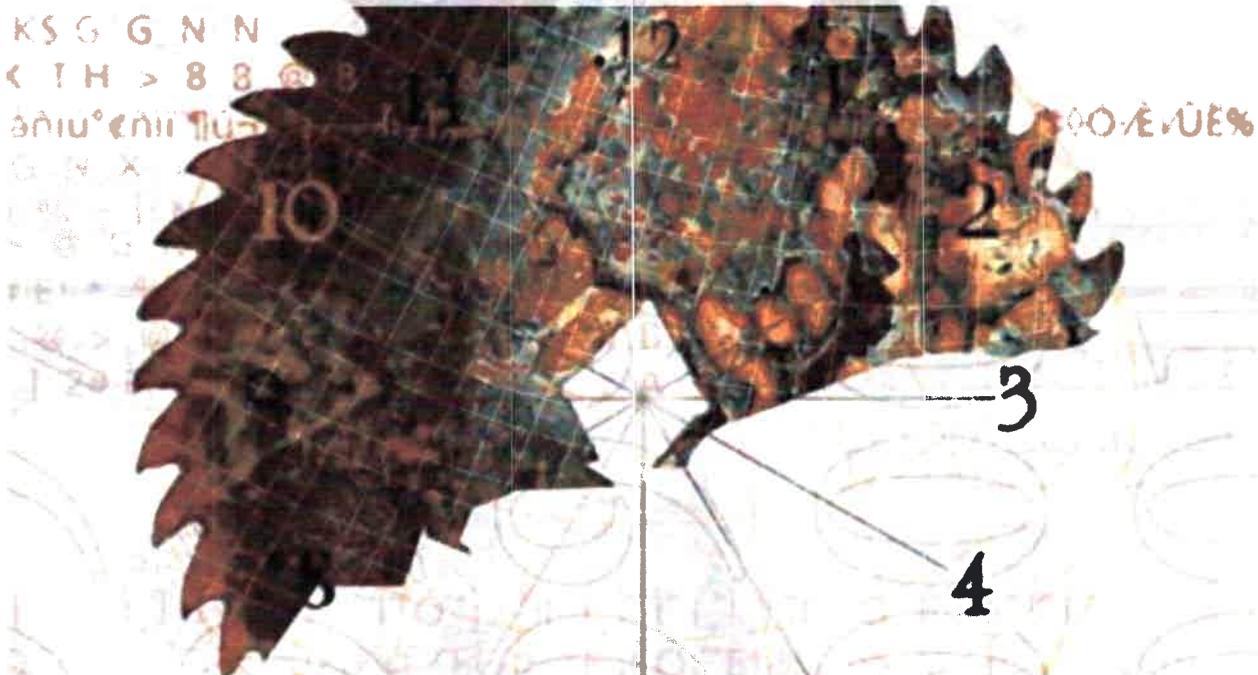


Universidad Nacional de Río Cuarto

Física y Matemática; universo e idioma

Prof. Hugo PAJELLO - Ing. Carlos A. TARASCONI

Carrera de Especialización en Docencia Universitaria / Facultad de Ingeniería
Director: Msc. Ing. Ricardo Chrobak / Co Director: Lic. Mirtha S. T. de Montoya



PAJELLO, H.O.
Física y Matemática.



2002

60195

60195

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO

**CARRERA DE ESPECIALIZACION
EN DOCENCIA UNIVERSITARIA**

TRABAJO FINAL

“FÍSICA Y MATEMÁTICA” ; “UNIVERSO E IDIOMA”

Facultad de Ingeniería

20100

Director: MSc. Ing. Ricardo Chrobak

Co Director: Lic. Mirtha S. T de Montoya

Autores: Prof. Hugo O. PAJELLO

Ing. Carlos A. TARASCONI

AÑO 2.002.-

60195

MFN:
Clasif:
T-356

“El maestro sufí contaba siempre una parábola al finalizar cada clase, pero los alumnos no siempre entendían el sentido de la misma ...

- *Maestro, -lo encaró uno de ellos una tarde,-. Tú nos cuentas los cuentos pero no nos explicas su significado...*
-
- *Pido perdón por eso, - se disculpó el maestro,- Permíteme que en señal de reparación te convide con un rico durazno.*
-
- *Gracias maestro- respondió halagado el discípulo*
-
- *Quisiera, para agasajarte, pelarte tu durazno yo mismo. ¿Me permites?*
-
- *Sí. Muchas gracias -dijo el alumno-*
-
- *¿Te gustaría que, ya que tengo en mí mano el cuchillo, te lo corte en trozos para que te sea más cómodo?...*
-
- *Me encantaría, Pero no quisiera abusar de su hospitalidad, maestro...*
-
- *No es un abuso si yo te lo ofrezco. Solo deseo complacerte...*
-
- *Permíteme que también te lo mastique antes de dártelo...*
-
- *No maestro. ¡No me gustaria que hicieras eso! - se quejó sorprendido el discípulo.*

El maestro hizo una pausa y dijo:

Si yo les explicara el sentido de cada cuento, sería como darles a comer una fruta masticada.

De la sabiduría sufí

Cuentos para pensar

Jorge Bucay

INDICE

Capítulo I

Introducción	Pág. 4.
Una mirada desde la física	Pág. 7.
Una mirada desde la matemática	Pág. 8.
Vinculaciones entre la Física y la Matemática en el curriculum	Pág. 12.
Breve mirada desde otras ciencias	Pág. 13.

Capítulo II

La lógica académica	Pág. 15.
La realidad áulica y la práctica docente	Pág. 15.
La búsqueda de un marco teórico	Pág. 16.
El campo de la ingeniería	Pág. 19.
Planificar ¿para qué?	Pág. 21.
Metodología	Pág. 25.
Aceptación o rechazo de la propuesta	Pág. 26.

Capítulo III

Un modelo de propuesta curricular	Pág. 27.
Breve descripción del modelo	Pág. 27.
Elaboración de los modelos curriculares por objetos de transformación	Pág. 31.
Algunos resultados	Pág. 35.
Bibliografía	Pág. 36.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

TRABAJO FINAL

“FÍSICA Y MATEMÁTICA” ; “UNIVERSO E IDIOMA”

Prof. Hugo O. PAJELLO - Ing. Carlos A. TARASCONI
Facultad de Ingeniería

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Lo que nos motivó a desarrollar una propuesta de cambio curricular para las carreras de Ingeniería de la U.N.R.C. fueron entre otros aspectos: la realidad social e institucional vivida; la experiencia acumulada en más de 25 años de docencia secundaria, terciaria y universitaria; las acciones de interrelación entre docentes de nivel medio y superior realizadas a través de talleres y cursos de perfeccionamiento organizados, dirigidos y desarrollados en el marco de programas de Servicios de Extensión desde la Facultad de Ingeniería de la U.N.R.C.; y las tareas desarrolladas para la inserción de alumnos de nivel secundario en el nivel universitario a través de cursos de ingreso, exámenes de diagnóstico, exámenes de nivelación y seguimiento institucional, tanto en el área de Matemática como en el área de la Física, tendientes a disminuir el bajo rendimiento académico y la deserción de los alumnos en los primeros años de las carreras de la Facultad de Ingeniería y de la Facultad de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales; a lo que debemos sumar las enseñanzas de los cursos de la Especialización en Docencia Universitaria.

Nuestra experiencia nos da conocimientos suficientes sobre la realidad educativa en dos áreas específicas de la enseñanza en las que nos desempeñamos: la Matemática y la Física. Fue motivo de preocupación permanente quedando reflejado en nuestros currículos personales al mostrar una importante cantidad de cursos de perfeccionamiento relacionados con la enseñanza de estas ciencias tomados y dictados en distintos ámbitos de relevancia en nuestro país como son las REF (Reunión Nacional de Educación en Física) que lleva adelante cada dos años la APFA (Asociación de Profesores de Física de

la Argentina), las REM (Reuniones de Enseñanza de la Matemática) que desarrolla todos los años la UMA (Unión Matemática Argentina), los EMCI (Encuentros de Enseñanza de la Matemática en Carreras de Ingeniería), que se realizan cada año y medio, además de muchos otros eventos que no es el caso mencionar.

Si bien es cierto que en la currícula de las carreras de ingeniería estas asignaturas solo conforman una parte (algo más del 15 %) también lo es que las mismas conforman los fundamentos teóricos básicos de casi todas las otras y que además son en las que se reflejan los mayores índices de fracaso de los alumnos (nunca menor al 50% de la población estudiantil. Datos de la Secretaría Académica de la UNRC 1997 y siguientes), por otra parte éstas están en los primeros años de las carreras de Ingeniería que es en donde se producen los más altos porcentajes de deserción escolar.

Las consideraciones anteriores aportaron los ingredientes suficientes para pensar en que era posible plantear una propuesta de cambio curricular en la Facultad de Ingeniería.

Esta propuesta, - gráficamente expuesta en el diagrama 1 – tiene como eje principal la interdisciplinariedad; el cual está motorizado desde una lógica académica y tiene como finalidad principal: mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Se trata de una propuesta, que no está acabada ni mucho menos, la presentamos en nuestro esquema gráfico como un engranaje movilizador de otros dos que son: la institución y las investigaciones que luego pretendemos conformen un nuevo campo curricular en la Facultad.

A la institución la centramos alrededor de un eje que le es propio y sobre el cual indefectiblemente debe girar, que es el del orden institucional y este eje a su vez lo montamos sobre dos cojinetes que conforman sus lógicas a saber: la lógica administrativa y la lógica político-social.

Por su parte a la investigación la hacemos participe en este mecanismo del proceso educativo como única validación del mismo. La investigación debe estar presente en la entrada, haciendo diagnóstico, en la propia elaboración de la propuesta y, en la salida, en la ejecución y evaluación.

UNA MIRADA DESDE LA FÍSICA

Uno de los problemas fundamentales en el aprendizaje y la enseñanza formal de la Física es, sin duda, su estrechísima relación con la Matemática.

La Física, *“estudia los procesos del mundo físico y establece un cierto número limitado de leyes con las cuales se puede explicar la mayor variedad posible de los fenómenos observados y predecir el resultado de experiencias nuevas.”* (Roederer, J.G.; 1963).

Estas leyes a las que se hace referencia no son otra cosa que relaciones matemáticas entre los diferentes parámetros físicos que intervienen en un determinado fenómeno observado, relaciones que se mantienen dentro de cierto rango de validez, en experiencias similares si no se cambian las condiciones del entorno.

Podríamos agregar, recordando las palabras de Juan G. Roederer que *“La física es una ciencia experimental lo que significa que los fenómenos en análisis deben observarse y medirse. Cualquier aseveración en física, lo cual, o cuyas consecuencias lógicas, no sea comprobable experimentalmente, carece de sentido”*(1963), esto último conduce a la física a un inevitable proceso de medición que está fundamentado básicamente en relaciones matemáticas.

La única validación en física que no cumpla con lo expuesto anteriormente es aquella que se verifica matemáticamente aunque no pueda probarse experimentalmente y es lo que se llama comúnmente física teórica, lo que pondría una rúbrica a la indiscutible fuerte relación entre la Física y la Matemática.

No obstante, si hiciéramos un poco de historia veríamos también lo fuerte de esta relación. Basta con mencionar que los primeros logros trascendentes en el campo de la física y en particular de la mecánica fueron alcanzados por Galileo Galilei (1564-1642).

Este fue el primero que realizó mediciones y las relacionó matemáticamente marcando una diferencia fundamental con respecto a las concepciones filosóficas de Aristóteles (384-322, a.C.). Estas concepciones, válidas hasta ese momento y que hoy están dentro del campo de la física explicaban algunos fenómenos del universo, desde una perspectiva de observación y lógica (de Aristóteles se dice que fue el primer lógico), pero sin medición alguna de los fenómenos observados ni tampoco relación matemática entre los parámetros (Aristóteles fue un filósofo, Galileo un físico, matemático y astrónomo).

Johannes Kepler (1571-1630) tal vez sea más conocido que Nicolás Copérnico (1473-1543) y mucho más que Tycho Brahe (1546-1601), siendo que el primero tomó las precisas mediciones que éste último había hecho del movimiento de los planetas y encontró tres relaciones matemáticas que vinculan los distintos parámetros y que hoy conocemos como leyes de Kepler de las que no hizo teoría alguna.

En tanto Copérnico cambió la concepción geocéntrica del universo (la Tierra centro del Universo) de Ptolomeo (100-70 a.C.) por la heliocéntrica (el Sol centro del Universo) lo que filosóficamente es un cambio trascendente.

Por su parte Isaac Newton (1642-1727) tuvo que desarrollar el cálculo diferencial para justificar sus leyes de la Dinámica.

De Newton en adelante no se ha hecho ninguna afirmación en física que no sea justificable matemáticamente.

Albert Einstein (1879-1955) dijo: *“para comprender el universo hay que aprender su idioma y este es el de las matemáticas.”*

UNA MIRADA DESDE LA MATEMÁTICA

Ingenieros y Físicos conciben y utilizan la **matemática** desde una posición conceptual distinta a aquella con la que lo hace un matemático.

Para éste, sus símbolos son carentes de significado pragmático tangible, y, en tanto satisfagan un conjunto coherente de reglas formales, darán lugar a un conjunto de conclusiones igualmente formales.

Sus entes no necesariamente deben ser representativos de una supuesta **realidad física**, constituyendo su ámbito de estudio una ciencia formal.

Para los ingenieros, en cambio, los símbolos tienen un significado concreto, expresión cuantificada de las componentes de un sistema o de las variables o parámetros que caracterizan el fenómeno cuyo comportamiento analizan.

En este análisis, los ingenieros están utilizando la **matemática**, con todo su potencial de posibilidades, reducida al objeto de su estudio, es decir, utilizan de la matemática aquello que en ese momento es de su interés porque relaciona, regula o calcula aquello que físicamente tiene para él un significado, luego, la matemática se ha convertido en un conocimiento **significativo**, ha adquirido **significado físico**.

Transcribimos a continuación algunas definiciones y pensamientos de reconocimiento general, que confirman estas afirmaciones:

“La ingeniería es la profesión en la cual el conocimiento de la matemática y de las ciencias naturales obtenido por la experiencia, estudio y práctica se aplica a la utilización de la economía de los materiales y fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad”⁽¹⁾.

“La ingeniería química es la aplicación de las ciencias matemáticas, físicas, químicas y biológicas, juntamente con los principios de la economía y relaciones humanas a campos que pertenecen de una forma directa al proceso o al equipamiento mediante el cual se trata la materia para efectuar un cambio de estado, de contenido de energía o de composición”⁽²⁾.

(1) Definición de la NASA, utilizada en el Primer Congreso Argentino de Enseñanza de Ingeniería – U.N.R.C. 1996.-

(2) Asamblea del AICHE (American Institute of Chemical Engineers) de 1954, transcrita en la pág. 5 del Anexo III de la Res.193/93 del C.D. de la Facultad de Ingeniería.

"Para poder conocer e interpretar el universo, debo aprender primeramente matemática, porque ésta es la que provee el lenguaje de la naturaleza"⁽³⁾.

Sin embargo, a pesar de lo expuesto, la estructuración de los contenidos curriculares de los programas de matemática y de física se realizan por separado y se desarrollan de la misma forma.

Esta situación, que se origina en la enseñanza secundaria, se continúa en los estudios posteriores dando como resultado un conocimiento matemático carente de significación y difícil de transferir a las múltiples aplicaciones que de ella requieren las demás ciencias y en forma muy especial y variada, la enseñanza de la ingeniería ⁽⁴⁾.

En un primer análisis del Plan de Estudios de las carreras de Ingeniería ⁽⁵⁾ se destaca la organización de tres etapas básicamente ordenadas en forma consecutiva:

- a) materias básicas generales,
- b) materias básicas específicas,
- c) materias específicas profesionales.

En el primer grupo se identifican las áreas de Matemática, Física y Química. Esta organización responde a una tendencia histórica en las carreras de Ingeniería, según la cual "los estudios de la Ingeniería verdadera, la que el joven estudiante busca al iniciar esos estudios, se la arrincona en el final de la carrera, casi como algo accesorio"⁽⁶⁾, en cambio, en los primeros años hay una presencia casi excluyente de materias derivadas de las ciencias exactas con una incidencia muy marcada de materias del área matemática.

El gráfico 1, que se muestra a continuación y que ha sido tomado de un trabajo previo, muestra el peso relativo de las materias del área matemática en los cuatro primeros cuatrimestres de la carrera de Ingeniería Química en la U.N.R.C.

El hecho de haber considerado una sola de las carreras, la de Ingeniería Química ha sido solamente para concentrar mejor la atención en el aspecto indicado, pero esto no invalida la generalización que hacemos con las otras carreras.

⁽³⁾ Pensamiento de Albert Einstein (Creador de la Teoría de la Relatividad), extraído de un video didáctico donde se pretende interpretar prácticamente el concepto matemático de Derivada.

⁽⁴⁾ Esto puede advertirse a través de los Exámenes de Diagnóstico de las A.I.V.U. - Fac. Ing., U.N.R.C. 1993 a 1996. Talleres de Matemática con docentes de Nivel Medio. - Actividades de Extensión, Fac. Ing. U.N.R.C. 1993 a 1996.

⁽⁵⁾ Resolución N° 136/93 C.D. Fac. Ing. - U.N.R.C.

⁽⁶⁾ M. A. Sobrevila, "Aptitud y Actitud del Ingeniero", revista Política de la Ingeniería, Año 3, N° 6.

Peso relativo, por áreas (promedio) en los cuatro primeros cuatrimestres de la carrera de Ingeniería Química

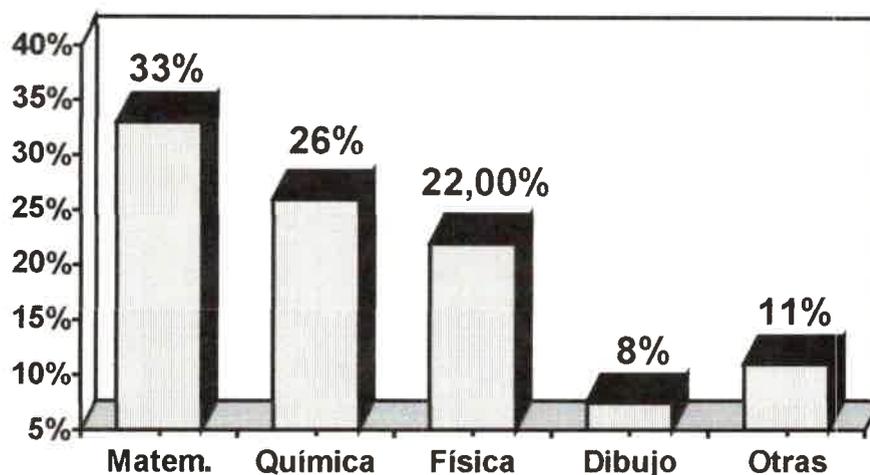


Gráfico 1

Debemos suponer que los alumnos que optan por una carrera de ingeniería tienen una mayor aptitud y una mayor curiosidad por el análisis de hechos reales tangibles y no por el aporte de conocimientos formales abstractos.

Este tipo de contenidos impartidos ya desde la enseñanza secundaria se convierten más en una instrucción o una "capacitación para" que en un conocimiento fundamentado y creativo como el que debe adquirir un ingeniero.

Esta situación no hace más que favorecer el desencanto del alumno ingresante y propiciar su deserción, ya que además de no cubrir las expectativas que lo impulsaron a elegir su carrera profesional, le aportan mayor conflicto al acumular "conocimientos frágiles"⁽⁷⁾.

No obstante, como la matemática tiene una estructura formal muy sólida, y una metodología de razonamiento deductivo muy adecuado a la formación de un ingeniero no puede ni debe fragmentarse sin riesgo de perder alguno de estos atributos. Por ello, realizar una selección de contenidos curriculares, es una tarea muy delicada.

Lo comentado anteriormente se confirma en la experiencia cotidiana en la enseñanza de la matemática.

Desde la Dirección del Departamento de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería, preocupados por realizar una nueva selección de contenidos curriculares en las materias básicas del Área Matemática que son históricamente tantas que es imposible desarrollarlos adecuadamente en un cuatrimestre. Siendo más imposible aún, conseguir que los alumnos los asimilen correctamente y los transfieran a sus prácticas profesionales en otras disciplinas, intentamos un cambio curricular.

(7) Perkins, D.(1995) "La Escuela Inteligente". Pág. 37

Considerando algunas observaciones recibidas de parte de colegas responsables de cátedras del ciclo superior respecto a falencias en los conocimientos adquiridos por los alumnos en el manejo de los conceptos y del cálculo matemático, fue elevado a los Directores de los Departamentos de materias específicas de cada carrera, el programa de contenidos curriculares desarrollados en cada asignatura del área matemática, solicitando que indiquen cuáles de estos no son utilizados en sus cátedras, y cuáles debieran incorporarse porque no están incluidos y se consideran necesarios.

Con la respuesta recibida, que fue bastante escasa, no fue posible suprimir nada y por el contrario, en algunos casos se insinuaba agregar temas muy específicos de algún tipo de cálculo.

Estas respuestas que en su momento nos desconcertaron porque además contábamos con el testimonio de alumnos que cursaban el último año y aseguraban no haber empleado ni mencionado más que alguna técnica de cálculo, hoy le encontramos una particular y muy sencilla explicación, y es la de que la teoría que sustenta y justifica la "herramienta matemática" no le interesa o la desconocen quienes solo "miran" la "Herramienta" desde el punto de vista del resultado necesario para el concepto físico o práctico de quien opera.

Esta situación ocurre con cada una de las demás asignaturas, atomizando de tal manera a la matemática, que hasta se diría que la sacan de contexto, siendo ésta una causa más que conspira contra la utilización que el alumno debe hacer de ella.

Otra experiencia docente que afirma lo anteriormente expuesto fue lograda a través de un Proyecto Pedagógico Innovador (año 1993)

Pensando en lograr proveer desde las materias básicas los conceptos tan claros que solicitan los docentes para el "uso" de la matemática, fue elaborado con el equipo de la cátedra de Cálculo I, un Proyecto Pedagógico Innovador⁽⁸⁾, que consistía en asistir, observar y registrar, de una manera pasiva y con la autorización de los docentes responsables, el desarrollo de cada una de sus clases para comprobar "in situ" los conceptos matemáticos utilizados, la forma de presentación y requerimiento de los mismos, las notaciones utilizadas, nombres especiales, aplicaciones, etc. y las respuestas que los alumnos daban a estos requerimientos.

Esta experiencia fue sumamente positiva ya que pudimos experimentar cómo, por ejemplo, se utiliza un vocabulario diferente y una notación simbólica de operadores matemáticos clásicos también diferente. Es decir que en cátedras de materias más específicas a la profesión, estos conceptos se transforman en prácticas o "efectos sobre" adquiriendo una "significación técnica" que el alumno no alcanza a relacionar con el concepto generalizado teórico que conoció en la clase de matemática.

(8) "Actividad Investigativa Previa para la articulación entre Matemática II y materias correlativas" (Res.010 C.S.1993) Pajello H y

otros

Complementando lo anterior, en un trabajo de investigación realizado posteriormente sobre el significado que se le atribuye a algunos términos del vocabulario corriente que comúnmente utiliza el alumno ingresante y el significado técnico que cada asignatura le atribuye, particularmente, el lenguaje que la matemática, con su rigurosidad utiliza en cada una de sus definiciones, pudimos demostrar las enormes dificultades de comunicación que se producen en el mensaje áulico ofrecido y la distorsión que se produce en el significado que el alumno le asigna a cada término del mensaje recibido. Este trabajo fue presentado y publicado en congresos de la especialidad.⁽⁹⁾

Estas experiencias personales muestran una realidad institucional muy clara en nuestra Facultad de Ingeniería que es común en casi todas las Facultades de Ingeniería del país según puede inferirse de las conclusiones de los Encuentros Nacionales de Enseñanza de Matemática en Carreras de Ingeniería, (EMCI-1987/89/91/93/95) y el Primer Congreso Argentino de Enseñanza de Ingeniería (CAEDI-1996 y siguientes).

Esta realidad muestra, entre otras cosas, que a nivel institucional existe una gran preocupación por encontrar solución a este problema y por consiguiente se encuentran muy disminuidas las posibles resistencias institucionales a modificar lo instituido, pero por otro lado no puede disimularse el hecho de que el problema no pasa solamente por una situación de contenidos curriculares de una cátedra, sino de la aceptación de que es necesario un curriculum flexible elaborado según ejes horizontales integradores de contenidos que atiendan a los intereses y las aptitudes de los futuros profesionales y sus futuras y variadas especializaciones, *profesional generalista* (Tenti Fanfani, 1989) ó *profesionales reflexivos* (Schon, D. 1992).

VINCULACIONES ENTRE LA FÍSICA Y LA MATEMÁTICA EN EL CURRÍCULUM

Esta vinculación tan fuerte entre la Física y la Matemática, puede haber sido, aunque no lo sabemos, una de las causas, y tal vez la más importante, por las cuales no se incluyeron temas de física al mismo nivel que el de otras ciencias, en los programas de las escuelas primarias, tanto de nuestro país como del extranjero bajo el supuesto que no podemos enseñar Física si antes no enseñamos Matemática.

En las currículas de los bachilleratos del nivel medio, anteriores a la reforma educativa (1993), los programas de física recién se iniciaban en el tercer año, obviamente, debido al mismo supuesto que ya mencionamos.

Hoy en día con las reformas de la Ley Federal de Educación iniciamos la enseñanza de la Física más temprano pero, a decir de muchos docentes que arman sus programas, existen serias dificultades en el proceso porque "los chicos no tienen conocimientos matemáticos suficientes..." entre otras causas.

(9) "El Lenguaje Matemático, un desafío de Alfabetización" (U.M.A 2000) (III CAEDI-Bahia Blanca) Pajello, H. y otros

Esto también se decía antes y era la justificación por la cual no se enseñaban determinados temas de física o se introducían definiciones poco ortodoxas y a veces erróneas, cosa que probablemente hoy también ocurra.

A nivel universitario, donde todo hace suponer que este problema no debiera existir, no es así. En nuestra Universidad Nacional de Río Cuarto, ya sea en las carreras de la facultad de Ciencias Exactas, de Ingeniería y de Agronomía donde se dicta física, se enseña luego del dictado de matemática o parte de ella al nivel requerido en cada caso.

Esto se repite en casi todas las universidades de nuestro país, salvo algunas excepciones donde se dictan estas dos materias en paralelo, pero, en todos los casos, la física debe esperar el avance de la matemática en los temas en los que se consideran necesarios algunos conocimientos de ésta.

En los lugares que este paralelismo no se logra existen verdaderos problemas. Deberíamos mencionar, además, que en las universidades donde se realiza algún tipo de apoyo preuniversitario todas las facultades que incluyen Física en su currícula, incluyen también Matemática en las actividades de ingreso. (documentación aportada por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería - CONFEDI)

Esta misma problemática se presenta también en el extranjero salvo en los países más desarrollados donde la matemática que se enseña en el nivel medio suele ser de un nivel suficiente para poder elaborar, posteriormente, sin inconvenientes mayores los temas de física.

BREVE MIRADA DESDE OTRAS CIENCIAS.

Podría decirse que la Física no es la única ciencia que requiere de la Matemática para poder desarrollarse sino que también hay muchas otras. Algún matemático dirá que casi todas las ciencias necesitan de la matemática, y hasta hay quien sostiene que el Universo se puede definir mediante ecuaciones matemáticas. Esto es discutible, pero es muy cierto en lo que hace a las ingenierías en particular, pero también es cierto que si de ingeniería estamos hablando la Física no le va en zaga.

En síntesis coincidimos en decir que tanto la matemática como la física constituyen la parte más importante en la estructura de conocimientos básicos que un estudiante de ingeniería debe tener, para poder incorporar, a partir de estos, los conocimientos propios y específicos de la especialidad elegida.

También estamos convencidos que el andamiaje que estos conocimientos ofrezcan a los nuevos conocimientos a incorporar debe ser suficientemente sólido y cohesionado, por lo cual la interrelación entre ellos es indispensable.

Como puede apreciarse en la introducción, la historia de la evolución de el conocimiento de las ciencias así lo fue estableciendo.

Sin embargo, esta estrecha relación e integración de contenidos, no debe hacerle perder a cada una de ellas, su propia identidad. Fundamentalmente porque con ello se perdería la riqueza que cada una posee en cuanto a su capacidad para aportar sus conocimientos a todas las otras ciencias y porque cada una de ellas está abierta a seguir construyéndose a sí misma.

Por otro lado creemos que cuando el educando advierte la metodología de enseñanza y el razonamiento lógico que cada una de ellas utiliza, se potencia su capacidad de discernimiento y se favorece su propio mecanismo cognitivo de construcción del conocimiento.



CAPÍTULO II

LA LÓGICA ACADEMICA

Conforme al razonamiento que se hizo hasta aquí surge inevitablemente la pregunta:

¿Por qué no enseñamos física y matemática en forma conjunta?.

Inmediatamente nos invade un aluvión de otras preguntas para las cuales no tenemos respuestas, pero son tantas, tan variadas y abarcativas que en principio nos hacen pensar que es imposible modificar lo instituido. Pero si acotamos el problema al ámbito de la Facultad de Ingeniería de la U.N.R.C. las cuestiones a resolver son menos, aunque no pocas ni simples.

Desde donde ahora nos hemos parado, a partir de una lógica puramente académica en la cuál nos sentimos involucrados por nuestra práctica docente y nuestra realidad áulica, y, teniendo como objetivo fundamental mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, creemos que podemos motorizar los engranajes de una propuesta de cambio curricular montados sobre el eje de la interdisciplinariedad.

De esa la lógica académica, que funciona como motor y en la que quedan incluidos los conceptos vertidos y analizados inicialmente y que en principio tienen que ver con los fundamentos epistemológicos de las ciencias física y matemática, podemos estar incluyendo ahora el análisis de otros elementos con pertinencia a la Facultad de Ingeniería o cercanos a ella.

LA REALIDAD ÁULICA Y LA PRÁCTICA DOCENTE

La realidad áulica de las clases de física nos muestra que a pesar de que los alumnos que cursan esta materia en el segundo cuatrimestre del primer año de la carrera ya han cursado Cálculo I en el primer cuatrimestre, donde estudiaron los fundamentos matemáticos e hicieron ejercicios de aplicación de gran parte de los conceptos usados en física, persisten las dificultades en su aplicación concreta.

Estas dificultades podrían atribuirse a que el sistema de correlatividades permite que los alumnos cursen Física I aunque no hayan regularizado Cálculo I, y, siendo que solo deben cursarla no está garantizada la incorporación de los conocimientos por parte de los alumnos.

Pero hemos comprobado que esto no es determinante, puesto que muchos alumnos que regularizaron Cálculo I, y algunos hasta lo promocionaron o aprobaron, tienen serias dificultades en aplicar estos conceptos en la física o hacer uso de la matemática para interpretar o representar los fenómenos físicos; como también existe, aunque son los menos, los alumnos que no regularizaron cálculo y no presentan tan notoriamente dificultades en la física.

Esta realidad áulica dificulta notablemente la práctica docente en las clases de Física donde se debe dedicar gran parte del tiempo a revisar los conceptos matemáticos o bien modificar los alcances de los temas de física conforme a los niveles matemáticos que tienen la mayoría de los alumnos, que es en definitiva lo que se hace. Debemos recordar que este no es el único problema que presenta el aprendizaje de la física pero sí uno de los más importantes.

La experiencia docente acumulada en el aula, compartida con colegas de la misma y de otras disciplinas, analizada en reuniones de Área y de Departamento, en trabajos de seguimiento de alumnos con la intención de conocer el grado de apropiación y evolución de los conceptos adquiridos⁽¹⁰⁾, como así también la incorporación de éstos en distintas áreas curriculares de la carrera, nos permiten inferir que estos conceptos desarrollados en clase, al no tener una aplicación práctica directa e inmediata, no pueden ser incorporados significativamente por los alumnos.

Descontando que la significatividad de los conceptos adquiridos tendrá que ver con la carrera elegida por ellos, es evidente que el andamiaje más adecuado para sus conocimientos será aquel que les permita reconocer la utilidad de los mismos en la dirección, para ellos, más adecuada

EN BÚSQUEDA DE UN MARCO TEÓRICO

Teniendo en cuenta lo dicho hasta aquí no hay dudas de que la propuesta curricular debe girar en torno a un eje principal que consiste en el trabajo interdisciplinario de por lo menos dos de las actuales cátedras a las que podrían sumarse otras como por ejemplo la informática, la química, etc..

Sobre este "eje" asentamos fuertemente nuestra propuesta de cambio curricular y el marco de referencia viene dado fundamentalmente, como hemos visto, desde la práctica. Surge como una necesidad didáctica y pretende, en definitiva, mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje dándole significación a los conocimientos *"buscando integrar el contenido a través de formas que favorezcan su articulación"* (Díaz Barriga, A. 1990).

Esta propuesta integradora aparece *"como una ruptura teórica dentro de la pedagogía toda vez que abandona la ordenación formal del conocimiento"* (Guevara, G. 1976). También aparece como algo muy difícil de lograr si hacemos una mirada desde las ciencias que estamos tratando de asociar porque *"desde el punto de vista teórico, tanto Vasconi (1978) como Follari (1982) sostienen que la interdisciplinariedad es imposible cuando las disciplinas se han desarrollado históricamente en relación con un objeto de conocimiento y han logrado categorías teóricas y métodos de trabajo propios"* (Díaz Barriga, A. 1990) y no pretendemos que concluya en una yuxtaposición de asignaturas sino que es un intento de articular la información mas allá de la estructuración.

(10) "Actividad Investigativa Previa para la articulación entre Matemática II y materias correlativas" (Res.010 C.S.1993) Pajello H y otros

En principio no es nuestra intención determinar la estructura que tendría el plan de estudios, ni cual es la metodología para la elaboración del plan pues *"en el estado actual del desarrollo de la teoría curricular, difícilmente se puede afirmar que exista una metodología para la elaboración de planes de estudio"* (Díaz Barriga, A. 1990).

Creemos que la tarea de elaboración o modificación de un plan de estudio debe ser tarea de todos los actores teniendo siempre presentes los problemas vitales de un plan de estudios, como son: *"la determinación del contenido y su integración epistemológica; la organización académico-administrativa; los vínculos entre institución educativa y sociedad, etc."* (Díaz Barriga, A. 1990).

No obstante creemos que debemos dar nuestra opinión y plantear algún "modelo" sin que esto sea acabado y excluyente de manera tal que movilice los otros engranajes del sistema: la institución y las investigaciones, los cuales montados en sus propios ejes darán validez o no a la propuesta de cambio curricular.

Contrastando con la organización curricular actual de las carreras de la Facultad de Ingeniería de la U.N.R.C. que se estructuraron basadas, aunque no se manifiesta explícitamente, en una teoría curricular de mediados de siglo (Ralph Tyler, 1949; Benjamín Bloon, 1956; Robert Mager, 1961; Jerome Bruner, 1961; Hilda Taba, 1962) que dio en llamarse, o al menos así lo hace Díaz Barriga, *"propuesta curricular estadounidense"* donde: el *mapa curricular* se organizó por *asignaturas y áreas* de acuerdo al *perfil del egresado*, y este fue definido luego de un *diagnóstico de necesidades*, y a la *evaluación* del plan lo hacen comisiones especiales de seguimiento; surge lo que a nuestro criterio aparece como más apropiado, o que se ajusta mejor para trabajar la idea central de la propuesta, que es la experiencia de la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco de Méjico y que los autores llamaron *"modular por objetos de transformación"* y la experiencia de modificación curricular de la Carrera de Técnico Universitario Forestal del ASUMA de la Universidad Nacional del Comahue en nuestro país.

La estructura curricular de estas experiencias se organizan por *módulos* donde se favorece la articulación de los contenidos que integran los *objetos de transformación* que constituyen *"un problema de la realidad, que se toma como tal, en su totalidad y como proceso, para explicarlo por vía de la acción sobre él"* (Serrano, R. 1981).

Estos objetos fueron seleccionados a partir de la *práctica profesional* que dio el *marco de referencia*.

El proceso de evaluación lo hace el conjunto de los actores: docentes, alumnos, no docentes, investigadores, autoridades, egresados, sociedad, etc. manteniéndose en permanente actualización. Pretende efectuar *una evaluación de entradas, procesos, y salidas y las combinaciones de las mismas"* (Astin, A y Pannos, R., 1983).

Debemos repetir que este modelo de organización nos parece el más conveniente pero no queremos *"caer en el simplismo de denominar a estos modos de organización curricular como tradicional (asignatura) y moderno (módulos), sin discurrir convenientemente acerca de la estructuración misma de uno y otro. La organización*

modular per se no es ninguna garantía de un cambio en la relación entre universidad y sociedad ni en el modelo universitario que la sostiene ni en la forma de concebir el aprendizaje.” (Díaz Barriga, A. 1990).

Haciendo un análisis de las posibilidades que tiene el modelo desde distintas dimensiones creemos que a nivel epistemológico (en relación con el problema del conocimiento) y a nivel psicológico (con relación a las teorías del aprendizaje) es justificable y sobre ello ya nos referimos anteriormente.

En cuanto al nivel institucional es donde se nos presentan las mayores dificultades y donde esta propuesta tiene mayor impacto estructural y, es precisamente en este campo donde consideramos que debe intervenir la investigación para dar fundamentos teóricos al proceso.

El cambio que proponemos no puede quedar circunscripto al ámbito de la Facultad exclusivamente, porque de ser así se trataría solo de un cambio curricular y la Facultad forma parte de una Universidad que pertenece a un sistema cuya *“estructura está compuesta por federaciones de facultades y escuelas de carácter profesionalista, estancadas por su aislamiento y con hostilidad de una en relación con las otras”* (Ribeiro, D., 1971).

El actual plan de estudios *“está hecho para lograr una eficiencia administrativa (la cual pretende ser cada día mayor), es adecuado para dispositivos de enseñanza mecánica y evaluación sencilla y masiva”* (Taba, H., 1974).

Ante esto se propone una *concepción curricular modular por objetos de transformación que, entre otras premisas básicas sostiene la necesidad de: articular la investigación y la docencia con el servicio* (Bojalil, L., 1982), *consolidar una planta docente como responsable del curriculum, integrar el conocimiento del sujeto, propiciar una formación teórico-técnica adecuada, y vincular los contenidos a las necesidades sociales, a partir de la definición de un proyecto social.* (Díaz Barriga, A. 1990).

¿Puede esto lograrse sin cambiar la estructura administrativa ni las concepciones de aprendizaje y ciencia?.

Es necesario meditar sobre esto.

En principio nuestra idea estaba circunscripta a la integración de Matemática y Física y, eventualmente, a alguna otra asignatura, pero en un análisis posterior debimos considerar que, indefectiblemente, esta propuesta de cambio movilizaría a la institución y, podría pensarse, que la misma interesaría a otras materias del ciclo superior y generaría la intención de modificar en general las curriculas de las carreras de ingeniería de la facultad donde la matemática, la física, la informática, la química y otras de las llamadas básicas interactuarán en forma interdisciplinaria con las demás materias dando el apoyo necesario en el momento preciso y fueran generando el conocimiento propio en forma escalonada y creciente.

Esto, en definitiva, sería lo deseado pero escapa a las posibilidades de nuestro análisis y además, como ya dijimos, debe ser tarea de todos.

Por ahora quedan las preguntas: ¿cómo impactará una propuesta de este tipo, en el ámbito de la Facultad de Ingeniería?; y en caso de trascender los límites de la facultad ¿cómo lo hará en el ámbito de la U.N.R.C.?; ¿alcanzará a tocar de alguna manera el *campo* (Bourdieu, P) de la Ingeniería?.

Es seguro que si la propuesta logra un grado de desarrollo suficiente es porque ya alcanzó a instalarse en algún *subcampo* dentro del *campo* de la Ingeniería y será en aquel en donde se presente y desarrolle la idea.

Lo que queremos decir en este último párrafo, es que la propuesta, hasta el momento, fue gestada desde, para y por la Facultad de Ingeniería de la U.N.R.C. o una parte de ella, pero no podemos saber a priori los alcances que pueda tener la misma, ni la implicancia y repercusión que pueda tener en el campo y en campos afines. Consideramos que algo que nos puede ayudar en esta tarea es iniciar una planificación como *cálculo situacional sistemático que relaciona el presente con el futuro* (Matus, C. 1987).

EL CAMPO DE LA INGENIERÍA

Un análisis en términos de campo implica tres momentos necesarios e interrelacionados (Bourdieu, P., 1971).

Primero, hay que relacionar el campo en relación con el campo del poder.

En este sentido y en un nivel general podríamos decir que la Ingeniería, en nuestro país, está incluida en el campo del poder, dentro de la clase dominante (Poulantzas, N.), donde ocupa una posición subordinada. Afirmamos esto porque es innegable el peso que tiene esta rama de las ciencias en un mundo altamente tecnificado con tendencia a serlo cada vez más, donde el interés por lo material está aplastando cada vez más al espíritu.

Esto ubica a los agentes de este campo en una posición preponderante dentro del campo del poder, pero sus agentes, tal vez por su propio *habitus* (Bourdieu, P., 1971) o por *violencia simbólica* (Bourdieu, P., 1989) no ocupan lugares preponderantes en la toma de decisiones políticas que son generalmente asumidas por agentes de los campos de las leyes o de las ciencias económicas. Inclusive a nivel social, si bien están ubicados en los lugares más altos de la jerarquía, siempre dentro de la clase dominante, no ocupan los lugares más altos porque estos son ocupados por agentes económicamente poderosos, actores y deportistas destacados, médicos y científicos.

Las referencias de lo que afirmamos podemos encontrarla muy simplemente observando los títulos que ostentan las personas que ocupan los altos cargos políticos, qué títulos tienen los gerentes y directivos de las principales empresas y quienes ocupan la mayor parte de los espacios de la prensa.

Si miramos al interior del campo encontraremos una subdivisión bien marcada donde los agentes presentan *habitus* diferentes y si esta suerte de trascendente histórico que es el *habitus*, un sistema socialmente constituido de disposiciones estructuradas y estructurantes, adquirido mediante la práctica y siempre orientado hacia funciones prácticas, es estructurado por el campo (Bourdieu, P., 1995) podremos delimitar dos sub-campos.

Uno de ellos lo encontramos al interior de las universidades, institutos tecnológicos, centros de investigación tecnológica públicos y privados, centros de desarrollo científico y tecnológico y algunos otros que tienen que ver con el desarrollo de la propia ciencia.

El otro es el de la actividad profesional, centros y colegios profesionales, oficinas de control e inspección de obras y todo otro que tenga que ver con la práctica profesional, digamos independiente, del ingeniero.

A nivel de estos sub-campos ninguno de los dos ocupa un lugar preponderante en la lucha de poder.

En el primero, el lugar preponderante lo ocupa un campo que tiene el poder hegemónico, que es el campo científico, el cual a su vez puede estar conformado por algunos ingenieros pero estos, a este nivel, adquieren categorías propias y son en general autoexcluidos del campo de la ingeniería para incluirse en el campo científico que a nivel general tiene mayor hegemonía.

En el segundo, los colegios profesionales de la ingeniería no son los de mayor influencia política y social si los comparamos con los colegios de escribanos, abogados o contadores.

A este último sub-campo podríamos a su vez dividirlo en dos grupos marcados por las diferentes posiciones que a su vez ocupan dentro del sub-campo.

Uno de ellos está compuesto por los ingenieros civiles y el otro por el resto.

Los ingenieros civiles han logrado una posición de preferencia a través de la legislación vigente que mantienen por sus *habitus* y los *habitus* de los otros.

En esta intención de determinar el campo de la ingeniería y las subdivisiones que hemos realizado avanzamos en el segundo momento que plantea Bourdieu que es *establecer la estructura objetiva de las relaciones entre las posiciones ocupadas por los agentes o las instituciones que compiten dentro del campo en cuestión* y también en el tercero que es *analizar los habitus de los agentes, los diferentes sistemas de disposiciones que éstos adquirieron mediante la interiorización de un tipo determinado de condiciones sociales y económicas*.

Estos momentos no están acabados y deberíamos profundizar en cada uno de ellos, pero por el momento sólo vamos a buscar las relaciones que consideramos más relevantes

para determinar el campo con la convicción de que en el desarrollo futuro irán surgiendo otras cuestiones que marcarán estos momentos.

Un proyecto de cambio curricular en las carreras de ingeniería de la U.N.R.C., cómo es lógico, toca inmediatamente a la Facultad de Ingeniería de la U.N.R.C. y, en su camino ascendente dentro de la institución, a la U.N.R.C y luego al Ministerio de Cultura y Educación de la Nación donde termina y, si es aceptado se implementará y pondrá en marcha el nuevo plan cuyos efectos recién se comenzarán a sentir en el campo de la ingeniería al cabo de varios años cuando se incorporen al campo los nuevos profesionales.

Todo esto si el cambio que se propone no altera mayormente lo instituido y todo se conduce dentro de las competencias del propio campo, aunque, como vimos, las decisiones serán tomadas fuera del campo; en el campo del poder (Concejo Superior de la U.N.R.C, Ministerio de Educación de la Nación,...).

Ahora bien, la propuesta curricular que planteamos no es una simple modificación temporal y metodológica sin cambios de estructuras, tampoco pretendemos que sea estructurada por un grupo técnico que eleve la propuesta a las autoridades y estas decidan al respecto.

Pretendemos que la propuesta sea tarea de todos, por lo cual sus efectos pueden ser inmediatos e inclusive pueden tocar a otros campos, los cuales tal vez no se verán modificados, pero por la *illusio* (Bourdieu, P., 1989) de sus actores hará que la propuesta sea mucho más trascendente.

Ya lo dijimos antes y lo repetimos ahora: la propuesta no tiene dimensiones para generar la crisis, con ella sólo se pretende introducir un nuevo conflicto que, naturalmente aumentará el malestar que eventualmente puede concluir en crisis. Esto a nivel institucional, a nivel de campo, pretendemos modificar la configuración particular de su estructura, o de una parte de ella, alterando el campo de fuerzas motorizando el funcionamiento del propio campo.

Si se logra provocar la crisis en la institución y alterar el campo de fuerzas dentro del campo, poco interesa si la propuesta es aceptada o rechazada, porque el objetivo final, que es mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, de cualquier modo se habrá logrado al producir pequeños desequilibrios que es lo que apunta a su mejoramiento.

PLANIFICAR ¿PARA QUE?

Hemos delimitado el campo donde influirá y será influida la propuesta, o al menos hemos intentado delimitarlo, porque tratamos de analizar el campo de la ingeniería bajo el supuesto de que será en éste en el que impactará nuestra propuesta, pero si tomamos las palabras de Bourdieu (1995) *“un campo puede concebirse como un espacio donde se ejerce un efecto de campo, de suerte que lo que le sucede a un objeto que atraviesa este espacio no puede explicarse cabalmente por sus solas propiedades intrínsecas. Los límites del campo se encuentran en el punto en el cual terminan los efectos del campo. Por consiguiente, debemos intentar medir en cada caso, mediante diversos procedimientos, el*

punto en que estos efectos estadísticamente detectables disminuyan o se anulan”, mas allá de este punto estamos fuera del campo.

Por lo cual, a priori, no podemos decir donde termina el campo, esto solo podrá determinarse mediante una investigación empírica, como tampoco podemos asegurar que la propuesta toque a algún campo porque *los campos siempre conllevan “barreras de ingreso” tácitas o institucionalizadas* lo que supone que tal vez no ingrese al campo de la ingeniería o a ningún campo en particular así como también puede ingresar a más de uno.

Entonces ¿para qué planificar?. A esta pregunta responde Matus, fundamentalmente en su *segundo argumento*, cuando hace referencia a la necesidad de planificar como *cálculo situacional sistemático y articulado en distintos plazos*, donde nos dice: *“se necesita prever cuando la predicción es imposible”*. En otras partes este autor nos dice: *“la planificación, como cuerpo de teoría general, puede aplicarse a cualquier actividad humana donde es necesario un esfuerzo para alcanzar un objetivo”*.

Estas frases ya contestan a nuestra pregunta, pero queremos agregar otras dos, también de Matus; una de ellas, que creemos muy pertinente conforme con lo que habíamos concluido anteriormente y la otra porque la consideramos muy contundente, en la que el autor reafirma su pensamiento, el que nosotros compartimos.

Estas son: I. *“la planificación debe asumir que el medio en que ella se desarrolla es un medio resistente que se opone a nuestra voluntad y que tal oposición no proviene de la naturaleza, sino de otros hombres con distintas visiones, objetivos, recursos y poder, que también hacen un cálculo sobre el futuro y tienen iguales o mayores posibilidades que nosotros de conducir el proceso social por un camino que se aparte del nuestro”* y

II *“la planificación no es un método descartable, es un modo de vivir del hombre hacia la libertad”*.

En el estado de desarrollo en que se encuentra nuestra propuesta de cambio curricular, consideramos que podríamos abordar el *momento explicativo* según las concepciones de Matus aunque *cada momento comprende a los otros momentos, ningún momento es necesariamente primero que otros; ningún momento cierra o termina el proceso encadenado; ningún momento comienza y termina en tiempo preciso; ningún momento queda atrás definitivamente y se agota en una sola instancia...* no obstante el mismo autor dice más adelante: *“la explicación de la realidad es uno de los primeros problemas con que se enfrenta el planificador”*, o sea que comenzar por este momento parece una buena elección.

Como primer paso para desarrollar el momento explicativo debemos identificar los problemas relevantes. Para ello podríamos hacer una lista de todos los problemas que consideramos existen e interfieren en el proceso de enseñanza y aprendizaje que es el objetivo de nuestra propuesta.

De muchos de ellos ya hicimos referencia anteriormente y habrá muchos otros que “nosotros” consideramos problemas sobre los cuales podremos actuar, al menos a través de un cambio curricular.

Además hemos reconocido la existencia de oponentes con capacidad de explicar y planificar, y no resulta tan evidente que pueda haber "un" diagnóstico de la realidad único, riguroso y objetivo.

Esto quiere decir que debemos reconocer no solo los problemas que son tales para nosotros sino que también debemos considerar los problemas que reconocen los otros, darles una valoración y entrecruzarlos de tal manera de extraer de ellos los más significativos para todos.

Esto es una tarea ardua y solo vamos a hacer una reconstrucción simplificada de los procesos que generan algún problema de importancia. Para ello vamos a utilizar el *método de explicación situacional cuya expresión gráfica es el flujograma situacional* que se adjunta a continuación.

El problema que trataremos es el **Bajo rendimiento académico de los alumnos de las carreras de ingeniería de la U.N.R.C.** lo que conforma el "vector de definición del problema V.D.P." y sobre el que existen las siguientes precisiones:

- 1) La relación egresados/ingresantes entre los años 1991 a 1996 es de 12,47%.
- 2) El 50% de los fracasos escolares se presentan en los dos primeros años de las carreras.
- 3) Las proyecciones del plan de estudios puesto en marcha en 1994 indican que no se mejorarán sustancialmente estos índices. (Datos de la Facultad)

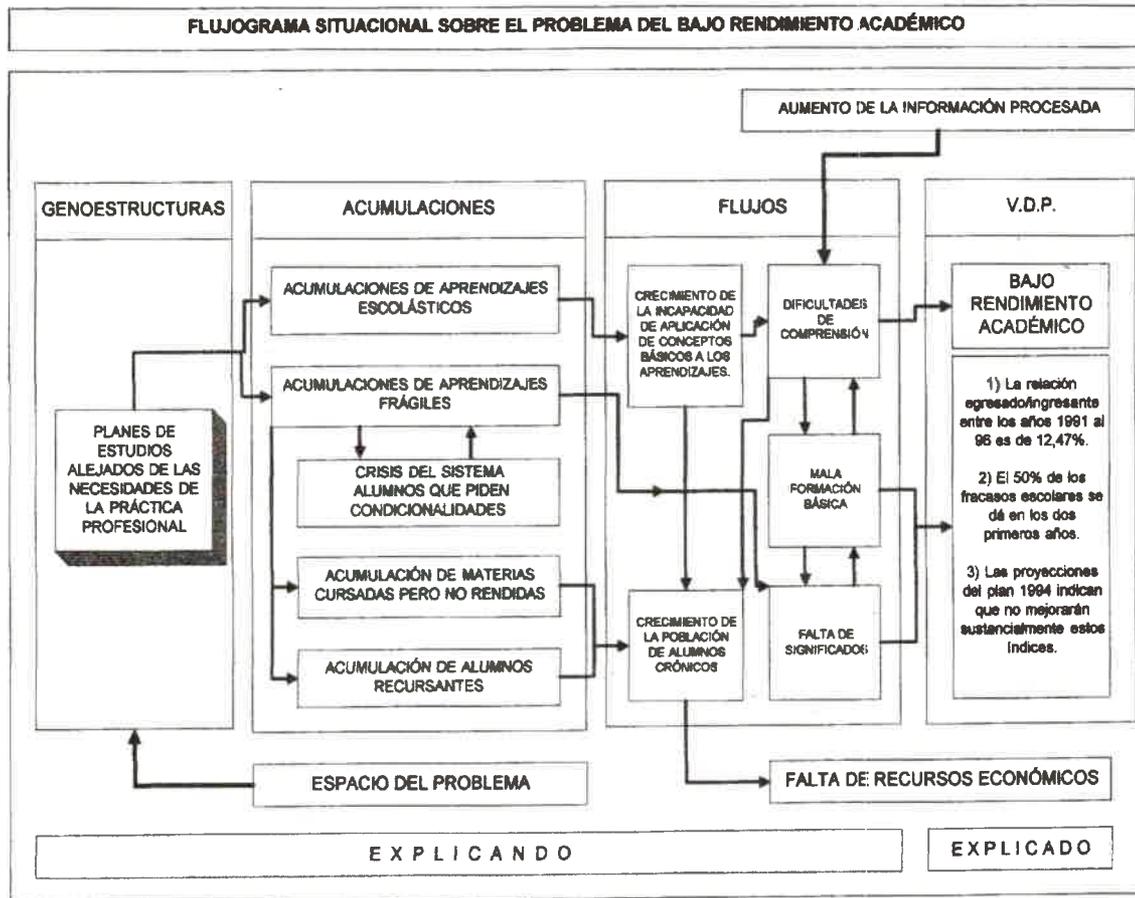
Luego surgen algunos hechos relacionados con el V.D.P. que serán diferentes para los diferentes analistas y también según el lugar desde donde se los mire.

Entre éstos, nosotros incluimos **la mala formación básica, dificultades en la comprensión, ausencia de significados**, y otros que no tienen relación directa con el V.D.P. pero es lo que se manifiesta, se palpa, se detecta como paso previo a las dificultades a que hacíamos referencia anteriormente. Aquí incluimos el **crecimiento de las incapacidades de aplicar los conceptos básicos a las materias aplicadas.**

Ante esto surgen algunas preguntas que tienen que ver con ¿por qué la institución no ha intervenido? y al constatar que no es así, sino que la institución sí se ha preocupado y ocupado de ello pero sin éxito, es que aparecen *realidades más estructuradas que los hechos mismos, que hay realidades que constituyen acumulaciones sociales*, por ejemplo **acumulación de aprendizajes escolásticos, acumulación de aprendizajes frágiles, aumento de alumnos que piden condicionalidades, acumulación de materias cursadas pero no rendidas, aumento de alumnos recursantes.**

Ante todo esto surgen un sin número de preguntas y otras tantas respuestas que intentan dilucidar las causas de estas problemáticas y las posibles soluciones hasta que aparece como más fuerte la idea de un cambio en el **plan de estudios que esté más**

cercano a las reales necesidades de la práctica profesional, lo contrario a esto aparece como la causa fundamental donde se radica el espacio del problema.



Esta es una visión muy simplificada de "un problema" del que surgieron "subproblemas" que podrían considerarse, cada uno de ellos como V.D.P., pero ésta sistematicidad que ofrece el flujograma irá achicando el espectro de los problemas a un grupo reducido sobre los que debemos actuar.

Además las distintas estructuras, *genoestructuras*, *acumulaciones* y *flujos* quedan relacionadas y cruzadas, de tal manera que permite delimitar y cuantificar el problema.

Con esta rápida visión de las ventajas que nos presenta la planificación sistemática, creemos poder lograr lo que por definición representa la planificación: "cálculo que precede y preside la acción que nos permite intentar someter a nuestra voluntad el curso encadenado de los acontecimientos".

Nuestro deseo final en este trabajo es "provocar la crisis en la institución y alterar el campo de fuerzas dentro del campo, poco interesa si la propuesta es aceptada o rechazada, porque el objetivo final, que es mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, de cualquier modo se habrá logrado al producir pequeños desequilibrios que es lo que apunta a su mejoramiento".



METODOLOGÍA

Según Chrobak R. (Metodologías para lograr aprendizaje significativo, 1998) , “son numerosos los investigadores que sostienen que los programas recientemente renovados, de la forma que estaban estructurados, presentaban un conjunto de asignaturas totalmente estancas, carente de verdaderos significados y que las metodologías que se utilizaban se hallaban totalmente alejadas de la realidad cotidiana que viven los profesores y los alumnos, que deberían ser el motor de la práctica docente.

La adaptación de contenidos amplios y generales a los casos específicos y a la realidad que viven nuestros estudiantes mediante la apropiación curricular, no es una tarea fácil pero, de todos modos debe ser iniciada”.

Asumiendo como definición que el constructivismo constituye: “Una visión del conocimiento humano como un proceso de construcción cognitiva llevada a cabo por los individuos que tratan de entender el mundo que los rodea” (Chrobak R. 1998) y que la educación es: “Un evento social en el que se comparten significados” (Gowin, D.B. 1981), nos parece pertinente, que en base a las consideraciones hechas anteriormente, los contenidos curriculares deben transformarse en “herramientas” que sirvan para ese proceso de “construcción cognitiva significativa”.

Pero toda herramienta, para ser bien manejada, debe ser bien conocida, confiable y adaptable a distintas situaciones. Se debe creer en ella y estar convencido de su utilidad.

Por ello, aceptando que “No existe LA estructura de contenidos CORRECTA para la instrucción de la ciencia” (Chrobak R. 1998). En esta estructura curricular por módulo de transformación que proponemos, cada módulo deberá planificarse en base a una cuidadosa reconstrucción de los conceptos pertinentes a la estructura de contenidos que corresponda a cada disciplina, de manera de lograr la que se suponga como la más aceptada en el consenso de la comunidad.

Para este consenso deberán compatibilizarse los objetivos propuestos por cada área disciplinar, pero además deberá tenerse muy en cuenta los intereses, las concepciones y la visión que el alumno tenga, ya que estos elementos favorecerán su proceso de reconstrucción de el conocimiento y mejorarán la comprensión de los mismos.

No debemos olvidar lo que Kuhn llama “anteojeras conceptuales” , que no es otra cosa que el hecho de que cada uno ve y comprende las cosas desde los conceptos que esté manejando.

Por todo ello, nos parece lógico que esta estructura de contenidos por módulos de transformación, favorecerá la construcción de un aprendizaje significativo por parte del alumno.

Estas consideraciones que deberán tenerse en cuenta al ordenar los contenidos curriculares como “herramientas modulares”, se justifican y fortalecen más aún, al observar que potencian la utilización de indiscutidos elementos de las teorías educativas como son

el hecho de que al interrelacionarse los contenidos curriculares de dos áreas distintas pero estrechamente relacionadas, también se verán aumentados los conocimientos previos de los alumnos y la cantidad de términos utilizados en cada exposición de clase, con lo cual, la mayor cantidad de frases y palabras con algún significado familiar en alguna de estas áreas, si estas palabras tienen significados recordables en la memoria de largo alcance, según el sistema de memoria humana, (Novak, J.D., 1992) favorecerá la posesión de los conocimientos impartidos.

Por otro lado, la acumulación de conocimientos previos relevantes y bien organizados en un campo determinado, hará mucho más fácil la adquisición, el uso y el anclaje de nuevos conocimientos en ese campo y en otros relacionados con él, ya que en este tipo de aprendizaje significativo, las nuevas ideas adquiridas por los alumnos se relacionan de un modo no arbitrario sino sustancial con lo que ellos ya saben, a diferencia del aprendizaje mecánico.

ACEPTACIÓN O RECHAZO DE LA PROPUESTA

Hasta aquí la presentación de la propuesta, en la que ya dejamos planteados algunos interrogantes referentes a la aceptación o rechazo de la misma por parte de la institución y sus miembros.

Ahora nos proponemos tratar de contestar algunas de estas preguntas y aún más: hacer una proyección a futuro para que estos supuestos nos indiquen cuál es el camino y/o los caminos alternativos que debe seguir la propuesta con la finalidad de lograr sus objetivos.

Para ello en primer lugar debemos intentar delimitar el campo de influencia de la propuesta para lo cual creemos pertinente utilizar los conceptos de Bourdieu (1971) y en segundo término iniciar una planificación para lo cual utilizaremos a Matus (1987).

CAPÍTULO III

UN MODELO DE PROPUESTA DE CAMBIO CURRICULAR

Por el momento, y a modo de ejemplo, solo haremos una propuesta del *mapa curricular* que podría tener el ciclo básico de la carrera de Ingeniería Química y que mostramos en hojas siguientes.

Como podrá apreciarse el diseño que presentamos no responde totalmente a las concepciones básicas a las que hicimos referencia. En este se han mantenido o se han hecho muy pocas variantes del plan en vigencia. No se modificó mayormente la carga horaria semanal, ni las materias a desarrollar en estos dos años; se posibilita que se continúe con parte del programa con el régimen de asignaturas e inclusive la Matemática y la Física mantienen su identidad.

Esto responde, por un lado, a un principio fundamental del cual ya hicimos referencia, como es considerar que en la elaboración de un plan de estudios o más bien en la organización curricular deben participar todos los actores; y por otro lado, por tener conocimiento de la institución en la que se pretende introducir el cambio.

Este conocimiento de la institución no proviene de haber hecho un análisis científico de la misma sino por formar parte de ella y haber vivido su historia.

No obstante investigar la institución es tarea pendiente en la organización curricular y debe formar parte de ella.

A modo de comentario y porque creemos que es importante, solo diremos que como toda institución de *existencia* (Enriquez, E., 1987) transita por un permanente estado de conflicto pues "*sería difícil reconocer una etapa en que las instituciones educativas no estuvieran en y con conflictos*" (Garay, L., 1996) y los sujetos que la componen marcan por su contradictoria posición en la institución un permanente estado de malestar, pero el conjunto se mantiene en equilibrio.

Para romper este equilibrio la institución debe entrar en crisis; "*crisis que supone ruptura de la regularidad*" (Schlemenson, A., 1987) luego de lo cual se logrará un nuevo equilibrio en un nuevo orden instituido.

La propuesta no tiene dimensiones para generar la crisis, con ella sólo se pretende introducir un nuevo conflicto que, naturalmente aumentará el malestar que eventualmente puede concluir en crisis.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL MODELO

El modelo que presentamos, que modifica el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la U.N.R.C contempla únicamente el ciclo básico de la carrera y tiene una duración de dos años dividido en cuatro cuatrimestres

con una carga horaria total de 1560 horas (390 horas por cuatrimestre) con aproximadamente 26 horas semanales.

Las asignaturas como las Químicas e Idioma que son dictadas por otras facultades (Ciencias Exactas y Humanas) y Dibujo e Introducción a la Ingeniería se mantienen con la misma estructura que tienen en el plan actual con algún corrimiento temporal.

La Informática cambia su posición temporal y además se propone su integración con Matemática II y Física II para conformar los módulos III y IV.

Lo mismo ocurre con Termodinámica que junto con Matemática IV y Física IV componen los módulos VII y VIII.

Los cambios fundamentales se producen en las físicas y las matemáticas.

La carga horaria se reduce a un mínimo de dos horas semanales para cada una durante los cuatro cuatrimestres, donde cada ciencia desarrollará los conceptos que fundamentan cada disciplina manteniendo sus bases epistemológicas, su identidad y su metodología.

Además se propone la creación de ocho módulos, dos por cada cuatrimestre.

En estos módulos se desarrollarán lo que nosotros llamamos "unidades temáticas" que funcionarían como objetos de transformación.

En principio estas unidades están pensadas como temas que debe desarrollar la Física y donde se van acoplando en forma espiralada y creciente los temas que debe desarrollar la Matemática la que, tal vez, deba volver una y otra vez sobre lo mismo en forma ascendente en complejidad.

Los nombres y los temas de los módulos que aparecen en el mapa, están a modo de ejemplo pues aun no se ha realizado la selección de contenidos de cada ciencia, más adelante se mostrará un análisis de cómo se irán vinculando las distintas unidades para dar forma a cada módulo.

Lo expuesto es solo una primera aproximación basada en los contenidos y espacios temporales que desarrollan cada una de las materias en el plan actual.

En cada uno de los módulos, en general, se desarrollarán en forma teórica y práctica los temas de la física propuestos, con todo el apoyo teórico y la ejercitación necesaria por parte de la Matemática que a su vez utilizará los conceptos de la primera para sustentar y dar significado a sus fundamentos.

En los dos primeros módulos la integración se realiza exclusivamente entre Matemática y Física pero en el tercero y cuarto (lo que podría extenderse al quinto y sexto) también se incorpora la Informática con todo su bagaje de herramientas sobre las que no es necesario que nos extendamos porque es muy fácil imaginar su pertinencia.

De igual manera se propone la incorporación de la Termodinámica en los módulos séptimo y octavo o al menos en uno de ellos.

CUATRIMESTRE	ASIGNATURA O MÓDULO	CARGA	HORARIA
		SEMANAL	TOTAL
1°	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;">INTRODUCCION A LA INGENIERIA</div>	4	60
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">MÓDULO I LA LUZ Y EL UNIVERSO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">MATEMÁTICA I</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">MÓDULO II EL MOVIMIENTO</div> </div>	12	180
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;">FÍSICA I</div>		
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;">QUÍMICA GENERAL</div>	10	150
TOTAL		26	390

CUATRIMESTRE	ASIGNATURA O MÓDULO	CARGA	HORARIA
		SEMANAL	TOTAL
2°	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;">MATEMÁTICA II</div>		
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">MÓDULO III LOS SISTEMAS MECANICOS</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">FÍSICA II</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">MÓDULO IV LOS FLUIDOS</div> </div>	18	270
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;">INFORMÁTICA</div>		
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;">QUÍMICA INORGANICA</div>	8	120
TOTAL		26	390

CUATRIMESTRE	ASIGNATURA O MÓDULO	CARGA	HORARIA
		SEMANAL	TOTAL
3 °		12	180
	QUÍMICA ORGANICA	8	120
	DIBUJO	6	90
	TOTAL	26	390

CUATRIMESTRE	ASIGNATURA O MÓDULO	CARGA	HORARIA
		SEMANAL	TOTAL
4°		18	270
	INGLES I	2	30
		6	90
	TOTAL	26	390
TOTAL GENERAL DEL CICLO BASICO			1560

La validación o aprobación de cada módulo y asignatura como el régimen de correlatividades no ha sido analizado y será tema de investigación y discusión del proceso luego que se hallan seleccionado y delimitado los contenidos de cada unidad temática que conforman los módulos y asignaturas.

En los supuestos institucionales esta modificación de plan de estudio no alteraría mayormente el régimen instituido pero sabemos que no será así y apostamos a ello de modo que se movilicen todos los engranajes del sistema y se obtenga en definitiva un currículo moderno, flexible, de todos y en permanente evaluación y actualización.



ELABORACIÓN DE LOS MÓDULOS CURRICULARES POR OBJETOS DE TRANSFORMACIÓN

Los módulos curriculares que integran los contenidos de esta propuesta, se conforman a partir de la red conceptual de cada una de las unidades de cada una de las cátedras, Cálculo I y Física I, para lo cual deberá establecerse un adecuado ordenamiento.

Si analizamos la red conceptual de los contenidos de la primera unidad de Cálculo I y de Física I que corresponden al Módulo I del mapa curricular, y ordenamos convenientemente los conceptos implicados, resulta, casi por simple superposición, la red conceptual de la primera unidad del Módulo I, como puede observarse en los esquemas adjuntos presentados a continuación.

Por consiguiente, no será demasiado difícil establecer la secuenciación de los contenidos de cada módulo, sin embargo, atendiendo a las motivaciones expuestas anteriormente, la estructuración de cada uno de estos contenidos en cada cátedra, deberá ser realizado cuidadosamente para no desprenderse del contexto general.

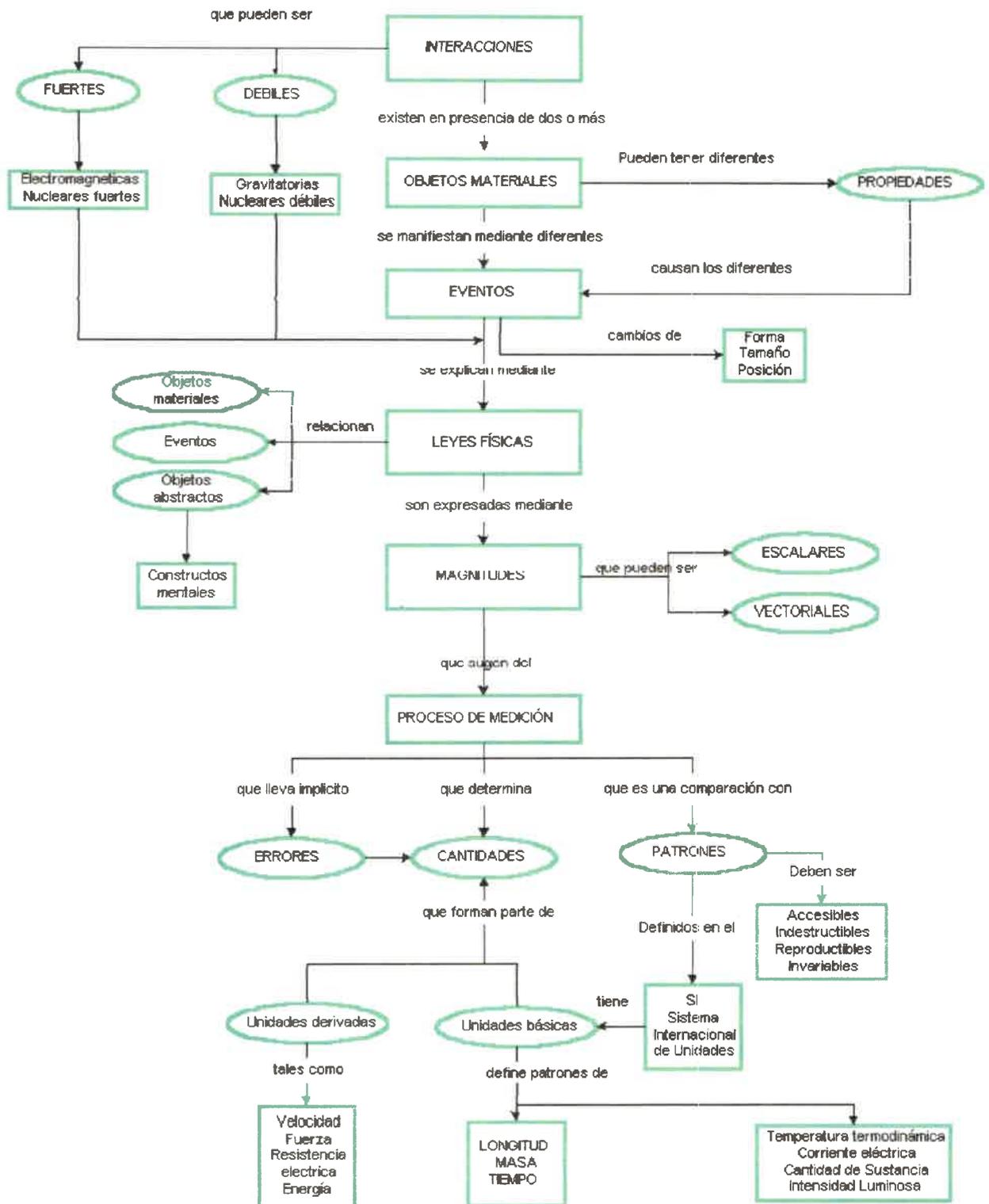
El desarrollo de los contenidos de cada unidad modular, puede realizarse de la siguiente manera:

Se plantea el tema de Física que será abordado y en el transcurso de la clase y en su desarrollo se van incorporando los contenidos matemáticos elaborados en "paquetes" autocontenidos de manera que no queden descontextualizados del formalismo, la rigurosidad y la generalización que corresponde a las definiciones y demostraciones matemáticas, ni de alguna ejercitación abstracta, ni de su relación con el resto de los contenidos.

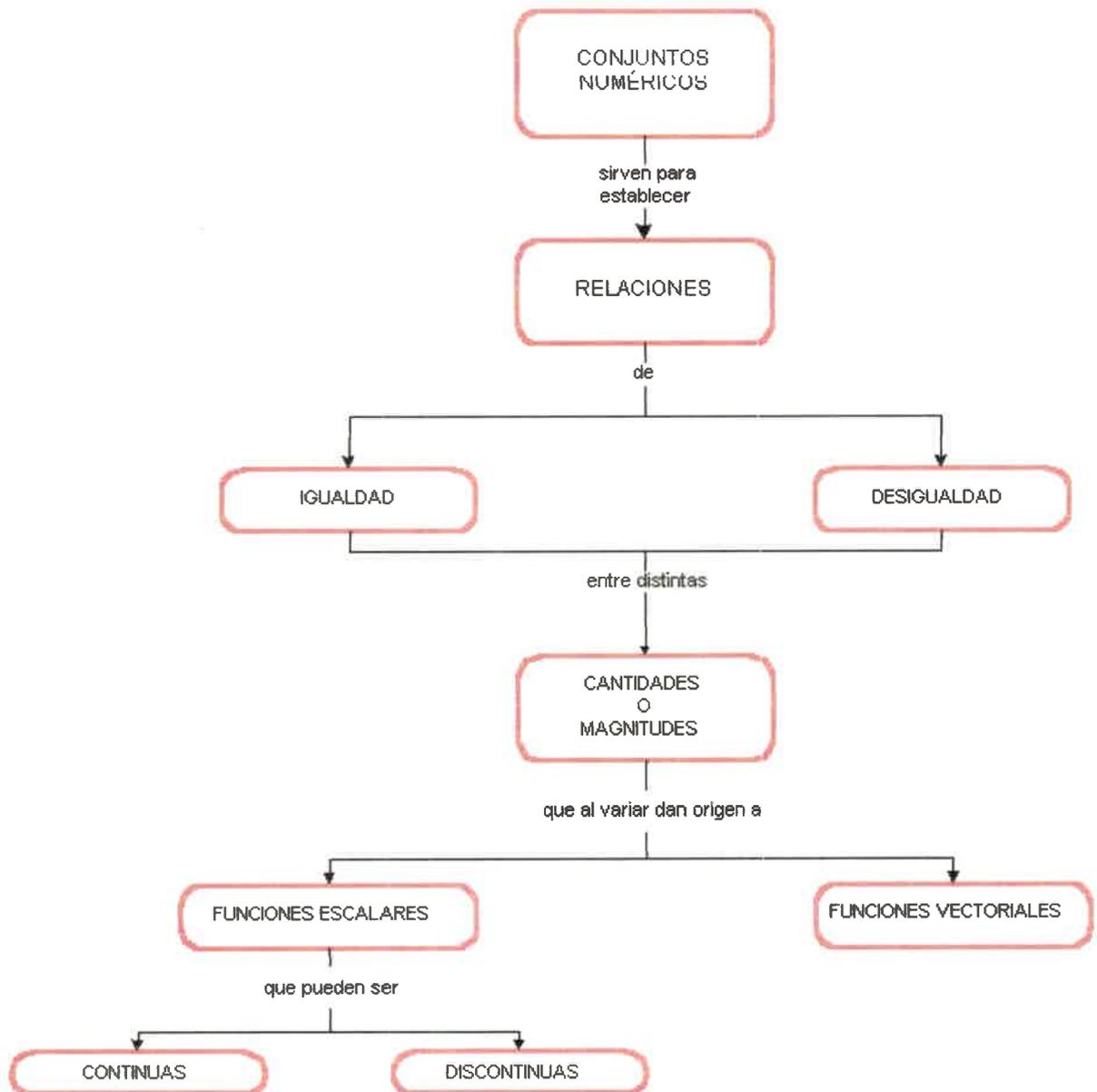
Seguidamente se aplica el concepto matemático estudiado, a la situación real del problema físico, retomando así su análisis, pero ya formalizado matemáticamente.

De esta manera se podrá avanzar en forma ordenada, justificando adecuadamente los conocimientos formalizados matemáticamente, a la vez que se "visualizara" su aplicación práctica como "herramienta" para interpretar y resolver, en este caso, un problema físico, debiendo quedar bien claro que el concepto generalizado, aportado por la matemática, podrá utilizarse también en otras ciencias y en otras aplicaciones.

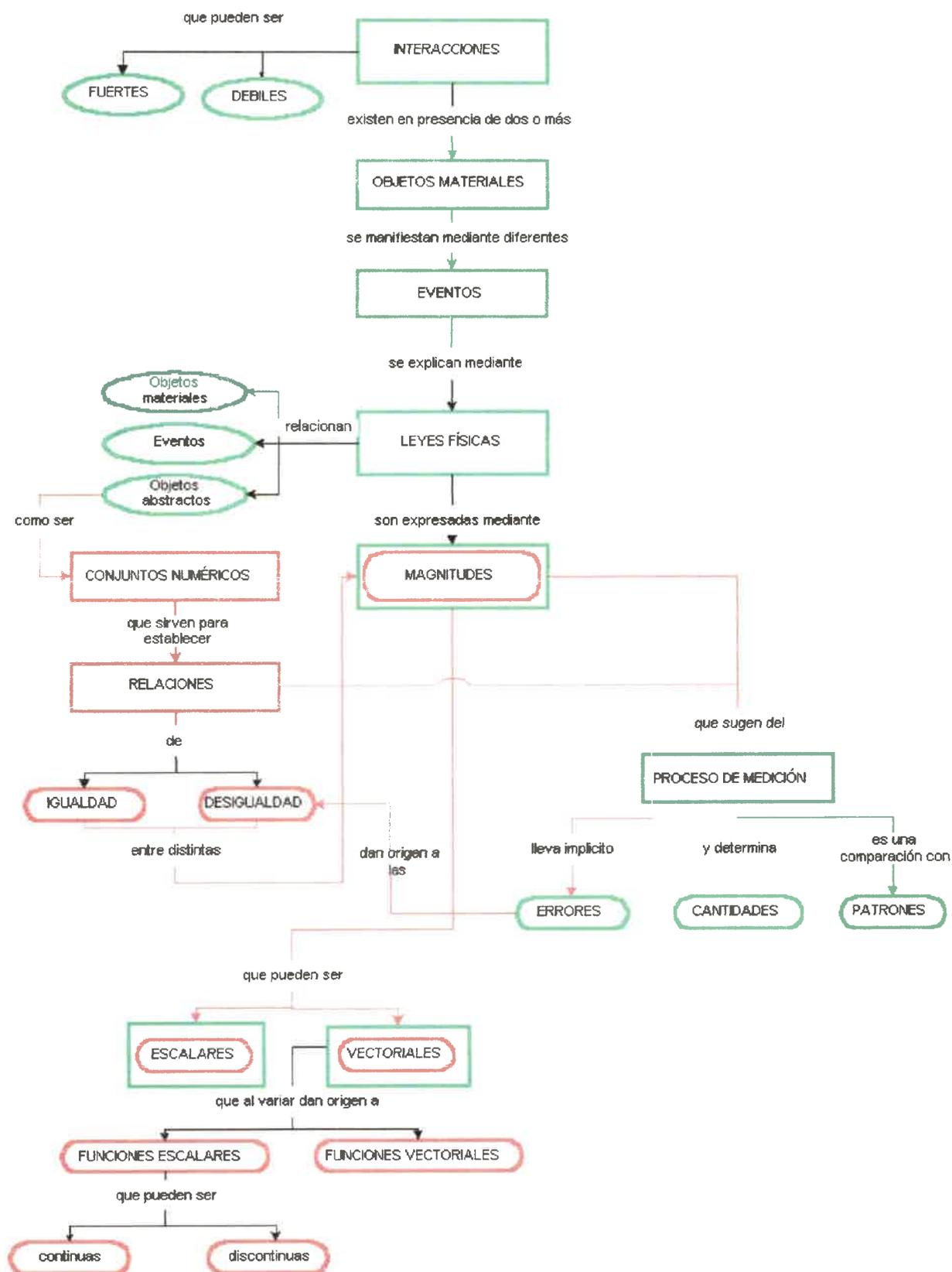
RED CONCEPTUAL DE LA PRIMERA UNIDAD DE FÍSICA I



RED CONCEPTUAL DE LA PRIMERA UNIDAD DE CÁLCULO I



RED CONCEPTUAL DEL MÓDULO I



10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

ALGUNOS RESULTADOS

Distintas situaciones en la vida de la Facultad de Ingeniería entre las que se destacan el gran crecimiento de la matrícula de alumnos ingresantes y el desigual crecimiento de la planta docente, ha alejado un poco la posibilidad de implementar este modelo en los cursos actuales como un modo de experiencia piloto, sin embargo se ha realizado una experiencia en el Curso a Distancia del Área Física para Actividades de Pre-Ingreso que se llevó a cabo en el año 1999.-

En este año, el citado curso fue editado por el Departamento de Imprenta y Publicaciones de la U.N.R.C. (ISBN: 950.665.106-X) ⁽¹⁾, y se puso en vigencia para los alumnos ingresantes a las carreras de Ingeniería.

Se aplicó nuevamente en el ingreso del año 2000 y las evaluaciones realizadas con los datos obtenidos, fueron objeto de presentaciones en distintos congresos. Se desprende de estos análisis realizados, que los resultados obtenidos fueron satisfactorios, no obstante, son tantas las variantes que influyen en las evaluaciones de los ingresantes, que es muy difícil obtener resultados objetivos.

Por esta razón el texto publicado sigue en vigencia y actualmente se a incorporado a la red de la Universidad en la dirección <http://www.unrc.edu.ar/cursos/ing/> siendo consultada por internet, y, en los casos solicitados, los alumnos se inscriben y son atendidos por un sistema tutorial.

Este curso de pre-ingreso a la Facultad de Ingeniería elaborado por el Area de Física, está pensado desde el punto de vista de la falta de conocimientos matemáticos que tiene el alumno ingresante ante cualquier requerimiento de cálculo elemental y consecuentemente, la necesidad pedir el auxilio, el soporte o la ayuda matemática necesaria para resolver cada problema fisico que se la plantea.

Este "auxilio matemático", como se lo denomina en el texto, se solicita en distintos momentos del planteo físico, según sea el avance de éste, pero, el tema en cuestión es implementado desde la matemática de una manera generalizada, formal y autocontenida, de manera que una vez desarrollado este nuevo conocimiento permita, como una aplicación particular, "modelizar matemáticamente" el problema físico, interpretarlo, resolverlo y seguir avanzando hasta un próximo momento en que nuevamente aparezcan "necesidades matemáticas".

Esta experiencia no es exactamente la que planteamos en nuestra propuesta, pero tiene alguna similitud que nos permite albergar la esperanza de poder experimentarla realmente en nuestras cátedras, porque nos muestra que es posible.



⁽¹⁰⁾ Se adjunta ejemplar

BIBLIOGRAFIA

- ALONSO, M. y FINN, E. J. (1971): "*FISICA, Volumen I: Mecánica*". Edición revisada. (Versión en español de C. Hernandez y V. Latorre, Fondo Educativo Interamericano, S.A. 1971).
- ANDRONICO DE RODAS (h. 70 a. C.): "*Corpus aristotelicum*". (Diccionario Enciclopédico Espasa 1. Octava edición corregida y aumentada. Edición Especial para Argentina. Espasa - Calpe, Madrid 1992).
- ASTIN, A. y PANNOS, R.: "*La evaluación de Programas Educativos*" (Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, 1983)
- BOJALIL, L. (1982): "*El Proyecto Académico de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco*" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco,). México.
- BRUNER, Jerome (1961): "*El Proceso de la Educación*" (UTEHA, México 1963).
- BOURDIEU, Pierre (1971): "*Campo del poder y campo intelectual*" (Buenos Aires, Folios, 1983).
- BOURDIEU, Pierre (1979): "*La distinción. Crítica social del juicio*" (Madrid, Taurus, 1988).
- BOURDIEU, Pierre y WACQUANT, Loïc J.D. (1995): "*Respuestas por una Antropología Reflexiva*" (Editorial Grijalbo. México, 1995).
- CHROBAK, Ricardo (1998) "*Metodologías para lograr aprendizaje significativo*" (Educo – Reun - Neuquen - Argentina
- DIAZ BARRIGA, Ángel (1990): "*Ensayos sobre la Problemática Curricular*" (México - Trillas, 1990).
- ENRIQUEZ, E. (1990): "*El Sujeto Humano: de la clausura identitaria a la apertura del mundo*", en Dorey, R; Castoriadis, C., y otros, "*El Inconsciente y la ciencia*", Buenos Aires, Amorourt, .
- FEYNMAN, R. P. (1971): "*Física, Volúmen I: Mecánica, radiación y calor*". Fondo Educativo Interamericano, S. A.)
- FOLLARI, T. (1982): "*Interdisciplinariedad. (Las aventuras de la ideología)*". Colección Ensayos, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México, 1982).
- GALLO E. - RUFFA F.: "*Civiltà D'Italia*" Vol.II (Editorial Asociación Dante Alighieri - Buenos Aires - Edición 1989): Galileo, Galileo (1564-1642): "*Saggiatore*" (1623); "*Dialogo Sopra i Due Massimi Sistemi*" (1632); "*Dialoghi delle Nuove Scienze*" (1636).
- GARAY, Lucía (1996): "*La Cuestión Institucional de la Educación y las Escuelas. Conceptos y Reflexiones*" en Ida Butelman y otros "*Pensando las Instituciones*" Paidós , Buenos Aires.
- GUEVARA, G. (1976): "*El Diseño Curricular*" (División de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Metropolitana-Xichimilco, México 1976)
- KEPLER, J. (1596): "*Mysterium Cosmographicum*". (Diccionario Enciclopédico Universal. Ilustrado. W. M. Jackson, Inc. Editores, Cuarta Edición, México, 1959).

- MATUS, Carlos (1987): *"Política Planificación y Gobierno"* (Fundación ALTADIR - 1987).
- NEWTON, Isaac (1687): *"Philosophiae naturalis principia mathematica"* (Diccionario Enciclopédico Espasa 1 - Edición Especial para Argentina 1993 - Espasa-Calpe, Madrid 1992).
- POULANTZAS, Nicos: *"Estado poder y socialismo"* (Siglo XXI Editores).
- RESNICK, R. y HALLIDAY, D. (1971): *"Física - Parte I"*, Nueva edición actualizada. Compañía Editorial Continental, S. A.
- RIBEIRO, D. (1971): *"La Universidad Latinoamericana"*, Editorial Universitaria, Chile.
- ROEDERER, Juan G. (1963): *"Mecánica Elemental"*. (EUDEBA - Buenos Aires).
- SCHLEMENSON, A. (1987)
- SEARS, F. W. (1967): *"Fundamentos de Física .- Mecánica, calor y sonido"*. (Versión española de Luis Bravo Gala. Aguilar, Madrid).
- SERRANO, R. e YSUNZA, M. (1982): *"El diseño Curricular en la concepción educativa por objetos de transformación"* (Memorias Encuentro sobre diseño curricular. ENEP - Aragón. UNAM).
- TABA, Hilda (1962): *"Elaboración del Currículo"* (Troquel - Buenos Aires 1974).
- TYLER, R. (1949): *"Principios básicos del Currículo"* (Troquel- Buenos Aires 1970).
- VASCONI, T. (1978): *"Sobre Algunas Tendencias en la Modernización de la Universidad Latinoamericana y la Formación de Investigadores en Ciencias Sociales"* (Coloquio Nacional sobre Universidad y Sociedad, Universidad Autónoma de Aguascalientes, 1978).
- VICARIO, J. y OTROS (1999) "Actividades de iniciación a la vida universitaria, Pre-Ingreso, Área Física, Facultad de Ingeniería, U.N.R.C.

U.N.R.C.
Biblioteca Central



60195

60195