarea en la pizarra<br>Cinemática. MRUV. Análisis analítico y gráfico.  | Problemas 2-15 (pág. 54) y el gráfico de $v$ contra tiempo de la fig. 2-28  |
| Clase #6:  | Revisión de la tarea en la pizarra<br>Cinemática. MRUV. Análisis analítico y gráfico.<br>Hacer una pregunta escrita a partir del problema 2-25 (pág. 55), mandando a hacer un gráfico. |   |
| Clase #7:  | Cinemática de la partícula. Movimiento en un plano.  | Problemas 3-24 (pág. 86) y ejemplos 3-1, 3-2 y ver la Estrategia pág. 71.   |
| Clase # 8: | Revisión de la tarea en la pizarra con el problema 3-24 y la estrategia pág. 71.<br>Proyectiles.<br>Hacer una pregunta escrita a partir del problema 3-57 (pág. 89)                    | Problemas 3-51 y 3-53 (pág. 89)   |
| Clase #9:  | Revisión de la tarea en la pizarra con el problema 3-51 (pág. 89).<br>Dinámica de la partícula. Método Dinámico.   | Orientar como tarea evaluativa la realización del problema: 5-41 (pág. 154)<br>Problemas 5-80 (pág. 158), 5-84 (pág. 159) |

|            |  |  |
|------------|--|--|
| 1er TCP    |  |  |
| Clase #10: | Análisis de los resultados del 1 TCP.  |  |
| Clase #11: | <p>Hay que intencionar la elaboración de los cuerpos libres y la selección de los Sistemas de Referencia.</p> <p>Recoger la tarea evaluativa y resolver el problema en la pizarra.</p> <p>Dinámica de la partícula. Método Dinámico. Mov. Circular.</p>  | <p>Estudiar la curva peraltada (ejemplo 5-23, pág. 143) y el péndulo cónico (ejemplo 5-21, pág. 141).</p>  |
| Clase #12: | <p>Revisión de la tarea con la curva peraltada y el péndulo cónico mandando a la pizarra a los estudiantes, puntualizando la necesidad de seleccionar el Sistema de Referencia de manera que uno de los ejes coincida con el sentido radial.</p> <p>Hacer una pregunta escrita determinando la velocidad en ese mismo tiempo, o algo similar donde haya que aplicar las ecuaciones del MRUV.</p> <p>Dinámica de la partícula. Método Dinámico. Recapitulación.</p> |  |
| Clase #13: | Trabajo y Energía. Método energético.  | <p>Ejemplos 6-1 (pág. 165) y 6-2 (pág. 167) y los ejercicios 6-1 y 6-4 (pág. 186) y estrategia pág. 171</p>  |
| Clase #14: | <p>Revisión de la tarea en la pizarra con el ejercicio 6-4 (pág. 186).</p> <p>Trabajo y Energía. Método energético. Conservación de la <math>E_M</math>.</p>   | <p>Problema 7-10 (pág. 220), orientando que el valor de la fuerza debe calcularse por el método dinámico y calculando el trabajo de todas las fuerzas.</p> |
| Clase #15: | <p>Revisión de la tarea en la pizarra con del problema 7-10 (pág. 220).</p> <p>Resumen de Trabajo y Energía. Método energético. Conservación de la <math>E_M</math>.</p>   |  |
| 2do TCP    |  |  |