

PROYECTO
Innovación y mejoramiento de los Planes de Estudio de Grado que atiendan el Incremento de
la Matrícula Estudiantil.

INNOVANDO A PESAR DE LA MASIFICACIÓN:
ENSEÑANZA DE LA FÍSICA PARA INGENIEROS.

Docente Responsable:
Dr. Enrique Dalchiele

Elaboración del Proyecto:
MSc. Sandra Kahan
Ing. Ricardo Marotti

Instituto de Física
Facultad de Ingeniería.
UDELAR.

1. Resumen.

La Facultad de Ingeniería ha tenido durante las dos últimas décadas un fuerte incremento en su matrícula, producto del atractivo de las áreas tecnológicas. Considerando como base los datos de 1977, el crecimiento de la matrícula es de 2,53 mientras que el factor de toda la Universidad es de 1,48. Estas no se han visto acompañadas del necesario incremento de los rubros presupuestales asignados a la Facultad.

Dentro de la Facultad, el Instituto de Física absorbe buena parte de ese crecimiento, dado que debe dictar doce asignaturas de Física, correspondientes a la curricula de los tres primeros años de las seis carreras en Ingeniería que brinda la Facultad. La implementación del nuevo plan de estudios (Plan 97), implicó un crecimiento en el número de estudiantes que atiende el Instituto de Física: desde el año pasado, se dicta un curso para el total de los estudiantes matriculados y este año, además de dictar las asignaturas del primer y segundo año del Plan 97, el Instituto de Física debe seguir dictando las asignaturas de tercer año del Plan 89.

Pese a ello, el Instituto de Física, desea mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de la materia, implementando laboratorios móviles de prácticas demostrativas para los cursos de Física General y mejorando el equipamiento de los laboratorios docentes, destinados al dictado de las asignaturas de Física Experimental. También se desea mejorar los sistemas de evaluación de estos cursos.

Esto redundará en beneficio de los futuros ingenieros, pues permitirá que los mismos asimilen mejor los temas que sirven de base a las asignaturas técnicas de las carreras en Ingeniería.

2. Justificación y fundamentación del proyecto.

2.1 Ingreso, masividad y deserción.

La Facultad de Ingeniería ha tenido durante las dos últimas décadas un fuerte incremento en su matrícula, producto del atractivo de las áreas tecnológicas. Tomando como base el año 1968, la matrícula se ha multiplicado por un factor de 8,58, mientras que en el resto de la Universidad lo hizo en un factor de 2,93. Considerando como base los datos de 1977, el crecimiento de la matrícula es de 2,53 mientras que el factor de toda la Universidad es de 1,48.

Año	1993	1994	1995	1996	1997
Ingresos	711	762	750	718	771
Egresos*	205	239	210	259	309

En la tabla 1 se presenta el número de ingresos a la Facultad de Ingeniería desde 1993 hasta 1997. De la misma se observa que se matriculan (en promedio) cerca de 750 estudiantes por año y que esa matrícula se ha mantenido en los últimos cinco años. Estas condiciones, excelentes para el desarrollo tecnológico del país, no se han visto acompañadas por un necesario incremento de rubros presupuestales asignados a la Facultad, ya que la asignación

* Se incluye a los egresados de la carrera de Analista en Computación (título intermedio de la carrera de Ingeniero en Computación).

presupuestal se ha mantenido casi incambiada, en términos relativos al total de la Universidad [1].

Un segundo aspecto a tener en cuenta, es el bajo nivel de conocimientos con que los estudiantes ingresan a la Facultad. En 1991, la Comisión del Ciclo Básico identificaba carencias en formación básica y en información, señalando que las carencias detectadas en un gran número de alumnos, les imposibilitaba comprender los aspectos heurísticos y deductivos y pasar de lo general a lo particular o viceversa [2]. Con el fin de relevar sistemáticamente el nivel académico preuniversitario en la Opción Ingeniería, la Facultad instrumentó las Pruebas de Ingreso en Matemáticas (desde 1992) y en Física (desde 1993). Las pruebas son implementadas por el Instituto de Matemáticas y Estadística “Rafael Laguardia” (IMERL) y por el Instituto de Física, respectivamente. La valoración es similar en ambos casos, señalando una deficiencia en los niveles académicos preuniversitarios, en las temáticas que docentes de dichos institutos consideran básicas y fundamentales para el aprovechamiento de los cursos universitarios que se desarrollan en Facultad: sólo el 15% (en promedio) de los estudiantes que se presentan a dichas pruebas, tienen un rendimiento calificado como “suficiente” [3].

Los problemas que apareja la masividad y el bajo nivel académico preuniversitario, pueden identificarse como: un alto nivel de reprobación en los exámenes de los cursos iniciales (promedialmente el 70% de los examinados reprueban y vuelven a inscribirse a los cursos, lo que incrementa aún más el número de estudiantes de las asignaturas de los primeros años), una fuerte deserción inicial (desde 1986 a 1996, entre el 35% y el 43% de los estudiantes que ingresaron no rindieron ningún examen durante el primer año que sigue a su ingreso) y una importante deserción posterior (sólo uno de cada tres estudiantes que ingresan a la Facultad, permanecen en ella, 4 años después). Esto se acompaña con una baja tasa de egresos (ver tabla 1) y un alargamiento en la duración de los estudios de quienes obtienen el diploma final.

2.2 Iniciativas.

Los problemas de la enseñanza no le son ajenos a la Facultad de Ingeniería. Desde 1992, la institución se ha esforzado por relevar información sobre esta situación para identificar y atacar algunos de los principales problemas [4] [5] [6].

En este sentido, se ha reducido la relación estudiante/docente, generando cursos paralelos de una misma asignatura; se ha implementado la evaluación obligatoria de docentes y cursos, por parte de los estudiantes; se ha creado la Unidad de Enseñanza, que asesora y promueve la formación de los docentes; se han mejorado las instalaciones de los laboratorios docentes (destinados al dictado de los cursos experimentales) a través de diferentes proyectos (extrapresupuestales, en su mayoría), dotándolos de la infraestructura edilicia adecuada para su funcionamiento.

2.3 Nuevo Plan de Estudios.

Paralelamente y como consecuencia de una amplia discusión en el marco de la institución, el año pasado se comenzó a implementar un nuevo Plan de Estudios de las Carreras de Grado en Ingeniería (Plan 97), con una duración de cinco años, “estructurado para preparar profesionales en un lapso sensiblemente menor al que actualmente insume en la realidad”[7]. El plan 97 se implementa con una curricula más flexible, apunta a la semestralización de los cursos y promueve mecanismos de evaluación continua de los estudiantes [8]

En este sentido, el Plan 97 está acompañado de un sistema de créditos. Los estudiantes deberán cumplir un número mínimo de créditos en cada materia (Física, Matemática,

Química, etc.), según la orientación del título que procura obtener. La asignación de créditos a las asignaturas que integran cada una de las materias, se basa no sólo en las horas de clase

directa (teórico, prácticas o de laboratorio), sino también en el esfuerzo personal (medido en número de horas) que el estudiante medio debe dedicar, fuera del horario asistido, para cumplir los objetivos de la asignatura, durante el desarrollo del curso: "un crédito equivaldría a 15 horas de trabajo, entendido de esta manera" [8].

2.3.1 Enseñanza de la Física.

Acompañando estos cambios, el Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería ha hecho una adecuación de la materia, en cuanto a su concepción en los inicios del proceso educativo y como parte de la formación de un ingeniero. En el anterior plan de estudios (Plan 89), la curricula indicaba un primer contacto con la física a nivel universitario, a través del curso Mecánica I (en el segundo semestre del primer año), Este curso priorizaba el planteamiento formal de los modelos relacionados con la mecánica de la partícula, pues se basaba en el hecho de que el estudiante había cursado (en el semestre anterior) dos asignaturas de matemáticas.

En el Plan 97 el estudiante tiene un primer contacto con la física en la Facultad de Ingeniería, en el primer semestre del primer año, a través de la asignatura Física General I (FG1). Esta asignatura, al igual que Física General II (FG2) (segundo semestre del primer año), está concebida como un curso introductorio que encara la materia desde un punto de vista más conceptual y fenomenológico, haciendo hincapié en la experiencia cotidiana [9].

Posteriormente, estas asignaturas se complementan con los cursos de Laboratorio I y II (L1 y L2) del segundo año (primer y segundo semestre, resp.), en los cuales los estudiantes tomarán contacto directo con los fenómenos estudiados, instrumentos de medida y métodos experimentales, realizando por sí mismos las experiencias [10].

Los cursos de Física General I y II, se comenzaron a dictar en el año 1997, mientras que los cursos de Laboratorio I y II, se comenzarán a implementar este año.

Además, el Plan 97 prevee, durante el segundo y tercer año de la carrera otros cursos de física (opcionales con diferente grado de recomendación, según la orientación) donde se encara la enseñanza de la física, aplicando el formalismo matemático.

Acompañando la nueva programación de la curricula, se está implementando un nuevo sistema de evaluación en las asignaturas Física General I y II: Pruebas de Múltiple Opción. Estas han demostrado ser de gran utilidad a la hora de aplicar un único criterio objetivo a la evaluación de un gran número de estudiantes, poder incluir un temario variado en cada instancia de evaluación (parcial o examen) y obtener rápidos resultados que evitan la paralización del propio proceso educativo [11].

También se preveen innovaciones en el sistema de evaluación de las asignaturas Laboratorio I y II. En estos cursos, se pretende que las actividades de enseñanza-aprendizaje se desarrollen mayoritariamente durante la horas de clase. Para ello, se ha previsto que el estudiante elabore un preinforme, durante el horario asistido. De esta forma, quien está aprendiendo a sacar conclusiones de su propia experiencia, puede verificar los resultados y corregir errores, in situ y guiado por el docente: una segunda visita al laboratorio sería imposible, por razones de disponibilidad de espacio y horario.

2.3.2 Primeros resultados en la aplicación del Plan 97.

Al ingresar a la Facultad de Ingeniería el estudiante debe optar por inscribirse en la carrera de Ingeniería en Computación (IC) o en el Ciclo Básico (CB) (Plan 89) o Ciclo

Común (CC) (Plan 97), si desea obtener el título de Ingeniero Agrimensor, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero Mecánico o Ingeniero Naval.

TABLA 2				
Año 1996 / Plan 89	Curricula	Duración Horas totales	Insc. Activos Insc. Totales	Aprobación a marzo 97
Mecánica I	CB	Semestral 75 hs	129 318	80 (25,2%)
Geom. y Alg. Lineal	CB, IC	Anual 180 hs	324 689	191 (27,7%)
Análisis I	CB, IC	Anual 180 hs	214 689	130 (18,9%)
Año 1997 Plan 97	Curricula	Duración Créditos	Insc. Activos Insc. Totales	Aprobación
Física General I	CC, IC	Semestral 13cr	634 771	258 (33,5%)*
Física General II	CC	Semestral 13cr	286 342	117 (34,2%)*
Algebra Lineal	CC, IC	Anual 9cr	629 771	89 (11,5%)+
Cálculo I	CC, IC	Semestral 16cr	625 771	258 (33,5%)*
Cálculo II	CC, IC	Semestral 16cr	465 513	130 (25,3%)+
* Datos parciales: Se incluyen a los estudiantes que aprobaron la asignatura durante el curso o en el primer período de exámenes.				
+ Datos parciales: Se incluyen sólo a los estudiantes que exoneraron la asignatura durante el curso.				

La tabla 2 indica las características de las asignaturas de primer año y los índices de aprobación de los cursos, una vez que se ha implementado el Plan 97, en comparación con las características e índices de aprobación de las materias de física y matemática del Plan 89. Los inscriptos activos en cada uno de los cursos son aquellos estudiantes que se presentaron por lo menos a una de las pruebas de evaluación. Los porcentajes de aprobación son respecto al número total de inscriptos. Los datos tienen en cuenta, exclusivamente, a los estudiantes que ingresaron a Facultad en el año correspondiente.

Si bien es prematuro establecer una conclusión al respecto, puede observarse que ha disminuido notoriamente la deserción prematura dado que ha aumentado el número de estudiantes activos. También se observa un aumentado en el índice de aprobación de las asignaturas.

2.3.3 Mejoras proyectadas

La experiencia educativa del Instituto de Física con estos cursos es muy alentadora, pero pretendemos seguir avanzando en ella. Analizando los resultados de las Pruebas de Ingreso en Física, puede constatar que los estudiantes ingresan a la Facultad, desconociendo de errores conceptuales graves, en su interpretación de los fenómenos físicos. Diversos estudios demuestran que una instrucción convencional no es capaz de cambiar sustancialmente estos preconceptos, basados en el “sentido común” [12][13]. En efecto, un breve análisis de las respuestas incorrectas marcadas en las pruebas de múltiple opción de las asignaturas de Física General demostraron que los estudiantes que no alcanzan los niveles mínimos de suficiencia, cometieron los mismos errores que en la Prueba de Ingreso.

La física es una ciencia natural y por lo tanto tenemos el convencimiento de que la creación de un laboratorio móvil de prácticas demostrativas, es la mejor forma de romper las sólidas estructuras cognitivas que establecen esos errores. Las clases de experiencias demostrativas forman parte de la curricula de muchas universidades norteamericanas y europeas [13]. Aquí se pretende utilizar la experiencia demostrativa como un elemento auxiliar en el desarrollo de la clase.

2.4 Proyecciones para el año 1988

Los datos alentadores de la tabla 2, están acompañados de una gran preocupación por parte del Instituto de Física que, además de implementar las asignaturas del primer y segundo año del Plan 97, debe seguir dictando cursos del tercer año del Plan 89.

En la tabla 3 se observa el número de estudiantes que tomaron los cursos de Física General I y II, durante el año 1997 y el número de estudiantes que se espera, lo tomen durante este año¹. Para Física General I se prevee una disminución en el número de estudiantes, dado que el año pasado se dictó el curso, también para los estudiantes del segundo año de la carrera de Ingeniería en Computación. Para Física General II se prevee un leve aumento, dado que los estudiantes que ingresaron a Facultad antes del año 1997 estarán habilitados a optar por el cambio de plan de estudios, en cuyo caso deberán integrar esta asignatura a su curricula.

La tabla 3 también señala el número de estudiantes que asistieron al Taller-Laboratorio I y II (TL1 y TL2) del Plan 89, durante 1997 y el número de estudiantes que se espera asistan este año a los Laboratorios I y II del Plan 97. Además se seguirá dictando la asignatura Taller-Laboratorio II correspondiente al tercer año del Plan 89.

TABLA 3									
		FG1	FG2	TOTAL FG	TL 1	TL 2	L1	L2	TOTAL LAB
1997	Estudiantes	1155	385	1579	270	160	-	-	330
1998	Estudiantes	800	400	1200	-	160	350	300	810
	Grupos	T:5/P:23	T:4/P:13	T:9/P:36	-	8	17	15	40
	Est/Grupo	160/35	100/30	-	-	20	20	20	-
	Docentes	16	10	26	-	3	5	5	13

Se detalla, también, el número de grupos de estudiantes involucrados en el proyecto, el número de estudiantes que conforma cada grupo, y el número de docentes que deberán atender a esos grupos. Vale señalar, en el caso de los Laboratorios, que los veinte estudiantes que conforman un grupo, se dividen en subgrupos más reducidos, para realizar las experiencias.

Pero, en las condiciones actuales, el Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería no tiene los recursos necesarios para dictar los cursos de los tres laboratorios que se indican en la tabla 3. La falta de recursos hace peligrar el desarrollo normal de las actividades previstas y se manifiesta, muy especialmente, en la insuficiente cantidad de equipos y la imposibilidad de implementar nuevas experiencias, como lo indican los programas del Laboratorio I y II del Plan 97. Pese a contar con un área de 100m² y pese a que la infraestructura edilicia está en razonables condiciones, los equipos que se han utilizado hasta el momento están deteriorados por el uso y son obsoletos o poco robustos para integrar un laboratorio docente permanentemente exigido.

¹ Los 1155 estudiantes activos de Física General I corresponden a 634 estudiantes de generación 97 y 521 estudiantes de otras generaciones que fueron habilitados, por el Consejo, a cursar la asignatura. Del mismo modo, de los 385 estudiantes de Física General II, 286 eran de generación 97.

El año 1998 es un año de transición, dado el reciente cambio de plan de estudios. En régimen permanente, se espera que sean 1800 estudiantes los beneficiarios de dichas mejoras. El material de laboratorio que se comprará con los fondos de este proyecto y las experiencias que se implementen con ellos, serán utilizados, también, en años posteriores.

3. Objetivos generales y específicos.

Los objetivos generales del proyecto son mejorar sustancialmente las condiciones de enseñanza de la Física Experimental en la Facultad de Ingeniería, que se ve afectada por un cambio de plan de estudios y un crecimiento en la población estudiantil que debe realizar los cursos curriculares.

En el marco de un cambio conceptual en las formas de abordar la enseñanza de la física, se desea dotar al Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería, de los recursos económicos necesarios, para equipar un laboratorio móvil de experiencias demostrativas, para las asignaturas teórico-prácticas de Física General. También se desea equipar los laboratorios docentes donde se desarrollan los cursos de Física Experimental, previstos por el nuevo plan de estudios (Plan 97).

Los objetivos específicos son:

Objetivo 1: Comprar material robusto y de última generación. Con este material se elaborarán experiencias que serán utilizadas en cinco cursos diferentes, los cuales involucran cerca de 2000 estudiantes y 39 docentes.

Objetivo 2: Proyectar e implementar experiencias de Óptica y Física Moderna. Estas permitirán al estudiante a tener una visión más amplia de los fenómenos que involucra la materia.

Objetivo 3: Elaboración de material de apoyo a los cursos de Laboratorio I y II, con el fin de que el estudiante saque el mejor provecho de su experiencia en el laboratorio.

Objetivo 4: Jerarquizar la tarea de coordinación entre los docentes de una misma asignatura y entre las diferentes asignaturas involucradas en el proyecto, con el fin de no duplicar esfuerzos y centralizar la gestión de los recursos que se solicitan.

4. Descripción de las principales líneas metodológicas del Proyecto, sus componentes y los procesos involucrados.

4.1 Experiencias demostrativas en los cursos de Física General.

Como se expresa en los programas que se adjuntan, las siete horas semanales de clases asistidas de las asignaturas de Física General se estructuran en clases teóricas (dos clases semanales de dos horas cada una) y clases prácticas (dos clases semanales de una hora y media cada una). En las clases teóricas, cada tema se desarrolla en función de un planteamiento general de sus bases conceptuales y la discusión de los diferentes ejemplos paradigmáticos que las ilustran. En las clases prácticas se discuten problemas relacionados con los temas que se desarrollaron en las clases teóricas. Esto permite al estudiante potenciar su trabajo personal (especialmente, fuera del horario asistido) y desarrollar su capacidad de síntesis, a través de promover su habilidad en la resolución de nuevas situaciones problemáticas.

El laboratorio móvil de experiencias demostrativas que se pretende crear a través de este proyecto, será utilizado como un recurso más, en las clases teóricas. El mismo tiene como propósito, llevar al salón de clase convencional, una serie de prácticas pre-diseñadas que muestren en forma cualitativa las bases de los fenómenos físicos que se están estudiando. Las experiencias podrán llevarse a cabo al principio de la clase, para motivar el análisis más

formal del tema que se pretende desarrollar o instar al estudiantado a una discusión abierta sobre ese tema. Asimismo, la experiencia podrá desarrollarse al final de la clase, como ejemplo del fenómeno estudiado. Un mismo equipo permitirá desarrollar diferentes experiencias y el montaje de las mismas, se articulará de tal forma que sean de sencilla instalación. Esto permitirá que el docente muestre a lo largo de la clase, diferentes ejemplos sencillos.

Algunas primeras experiencias, en forma aislada y por iniciativa personal de los docentes, fueron realizadas durante el año pasado, en los cursos de Física General I y II. El material utilizado fue preparado, con elementos simples (ruedas, velas, trompos, etc), directamente por los docentes involucrados o fue solicitado en calidad de préstamo, a los laboratorios docentes del Instituto de Física (termómetros, testers, osciloscopios, etc.). Todos los docentes que participaron de esta experiencia, coinciden en cuanto al impacto positivo que la misma tuvo en sus clases, aun cuando a éstas asisten más de cien estudiantes. Este material, aunque pobre e improvisado, fue muy útil a la hora de motivar discusiones sobre los fenómenos físicos y de gran atractivo para el estudiantado.

4.2 Experiencias en los curso de Laboratorio.

Como establecen los programas de las asignaturas Laboratorio I y II, los estudiantes asistirán al laboratorio un vez cada tres semanas, teniendo en cada oportunidad cuatro horas de clase. Durante el horario asistido, el estudiante estará en contacto directo con los equipos y adquirirá la capacidad de analizar y presentar en forma ordenada sus datos. Vale señalar que el curso está previsto para aquellos estudiantes que tienen aprobadas las materias de Física General, por lo que no se centra en los fundamentos teóricos de las experiencias que se realizan.

La compra de equipos involucrada en este proyecto permitirá que el trabajo se desarrolle en grupos de cuatro personas, con una relación estudiante/docente de 20/1, por lo que son necesarios cinco equipos robustos de cada experiencia. Previamente al desarrollo de la clase, el estudiante deberá leer el repartido explicativo de la experiencia que va a desarrollar. Dicho repartido es elaborado por los docentes del curso e incluye una explicación de los fundamentos teóricos de la experiencia, la manipulación y funcionamiento de los instrumentos de medida, la explicación de cuáles son los datos que el estudiante debe relevar en función de los items que deben constar en el informe grupal final. Durante el desarrollo de la clase, se prevén instancias de evaluación (a través de cuestionarios) del grado de preparación previa del estudiante que va a realizar la práctica. Asimismo, durante el horario asistido, se deberá elaborar un preinforme grupal (de estructura rígida). Fuera del horario de clase, el grupo elaborará un informe final breve, como síntesis final de su trabajo experimental. El mismo evaluará la capacidad del grupo de generar un trabajo original, establecer relaciones lógicas pertinentes y la correcta utilización del lenguaje científico.

5. Impacto esperado del Proyecto con especificación de metas, acciones y resultados esperados.

En la tabla 4 se observa el número de estudiantes que se verá afectado por el proyecto. Vale señalar que la tabla muestra por separado a los estudiantes de Ingeniería en Computación y a los estudiantes del Ciclo Común, que como se aclaró antes, agrupa a los estudiantes que desean obtener los títulos de Ingeniero Agrimensor, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero Mecánico o Ingeniero Naval. Los primeros se ven afectados por el proyecto sólo en el primer semestre del primer año de la carrera, mientras que los segundos tienen en su curricula las cuatro asignaturas señaladas con un asterisco. Se agrega también los estudiantes

del Taller- Laboratorio II del plan 89, que deberán cursar dicha asignatura, durante todo el año lectivo 1998.

TABLA 4							
Asignatura	FG1*	FG2*	TOTAL FG	TL 2	L1*	L2*	TOTAL LAB
Curricula	CC,IC	CC		CB	CC	CC	
Estudiantes	800	400	1200	160	350	300	810

5.1 Metas

Meta 1: Introducir cambios significativos en la enseñanza de la física, a través de la introducción de material didáctico en las clases teórico-prácticas, que estimule el proceso enseñanza-aprendizaje, dotándolo de una fuerte conexión con los fenómenos experimentales y cotidianos.

Meta 2: Motivar al estudiante hacia el estudio cuantitativo y experimental de esos fenómenos, a través de la implementación de experiencias que él mismo deberá realizar, extrayendo de dichas experiencias, sus propias conclusiones, a través del análisis cuantitativo de los datos que obtenga.

Meta 3: Ampliar el espectro de situaciones de la vida cotidiana, implementando experiencias de Física Moderna y Optica. El estudiante ha tenido poco contacto con estos fenómenos y resultados, en su pasaje por la enseñanza media, pero los mismos adquieren una gran relevancia desde el punto formativo e informativo. Desde el punto de vista formativo, estos experimentos y los fenómenos físicos que ilustran, motivan diferentes formas de razonamiento, puesto que se basan en paradigmas diferentes a los de la física del siglo XIX. Desde el punto de vista informativo, estos experimentos y sus aplicaciones tecnológicas están vinculados directamente con los instrumentos de medidas que utilizan los ingenieros en el ejercicio de su profesión.

5.2 Accionar.

TABLA 5			
	Coordinadores	Función	Gr./Hsem
FG1	Dr. Ramón Méndez	AC	5/40
	MSc. Sandra Kahan*	AD	2/40
FG2	Dr. Ramón Sosa	AC	4/40
	MSc. Sandra Kahan*	AD	2/40
TL2	Dr. Enrique Dalchiale*	CG	3/40
L1	MSc. Ing. Eduardo Quagliatta*	CG	3/20
L2	Ing. Ricardo Marotti*	CG	2/40

Cada una de las asignaturas involucradas en el proyecto cuenta con uno o dos coordinadores de actividades. La tabla 5 establece los nombres, función, grado y dedicación semanal, en la tarea de coordinación de las materias.

El coordinador académico (AC) en los cursos de Física General I y II, dirige las actividades académicas de los diferentes grupos teórico-prácticos, coordinando el temario y desarrollo de los cursos teóricos, controlando la actividad en los grupos prácticos y fijando las pautas con las que debe ser elaboradas y corregidas las diferentes instancias de evaluación.

El coordinador administrativo (AD) en los cursos de Física General I y II, informa a los estudiantes sobre las características del curso; gestiona, frente a la Sección Bedelía y la

Sección Comisiones de la Facultad, las actividades administrativas del curso (salones, grupos, horarios, actas, etc.); elabora la lista de ejercicio, en base a la cual se desarrolla las actividades de los cursos prácticos, coordinando el desarrollo de los mismos; elabora y organiza las pruebas de evaluación, a instancia de las pautas fijadas por el coordinador académico y procesa toda la información derivada de dichas pruebas.

El coordinador general (CG) de los cursos de Laboratorio I y II y del curso de Taller Laboratorio II supervisa las tareas administrativas propias del curso (horarios, grupos, actas, etc.), coordina la elaboración y puesta a punto de las experiencias que se desarrollan y establece las pautas de corrección de las diferentes instancias de evaluación.

En la tabla 5 se señala con un asterisco a los coordinadores directamente involucrados en este proyecto. Ellos serán los encargados de ejecutar los fondos asignados al proyecto y de supervisar el montaje de las experiencias previstas por el mismo. También administrarán los tiempos de utilización y el mantenimiento del material, entre los diferentes docentes involucrados directamente en el desarrollo de los cursos. La coordinación general y evaluación del proyecto quedará a cargo de la docente Sandra Kahan. Vale señalar que las experiencias que se implementarán serán diseñadas y montadas por los propios docentes y funcionarios técnicos del Instituto de Física.

5.3 Resultados

Los resultados esperados son la mejora de la calidad de la enseñanza de la física en la Facultad de Ingeniería. Esto se verá reflejado en:

- Mejora en la capacitación básica de los futuros ingenieros.
- Disminución de la relación equipo/estudiante en las clases de laboratorio.
- Mejora de los niveles de aprobación de las asignaturas de los primeros años, especialmente en aquellas donde la física, tenga una fuerte componente.
- Disminución de la deserción, principalmente aquella que ocurre en los primeros años después del ingreso y que por lo tanto no ha permitido que el estudiante adquiera una formación mínima que permita su ingreso en el mercado laboral.
- Disminución del tiempo que el estudiante demora en la aprobación de las materias del Ciclo Común y por lo tanto, disminución en la duración de la carrera de grado.

6. Plan de trabajo y cronogramas de las diversas etapas y principales acciones que contemplan el desarrollo del proyecto.

TABLA 6				
Meses	Mar- May	Jun- Ago	Set.- Nov.	Dic.
Compra de Materiales en Plaza				
Importación de Equipos y Material Bibliográfico.				
Diseño y Fabricación de Prototipos				
Desarrollo de las Experiencias				
Diseño de Nuevos Sistemas de Evaluación (Lab.)				
Aplicación del trabajo realizado en las clases				
Coordinación				
Evaluación del Proyecto				

La tabla 6 indica el cronograma que se seguirá, en la gestión de este proyecto, separado en trimestres. Una vez adjudicado el mismo, se comenzará por la compra de

materiales que puedan ser encontrados en plaza y la importación de los equipos especiales con los que se implementarán las experiencias de Física Moderna y Óptica.

Mientras estas etapas se concretan, se irá diseñando las experiencias en la mesa del docente e ir escribiendo el material de apoyo que recibirá el estudiante.

También desde el comienzo, se estructurarán los nuevos sistemas de evaluación que se pretende implementar en los cursos de Laboratorio. Para ello, será necesario consultar la bibliografía existente en el medio, la cual explica sobre la aplicación de estas técnicas en otras universidades [15][16].

Una vez recibido el material, se procederá al armado y ensayo de los prototipos correspondientes, así como al estudio de sus potencialidades. Esto redundará en beneficio del docente que debe hacer uso del material y del estudiante: una vez que dicho material llegue a las aulas, deberá estar en óptimas y probadas condiciones, para que las fallas no interrumpan el normal desarrollo de las clases.

7. Sistema previsto de monitoreo y evaluación de la base y de los resultados finales .

La Facultad de Ingeniería desde 1993, está implementando un sistema de evaluación de los cursos y los docentes que los imparten. En los anexos se adjunta formulario de evaluación, que debe ser llenado por los estudiantes, al final de cada curso. Los datos que devienen de los mismos, se procesan (se adjunta una copia de una evaluación típica) y son informados a los docentes, institutos y diferentes órdenes (estudiante, docente y egresado) de la Facultad. Es de esperar que los ítems 7, 12, 13, 21, directamente relacionados con los objetivos de este proyecto, presenten una notable mejoría.

El índice de aprobación de los cursos de Física General y en especial el índice de exonerados de rendir examen de la asignatura, será un coeficiente importante en la evaluación de este proyecto. Además, teniendo la información detallada por estudiante, de los resultados de la Prueba de Ingreso en Física y de las pruebas de evaluación de los cursos de Física General I y II, se podrá conocer en qué medida las experiencias demostrativas previstas, logran cambiar los conceptos físicos errados que los estudiantes demuestran poseer al matricularse.

Como este proyecto prevé una disminución en la relación estudiante/equipo en los cursos de Laboratorio, se espera un mejoramiento en el rendimiento de los estudiantes. Eso se puede monitorear, a través de los resultados de las pruebas de evaluación, previstas durante los cursos y de la comparación entre los preinformes e informes finales, donde quedan fácilmente evidenciados, el grado de asimilación de la experiencia y la capacidad del estudiante de generar un trabajo original.

8. Cuadros.

PERSONAL DOCENTE QUE INTERVIENE EN EL PROYECTO

PERSONAL ACTUAL DEL SERVICIO VINCULADO AL PROYECTO

GRADO	FUNCION	DEDIC. ACTUAL	DEDICACION. AL PROY.		EXT. HOR.	\$ EXT. HOR.	\$ DED. COMP.	TOTAL SOLICITUD (\$)	
			HS.SEM.	MESES					
3	Prof. Adjunto	40 hs	10 hs.	10					
3	Prof. Adjunto	20 hs	10 hs.	10					
2	Asistente	40 hs.	30 hs.	10			37.218	37.218	
2	Asistente	40 hs.	20 hs.	10					
TOTAL								37.218	37.218

PERSONAL NACIONAL A CONTRATAR PARA EL PROYECTO

No corresponde

PERSONAL EXTRANJERO A CONTRATAR

No corresponde

GASTOS

MATERIALES Y GASTOS (\$)

IDENTIFICACION	TOTAL
Materiales de Taller (Metales, Vidrios, Plásticos, Herramientas, etc)	10000
Materiales Eléctricos y Electrónicos. (Componentes electrónicos, Protoboards, etc)	10000
Contratación de Servicios.	7000
Papel.	2500
Tinta para Impresoras.	3500
Fotocopias.	1000
Material de Oficina.	2000
TOTAL	36.000

VIAJES NACIONALES (\$)

No corresponde.

VIAJES INTERNACIONALES (\$)

No corresponde.

INVERSIONES

CONSTRUCCIONES (en \$)

No corresponde

EQUIPOS (en \$)

IDENTIFICACION	TOTAL
Osciloscopios (3 Unidades).	24000
Multímetro Digital.	2000
Generador de Funciones.	6500
Fuente de Alimentación.	4000
Láseres y Fuentes de Luz.	10000
Componentes Ópticos.	40000
Sensor de Radiación, Cubo Térmico de Radiación y Lámpara Radiante.	10000
Celda Fotoeléctrica.	7000
Lámpara de Vapor de Mercurio y Accesorios.	13000
TOTAL	116.500

BIBLIOGRAFIA (en \$)

IDENTIFICACION	TOTAL
P. A. Tipler, Libro de Recursos para el Profesor. Ed. Reverté.	
L.H.Ault, ED 091 426, ERIC, 1972.	
R.J.Trembath & J.P.Barufaldi, ED 207 846, ERIC, 1981	
U.Ganiel & A.Hofstein, ED 206 509, ERIC, 1981	
R.J.Eichenberger, ED 111 606, Ed.D.diss, Univ.Northern Colorado, 1972	
F.M.Lord, ED 051 286, ERIC, 1971	
TOTAL	3.000

RUBRO MONTO

Retribuciones personales	37.218
Gastos	36.000
Inversiones	119.500
TOTAL	192.718

9. Fundamentación de los recursos humanos y materiales solicitados.

9.1 Retribuciones Personales:

Dedicación Compensada: se otorgará a la docente que encargada de coordinar los diferentes trabajos previstos por el proyecto y su evaluación. Esta función es clave para la correcta implementación del proyecto y la Dedicación Compensada es el estímulo necesario por el esfuerzo adicional que esta coordinación representa, respecto de las tareas usuales de docencia.

9.2 Materiales y Gastos.

Materiales de Taller: Para el montaje de los laboratorios móviles, desarrollo de nuevas experiencias y mantenimiento de las ya existentes es necesario comprar en plaza materiales (metales, vidrios, plásticos, pegamentos, etc.) y dotar a los laboratorios de herramientas (pinzas, destornilladores, etc.), con los cuales fabricar piezas, soportes, y otros elementos.

Materiales de Electricidad y Electrónica: En el desarrollo de experiencias es necesario diseñar y fabricar pequeños circuitos electrónicos. Eso implica la compra de componentes electrónicos, protoboards, cables, soldadores de estaño, soldadores de plástico, taladros, etc.

Contratación de Servicios: En el montaje de las prácticas es necesaria la intervención de técnicos especializados: vidrieros, torneros, electricistas, técnicos en electrónica, etc. Este renglón también incluye los gastos de mantenimiento de los equipos existentes.

Los items descritos anteriormente atienden principalmente las necesidades de las experiencias que se desarrollarán en el laboratorio móvil para la asignatura Física General I y para el laboratorio docente que atiende al curso de Laboratorio I.

Fungibles: Los últimos cuatro renglones incluyen los gastos de material perecedero. En la preparación del material de apoyo para los estudiantes (repartidos, notas, hojas de cuestionarios, preinformes) se requiere de grandes cantidades de papel, para imprimir borradores previos. El material elaborado debe ser difundido a los docentes de los cursos, lo que implica la fotocopia de los mismos. El material es presentado en clase mediante el uso de un retroproyector, por lo que es necesaria la compra de transparencias. En el último renglón se incluye material de oficina complementario: diskettes, grapadoras, lapiceras de fibra para pizarrón blanco, carpetas, cuadernos.

Los fungibles atienden las necesidades de todos los cursos involucrados y las tareas de gestión, coordinación y evaluación del proyecto.

9.3 Inversiones.

Osciloscopios , Multímetro, Generador de Funciones y Fuente de Alimentación: permiten el equipamiento de las experiencias demostrativas de Electricidad y Magnetismo, para el curso de Física General II. Los otros dos osciloscopios solicitados, atienden las necesidades de los laboratorios docentes del Instituto de Física, cuyo equipamiento está muy deteriorado por el uso. Los gastos de reparación son demasiado elevados, respecto a la inversión en la compra de nuevos equipos.

Sensores Ópticos, Sensores de Radiación, etc.: con el material solicitado en el 5to y 6to renglón se cubren la necesidad de montar nuevas experiencias en el área de Óptica, de acuerdo con el programa de las asignaturas Física General II y Laboratorio II. Se pretende atender estos requerimientos mediante la adquisición de algunos láseres y otras fuentes de luz potente, adaptables a las necesidades de ambas asignaturas. También será necesario adquirir varios y diversos elementos ópticos: lentes, espejos, redes de difracción, filtros, etc.

Celdas Fotoeléctricas, Lámparas de Vapor de Mercurio, etc.: El 7mo y 8vo renglón atiende las necesidades de implementar experiencias de Física Moderna, como lo exige la programación de Física General II y Laboratorio II.

Bibliografía: El primer renglón describe un libro complementario a la bibliografía de las asignaturas de Física General (ver anexos) y servirá de apoyo en el dictado de los cursos. Los otros libros o escritos solicitados versan sobre la evaluación de los conocimientos adquiridos: construcción de pruebas, tratamiento y análisis de los datos, etc. Esta bibliografía es necesaria para mejorar las pruebas de múltiple opción ya implementadas en los cursos de Física General y generar nuevas formas de evaluación en las asignaturas de Física Experimental. Estos son los títulos del otro material bibliográfico solicitado:

L.H.Ault: “Multiple-choice Versus Created- response Test Items”.

R.J.Trembath and J.P.Barufaldi: “ The Frecuencies & Origins of Scientific Misconceptions”

U.Ganiel and A.Hofstein: “Objetive and Continuous Assessment of Student Performance in Physics”.

R.J.Eichenberger, “The Development and Validation of a Judging Instrument to Evaluate Creative Products in Physics”.

F.M.Lord: ”A Theoretical Study of Measurment Effectiveness of Flexilevel Test”.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

[1] Informe realizado por el Area Tecnológica, UDELAR : “La Universidad de la República”, 1996 (Ver anexos)

[2] Informe de la Comisión del Ciclos Básico sobre el nivel de ingreso, Asamblea del Claustro de la Facultad de Ingeniería, 1991.

[3] Serie Diagnóstico Educativo, Unidad de Enseñanza, Facultad de Ingeniería: “Datos Cuantitativos sobre el Estudio de Cinco Generaciones de Estudiantes en la Facultad de Ingeniería”, 1997.(Ver anexos)

[4] Informe del Taller de Enseñanza, Facultad de Ingeniería, 1992.

[5] M.P.Echeverriarza, : “Estudio del Abandono y Rendimiento de la generación 93’ en la Facultad de Ingeniería”, 1994.

[6] M.P.Echeverriarza, : “Estudio del Abandono y Rendimiento de la generación 94’ en la Facultad de Ingeniería”, 1995.

[7] Resolución de la Asamblea del Claustro del 28.9.95, “¿Ingenieros en Cinco Años?, Facultad de Ingeniería, 1996 (Ver anexos).

[8] Resolución de la Asamblea del Claustro del 8.8.96, “¿Ingenieros en Cinco Años?, Facultad de Ingeniería, 1996.(Ver anexos)

[9] Programa de las Asignaturas Física General I y II, aprobados por el Consejo de Facultad de Ingeniería (marzo y julio de 1997). (Ver anexos).

[10] Programa de las Asignaturas Laboratorio I y II, a ser aprobados por el Consejo de Facultad de Ingeniería. (Ver anexos).

[11] M.Rodríguez Moneo, “El Poder de Psicología del Aprendizaje en la Formación Inicial del Profesorado”, Ed. Universidad Autónoma de Madrid, 1995.

[12] I.A.Halloun, D.Hetenes, “The Initial Knowledge State of College Physics Students”, American Journal of Physics, V.53, 11 (1043), 1985.

[13] D. Hammer, “More than Misconceptions: Multiple perspective on Students Knowledge and Reasoning, and an Appropriate Role for Education Reaserch”, American Journal of Physics, V.64, 10 (1316), 1996.

[14] H.F. Meiners (Ed.):“Purposes and Uses of Lectures Demonstrations, Essays”,1970.

- [15] H. Vos, "Instruments for Turning Differing Courses: A Model of Professional Behavior and a Model of Common Aspects", ED 390 322, ERIC , 1995
- [16]H.A. Korn and L.L.Wise, "Techniques for Evaluating the Learning Process in Eengineering Education", ED 010 099, ERIC, 1966.