

UNA ALTERNATIVA PARA RESOLVER EL PROBLEMA DE LOS BAJOS RENDIMIENTOS EN LOS PRIMEROS CURSOS UNIVERSITARIOS DE FISICA DEL AREA DE LAS CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS

Luis Braga I.

Departamento de Física. Facultad de Ciencias
Universidad de Concepción. Chile

(recibido septiembre 6, 1983; aceptado octubre 6, 1983)

RESUMEN

Se discute el problema de que la gran mayoría de los alumnos que ingresan al área de ciencias físicas y matemáticas, en la Universidad de Concepción, fracasan tanto en los primeros cursos de física como de matemáticas. Para remediar este problema se diseñó un curso de desarrollo intelectual; se analizan el contenido y los resultados del curso, así como la conveniencia de optar por soluciones de este tipo para aumentar los rendimientos de los cursos de física.

ABSTRACT

Most of the students that enroll in the area of physical sciences and mathematics, at the Universidad de Concepción, fail in the first courses of physics and mathematics. To try to solve this problem a course on intellectual development was devised; the contents and outcome of this course are presented.

1. INTRODUCCION

El hecho de que la gran mayoría de los alumnos que ingresan a la universidad, al área de ciencias físicas y matemáticas, experimentan por lo general un elevado fracaso tanto en los primeros cursos de física como de matemáticas, pareciera haberse constituido en una situación normal y rutinaria para los docentes universitarios como para el común de la gente.

Sin embargo, no deja de ser un candente problema para muchos docentes interesados en mejorar los actuales rendimientos de los cursos introductorios de física, ya que los alumnos que ingresan a la universidad a las carreras de esta área (ingenierías, licenciaturas), son por lo general los mejores alumnos egresados de la enseñanza media.

Nuestro trabajo en la búsqueda de respuesta al problema de por qué los alumnos con altos puntajes de ingreso a la universidad fracasan generalmente en esta área, se ha centrado especialmente en el análisis acerca de si los alumnos que ingresan a ella, realmente han alcanzado o no un desarrollo intelectual acorde con las exigencias que requiere un curso introductorio de física de nivel universitario.

En la Tabla I se enumeran las diferentes habilidades intelectuales básicas requeridas para poder seguir un curso de física de nivel universitario con posibilidades de éxito, ya que sin ellas es prácticamente imposible que los alumnos puedan realizar los razonamientos y cadenas de razonamiento necesarias para llegar a resolver la serie de situaciones problemáticas que ellos deben enfrentar en el primer curso de física.

Dicho conjunto de habilidades intelectuales, prerrequisitos para seguir cursos de física, ha sido confeccionado a través de:

- El análisis del tipo de materiales con los que tiene que interactuar el alumno universitario, es decir, texto de estudio, guía de ejercicios, laboratorios o pruebas, etc.
- El análisis de la asignatura misma que requiere en todo momento de un razonamiento abstracto característico.
- La opinión que tienen la gran mayoría de los docentes universitarios de física acerca de qué habilidades básicas debe poseer cualquier alum

no que quiera llevar un curso de física universitario.

TABLA I

- Controlar variables.
- Hacer discriminaciones entre observaciones e interpretaciones.
- Reconocer la falta de información en una línea de razonamiento.
- Desarrollar razonamiento inductivo en el desarrollo de modelos.
- Desarrollar razonamiento deductivo de la predicción de consecuencias de un modelo.
- Desarrollar razonamiento hipotético-deductivo.
- Realizar razonamiento que implique tasas de variación.
- Desarrollar razonamiento de proporcionalidad.
- Desarrollar largas cadenas de razonamiento en la resolución de problemas.

Tabla I. Habilidades intelectuales prerrequisito para proseguir cursos de física de nivel universitario.

Durante cuatro años se ha hecho un estudio sistemático acerca de cuál es el nivel de desarrollo intelectual de los alumnos que ingresan a la carrera de Ingeniería en la Universidad de Concepción.

En la Tabla II se consigna la información relativa al nivel de desarrollo intelectual de entrada de los alumnos que ingresaron a Ingeniería a la Universidad de Concepción durante los años 1978, 1979, 1980 y 1982.

Para evaluar el nivel de razonamiento de entrada, hemos diseñado una prueba, basándonos en las pruebas originales del propio Piaget⁽¹⁾, y en algunas otras pruebas que han sido utilizadas en otros países con tal fin.

La prueba consta de dos partes, una primera que es simplemente de trabajo con papel y lápiz, y una segunda que debe ser administrada

TABLA II

HABILIDADES	1978 (225)*		1979 (243)*		1980 (328)*		1982 (576)*	
	NO DOMINA	DOMINA	NO DOMINA	DOMINA	NO DOMINA	DOMINA	NO DOMINA	DOMINA
CONTROL DE VARIABLES	91	9	88	12	92	7	90	10
RAZONAMIENTO CONSERVACION	68	32	85	15	81	19	75	25
FALTA INFORMACION EN UNA LINEA DE RAZONAMIENTO	78	22	74	26	80	20	68	32
CADENA DE RAZONAMIENTO (3 PASOS)	92	8	90	9	85	15	82	18
RAZONAMIENTO HIPOTETICO DEDUCTIVO	79	21	83	17	85	15	79	21
RAZONAMIENTO DE PROPORCIONALIDAD	75	25	82	18	91	9	67	23
RAZONAMIENTO INDUCTIVO EN DESARROLLO DE MODELOS	80	20	85	15	88	12	NO EVALUADO	
RAZONAMIENTO DEDUCTIVO EN LA PREDICCION DE CONSECUENCIAS	87	13	90	10	91	9	84	16

* Los números entre paréntesis corresponden al número de alumnos ingresados a la carrera de Ingeniería en la Universidad de Concepción en los años indicados.

** Los números en los casilleros corresponden a %.

TABLA II. Nivel de razonamiento de entrada.

personalmente a cada alumno en el laboratorio.

Al analizar en forma conjunta los niveles de desarrollo intelectual mostrados por los alumnos que ingresan a la universidad y el conjunto de habilidades intelectuales consideradas como prerrequisito para proseguir estudios superiores de física, surge aparentemente una paradoja. Sin embargo, esta aparente paradoja no es tal, ya que debería ser natural que los rendimientos sean pésimos puesto que la mayoría de los alumnos carecen de las habilidades intelectuales mínimas para desenvolverse y tener éxito en estos cursos.

Entonces, la respuesta a nuestro problema inicial es muy simple: Los alumnos con altos puntajes fracasan porque no tienen los prerrequisitos (en términos de habilidades) para seguir cursos universitarios de física.

Ante este estado de cosas surge entonces la siguiente pregunta: ¿Qué hacer si los alumnos ingresan a la universidad y no presentan un desarrollo intelectual mínimo requerido como requisito?

La gama de respuestas o alternativas posibles se da a continuación:

- A) Nada. Dejar todo como está; que se salve quien pueda.
- B) Desarrollar los cursos de manera que conjuntamente se avance en física y en el desarrollo de las habilidades intelectuales.
- C) Desarrollar primeramente un curso destinado a promover un desarrollo de las habilidades intelectuales.

Si se consideran las dos últimas posibles respuestas, surge de inmediato una nueva problemática: ¿cómo desarrollar habilidades intelectuales en el tiempo más breve? El tratar de responder esta nueva interrogante implica, por un lado, la necesidad de buscar una teoría psicológica que trate el problema del desarrollo de las habilidades intelectuales del tipo mencionado; por otro lado, aun encontrada dicha línea psicológica, tenemos por delante un nuevo problema: ¿cómo diseñar un curso para producir desarrollo intelectual? La respuesta a esta última interrogante no es única; nuestro trabajo de investigación está mostrando que hay caminos distintos para producir dichos desarrollos.

2. EN BUSCA DE UNA TEORIA PSICOLOGICA (TEORIA DE PIAGET SOBRE DESARROLLO DEL RAZONAMIENTO)

Jean Piaget comenzó sus investigaciones en 1920. El resultado de su trabajo, de mucho interés para los físicos, está condensado en el libro El crecimiento del pensamiento lógico desde la infancia a la adolescencia⁽¹⁾.

En este libro se resumen las respuestas dadas por los jóvenes a varios problemas correspondientes a situaciones físicas (igualdad de ángulos de incidencia y reflexión, ley de flotación de los cuerpos, flexibilidad de una barra metálica, el movimiento de un cuerpo en un plano inclinado, etc.).

Sobre la base de las respuestas, Piaget desarrolló su teoría para interpretar el desarrollo de los niveles superiores de razonamiento. La base fundamental donde se apoya la teoría es el concepto de "etapas de desarrollo intelectual". Según Piaget, es posible distinguir claramente 4 etapas; éstas están caracterizadas por un claro comportamiento de los niveles posibles de razonamiento que el individuo es capaz de llevar a cabo. Las etapas de desarrollo no tienen un período de tiempo definido para alcanzarse; es posible que algunos individuos nunca alcancen la última etapa.

Las etapas de desarrollo intelectual son: etapa sensorio motriz, etapa preoperacional, etapa operacional concreta (razonamiento concreto), etapa operacional abstracta (razonamiento abstracto o formal).

Las dos primeras etapas son de especial interés para los educadores de párvulos y la primera parte de la enseñanza básica, las dos últimas etapas son de especial interés para los profesores de enseñanza media y primeros años universitarios, y por lo tanto las describiremos a continuación.

En la etapa de RAZONAMIENTO CONCRETO, el individuo es capaz de

- Entender conceptos y simples hipótesis que hacen referencia directa a objetos y pueden ser explicados en términos de simples asociaciones.
- Seguir etapa por etapa instrucciones para realizar un experimento.
- Usar clasificaciones, conservación, ordenamiento seriado y correspondencia uno a uno en relación a valores concretos.

- Invertir una secuencia de razonamiento, retornando desde las condiciones finales a las iniciales de un sistema.
- Relacionar su propio punto de vista con otro en una situación simple.

Por lo general, en esta etapa el individuo necesita forzosamente hacer referencia a acciones familiares, así como a objetos y propiedades observables. No es capaz de un razonamiento propio, ya que muestra notable inconsistencia entre varios juicios o contradicciones notables en una línea de razonamiento con hechos conocidos.

En la cuarta etapa llamada RAZONAMIENTO FORMAL O ABSTRACTO, el individuo es capaz de

- Razonar con conceptos, relaciones, propiedades abstractas, axiomas y teorías.
- Usar símbolos para expresar ideas.
- Aplicar razonamiento combinatorio, de clasificación, ordenamiento seriado y proporcionalidad.
- Planear largos procedimientos para alcanzar un objetivo dado.
- Realizar largas cadenas de razonamiento para la resolución de problemas.
- Formular hipótesis y probarlas, para hacerlo debe aislar y controlar variables, excluir las irrelevantes.
- Realizar razonamiento hipotético-deductivo.

Para terminar el estudio de la teoría de Piaget, es preciso mencionar el proceso de autorregulación; éste es el proceso por el cual cada individuo avanza en su razonamiento de un nivel a otro.

Una persona alcanza el nivel de razonamiento formal solamente si ya ha alcanzado el dominio de la etapa de pensamiento concreto.

En el desarrollo del proceso de autorregulación (por el cual se logra ir cambiando los patrones de razonamiento de los individuos), deben de considerarse tres factores principales; ellos son: experiencia, transmisión social y madurez.

El factor experiencia implica necesariamente experiencias exploratorias como el mundo físico; en cambio el factor transmisión social implica la necesidad de establecer diálogo y discusiones de los alumnos con sus compañeros, con el objeto de analizar diferentes puntos de vista.

Como puede verse a grandes rasgos, la teoría de Piaget trata

el problema de las habilidades intelectuales. En ellas nos apoyaremos para desarrollar nuestro trabajo.

Una vez que hemos llegado a conocer una teoría psicológica que permite respaldar nuestro trabajo, queda todavía por dilucidar cuál es el camino a seguir. Desarrollar un curso de física que contribuya también a ir desarrollando las habilidades intelectuales o, antes de introducirse a un curso de física propiamente dicho, promover el desarrollo intelectual necesario para seguir posteriormente los cursos de física. Hemos elegido la alternativa C, que tiene relación con la implementación de un curso de desarrollo intelectual antes que los alumnos ingresen a los cursos regulares de física, porque

- Consideramos que el desarrollar las habilidades intelectuales en forma separada del contenido mismo, le permite al alumno centrarse en el desarrollo de los mecanismos de razonamiento, sin que tenga a la vez que preocuparse también del propio contenido.
- Al desarrollar en forma conjunta las habilidades intelectuales y una mediana comprensión de los conceptos de física, corremos el riesgo de que el alumno se preocupe sólo del contenido, olvidando el desarrollo intelectual aparejado.
- Al desarrollar en forma conjunta, habría mucho riesgo de que la mayoría de los docentes universitarios se dedique exclusivamente a desarrollar comprensión de los conceptos de física, dejando de lado todo lo que es desarrollo de habilidades intelectuales.

3. DISEÑO DE UN CURSO PARA DESARROLLAR HABILIDADES INTELECTUALES

De acuerdo a los factores que posibilitan el desarrollo de las estructuras mentales, los cursos que hemos diseñado han tenido al menos las dos características siguientes:

- Curso sin énfasis en contenidos.- El énfasis en estos cursos debe de estar en los procesos de cómo se obtiene la correspondiente información, dado que el desarrollo intelectual tiene lugar mientras el estudiante está realizando y analizando su experimento y sus implicancias.
- Curso eminentemente activo.- En este curso no hay clases formales, sino que un conjunto de actividades para desarrollar experiencias a rea-

lizar, comunicaciones a elaborar, comunicaciones a analizar, problemas a resolver, juicios a analizar, etc.

Es importante destacar que es posible imaginar otras características, pero lo básico es que el curso demanda una participación activa de los estudiantes, ya que las habilidades intelectuales a desarrollar son algo que no se puede aprender leyendo un libro, sino que se le obliga al alumno a trabajar activa y directamente con los fenómenos.

Es preciso aun insistir que la gran mayoría de los alumnos que ingresan a la universidad están en la etapa del pensamiento concreto⁽²⁻⁶⁾, de allí que forzosamente necesitan experiencias y materiales concretos con los cuales interactuar, para así ir abriéndose paso del pensamiento concreto al abstracto.

Objetivos del curso.

El objetivo fundamental del curso es contribuir al desarrollo intelectual del alumno, correspondiente a la etapa de razonamiento abstracto.

El alcanzar este objetivo implica desarrollar una serie de conductas propias del pensamiento formal o abstracto, de modo que al término del curso el alumno sea capaz de dominar todas aquellas habilidades indicadas en la Tabla I dada al comienzo de este trabajo.

Descripción del curso.

Teniendo presente los objetivos del curso y las características fundamentales que éste debería tener, nos abocamos a continuación a la siguiente interrogante: ¿Cómo poder estructurar un curso de este tipo, ya que no existe un hilo conductual asociado a la estructura de un contenido específico? Después de analizar diversas posibilidades, nos inclinamos por estructurar el curso en base a una serie de actividades asociadas a los diferentes procesos del quehacer científico (observar, inferir, comunicar, predecir, formular modelos, etc.). A partir de esta base es posible darle una cierta organización a este curso.

En la página siguiente se consigna la sinopsis de uno de los

cursos desarrollados. Allí se indican a dos columnas: las habilidades que se pretenden desarrollar, especialmente junto con el proceso que le sirve de base, y la correspondiente situación problemática que el alumno debe de abordar.

El desarrollo mismo del curso se lleva a cabo en torno a tres tipos de sesiones altamente retroalimentadas entre ellas. Estas sesiones son

- A) Sesiones de laboratorio.- Estas sesiones han sido diseñadas de modo que un profesional trabaje con un grupo de 24 alumnos divididos en grupos de 4 alumnos cada uno, durante 3 horas semanales. Este tipo de sesiones tiene como finalidad proporcionar al alumno la oportunidad de
- Poder manipular en el laboratorio los elementos necesarios que le permitan conseguir familiaridad con los entes concretos, para a posteriori llegar a entender las abstracciones que se desarrollan a partir de la información concreta.
 - Poder, en forma grupal, planificar y realizar una secuencia de pasos destinados a resolver las situaciones problemáticas planteadas.
 - Desarrollar las habilidades necesarias para comunicar los resultados de un experimento.

Estas sesiones se desarrollan principalmente en base a situaciones problemáticas a resolver. Cada experiencia requiere del grupo de alumnos una decidida participación para poder sacar todo el provecho posible.

Al término de la actividad los alumnos deben entregar la comunicación correspondiente a la situación planteada.

- B) Sesiones de coloquio o seminario.- Estas sesiones han sido diseñadas, al igual que las experimentales, para que un profesor conduzca a un grupo de 24 alumnos divididos en grupos de 4 cada uno, durante 2 horas a la semana. En este tipo de sesión se desarrollan, entre otras, las siguientes actividades:
- Revisión de la comunicación del trabajo realizado en el laboratorio por medio de los mismos alumnos.
 - Análisis crítico de los resultados de los experimentos.
 - Ejercitación profusa de los diferentes tipos de razonamiento indica

SINOPSIS

MODELO CURSO DESARROLLO NIVELES DE RAZONAMIENTO

VERSION 1980

HABILIDADES INTELECTUALES A DESARROLLAR (PROCESOS)	SITUACION PROBLAMATICA
DISCRIMINAR ENTRE OBSERVAR E INTERPRETAR (PROCESO DE OBSERVAR)	OBSERVANDO EL COMPORTAMIENTO DE UN PENDULO ACOPLADO
RAZONAMIENTO PROPORCIONAL (PROCESO DE MEDIR)	ESTUDIO SENCILLO DEL MOVIMIENTO DE UN CUERPO
RAZONAMIENTO PROPORCIONAL (PROCESO DE MEDIR) (PROCESO DE COMUNICAR)	MIDIENDO LAS DEFORMACIONES SUFRIDAS POR UNA COLUMNA DE AIRE
RAZONAMIENTO PROPOSICIONAL RAZONAMIENTO PROPORCIONAL (PROCESO DE MEDIR, COMUNICAR)	MEDICION DE TIEMPOS CORTOS Y MOVIMIENTO DE CAIDA LIBRE
RAZONAMIENTO PROPOSICIONAL RAZONAMIENTO PROPORCIONAL	MIDIENDO COMO VARIA LA INTENSIDAD LUMINOSA CON LA DISTANCIA
FALTA DE INFORMACION EN UNA LINEA DE RAZONAMIENTO	ESTUDIANDO EL COMPORTAMIENTO DE CIRCUITOS ELECTRICOS
RAZONAMIENTO INDUCTIVO, RAZONAMIENTO DEDUCTIVO CADENA DE RAZONAMIENTO (PROCESO DE INFERIR)	INFIRIENDO CONEXIONES OCULTAS EN UN CIRCUITO ELECTRICO
RAZONAMIENTO DEDUCTIVO, CADENA DE RAZONAMIENTO (PROCESO DE PREDECIR)	PREDICIENDO EL COMPORTAMIENTO DE UN CIRCUITO ELECTRI CO, PREDICIENDO EL COMPORTAMIENTO DE UN SISTEMA ME- CANICO
CONTROLANDO VARIABLES RAZONAMIENTO DEDUCTIVO PROCESO CONTROL DE VARIABLES)	IDENTIFICANDO Y CONTROLANDO LAS VARIABLES DE QUE DE- PENDE EL TIEMPO DE BAJADA EN UN PLANO INCLINADO. CONTROLANDO LAS VARIABLES DE QUE DEPENDE EL PERIODO DE UN PENDULO
RAZONAMIENTO HIPOTETICO DEDUCTIVO RAZONAMIENTO PROPORCIONAL	MIDIENDO LOS ESPESORES DE UNA MONOCAPA

dos en los objetivos del curso y relacionados con las actividades de la semana.

C) Sesiones generales.- Estas sesiones están diseñadas para trabajar en grupos masivos de hasta 100 alumnos cada uno, durante una hora a la semana. En ellas se desarrollarán, entre otras, las siguientes actividades:

- Motivación al trabajo a realizar semanalmente.
- Análisis de las conclusiones de algunas experiencias y sus implicaciones.
- Planteamiento de problemas a analizar para promover el desarrollo de las habilidades intelectuales.
- Presentación de películas y su análisis crítico.

Semanalmente los alumnos tienen que asistir primero a la sesión general, luego asistir a la sesión de laboratorio y por último deben asistir a la sesión de coloquio, respectivamente.

Evaluación.

La evaluación de los progresos en los niveles de razonamiento (habilidades intelectuales) se va realizando periódicamente durante la realización del curso mediante una serie de pruebas diseñadas especialmente para tales fines.

Cada una de estas pruebas de razonamiento (de carácter formativo) le informa al alumno acerca del estado de desarrollo en cada una de las habilidades intelectuales consideradas.

Las pruebas a que son sometidos los alumnos durante el desarrollo del curso van aumentando paulatinamente su grado de dificultad, ya que ellas van midiendo niveles de razonamiento cada vez más avanzados.

La prueba final es una medida del nivel de razonamiento alcanzado por cada alumno de este curso.

Algunas de las pruebas a que son sometidos los alumnos durante el curso son pruebas de razonamiento que pueden realizar solamente con papel y lápiz. Otras, en cambio, como por ejemplo la de control de variables, corresponden a una situación totalmente experimental, que a través de su realización revelan el nivel de razonamiento alcanzado.

4. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL CURSO

En la Tabla III se consignan los resultados comparativos de las habilidades intelectuales de entrada y de salida del curso de desarrollo intelectual, durante los años 1978 - 1979, en que se probó si el curso lograba o no producir cambios significativos del nivel de razonamiento de los alumnos que ingresan a la Universidad de Concepción a las carreras de Ingeniería.

Como puede apreciarse, en todos los casos se observa un significativo desarrollo de las habilidades básicas de la etapa de pensamiento formal o abstracto.

Es de hacer notar que después de realizados los cursos de desarrollo intelectual introductorios, los rendimientos de los cursos de física experimentaron notables mejoras, ya que los promedios de aprobación aumentaron en más del doble del promedio de aprobación de los cursos en que no se intentó desarrollar en ninguna manera las habilidades intelectuales.

5. CONCLUSIONES GENERALES

Al evaluar el inmenso cúmulo de experiencias e información recogida desde la génesis de este curso, hasta su puesta en marcha y evaluación final, podemos mencionar las siguientes conclusiones de importancia.

- 1) Es posible diseñar cursos para producir rápidos desarrollos intelectuales de una gran mayoría de los alumnos que ingresan a la universidad, al área de matemáticas y física.
- 2) Los cursos que se diseñan deben ser poco formales y tener en cuenta los factores fundamentales que prescribe la teoría de Piaget para el desarrollo de las habilidades intelectuales.
- 3) Es de hacer notar que un semestre es insuficiente para lograr que por lo menos un 25% de los alumnos que ingresan a la universidad logren completar su nivel de desarrollo intelectual como prerrequisito.
- 4) Se producen notables mejoras en los niveles de rendimiento de los cursos convencionales de física, si previamente se somete a los alumnos

TABLA III

ESPECIFICACION DE LOS TIPOS DE RAZONAMIENTO	1978		1979	
	ENTRADA NO DOMINA	1978 DOMINA	ENTRADA NO DOMINA	1979 DOMINA
CONTROL DE VARIABLE	91	9	48	52
RAZONAMIENTO CONSERVACION	68	32	30	70
FALTA INFORMACION EN LINEA DE RAZONAMIENTO	78	22	35	65
CADENA DE RAZONAMIENTO	92	8	27	73
RAZONAMIENTO HIPOTETICO DEDUCTIVO	79	21	35	65
RAZONAMIENTO DE PROPORCIONALIDAD	75	25	42	58
RAZONAMIENTO INDUCTIVO EN DESARROLLO DE MODELOS	80	20	28	72
RAZONAMIENTO DEDUCTIVO PREDICACION DE CONSECUENCIAS DE UN MODELO	87	13	12	88

* Los números en los casilleros son en %.

Tabla III. Cuadro comparativo de los niveles de razonamiento de entrada y de salida a los cursos de desarrollo de niveles de razonamiento.

a cursos intensivos destinados a completar su desarrollo intelectual.

- 5) Como el alumno tiene que realizar un número de actividades experimentales que él debe de informar, se producen mejoras en el nivel de comunicación de los alumnos.

6. DIFICULTADES ENCONTRADAS AL REALIZAR ESTOS CURSOS

a) En el ambiente docente:

- Reticencia para hacer un curso sin contenido específico.
- Dificultad para convencer a autoridades de por qué hacer un curso para el desarrollo intelectual solamente.
- Dificultad para hacer cambiar la mentalidad de los docentes y permitir que los alumnos piensen y puedan desarrollar su nivel de razonamiento.
- Dificultad para armar equipos docentes dispuestos a trabajar con una modalidad diferente de un curso tradicional.

b) En el ambiente estudiantil:

- Dificultad para convencer a los alumnos de que los contenidos mismos no son importantes, sino que un medio para producir los desarrollos deseados.
- Dificultad para hacer pensar a los alumnos, ya que ellos quieren más que nada memorizar y luego repetir cosas.

7. DIRECTRICES FUTURAS

Como los resultados obtenidos han sido tan promisorios, hemos realizado un detenido estudio en cada una de las dificultades detectadas para poder minimizarlas o eliminarlas, con el objeto de que iniciativas de este tipo puedan desarrollarse en distintas universidades chilenas o latinoamericanas, para así llegar a mejorar sustantivamente los rendimientos de los primeros cursos universitarios de física o matemáticas.

Sin embargo, como se menciona en la enumeración de dificultades, un "curso como el descrito", que es un curso que exclusivamente desarrolla el nivel de habilidades intelectuales, cuesta mucho introdu-

cirlo en cualquier currículum de las carreras de ingeniería y ciencias, ya que estas carreras tienen de por sí un plan recargado de cursos y además están limitados por el tiempo.

Teniendo muy presente esta importante limitante, nos encontramos abocados al diseño de cursos de física en los cuales se desarrollen dentro del contexto mismo del curso de física, las habilidades intelectuales superiores. El enfoque de estos nuevos cursos apunta a desarrollar tanto la comprensión de una rama de la física como a desarrollar las habilidades intelectuales. Este enfoque conjunto presenta un desafío mayor, ya que es preciso resolver una difícil problemática para hacer compatible el desarrollo lógico de la disciplina misma con el desarrollo de los niveles de razonamiento.

REFERENCIAS

1. B. Inhelder and J. Piaget, The growth of logical thinking for childhood to adolescent, Basic books (1958) New York.
2. J. Renner and A. Lawson, "Promoting intellectual development through science teaching", *Physics teacher* II (1973) 273.
3. J. Renner, "Significant physics content and intellectual development cognitive development as a result of interacting with physics content", *American Journal of Physics* 44 (1976) 218.
4. L. Braga, "Evaluando las habilidades intelectuales de los alumnos que ingresan a la universidad a las carreras de Ingeniería". Publicación interna, Facultad de Ciencias, Universidad de Concepción (1980).
5. J. Mc Winnon, "Are college concerned with intellectual development?", *American Journal of Physics* 39 (1971) 1047.
6. R. Robbins, "Improving student reasoning skills in science classes", *Engineering Education*, Dec. 1981.