

¿INGRESAN LOS ALUMNOS EN LA UNIVERSIDAD CON UN ADECUADO DESARROLLO DE LOS NIVELES DE RAZONAMIENTO?

BRAGA, I.L.

Departamento de Física. Universidad de Concepción. Concepción (Chile)

SUMMARY

Most of the students that enrol in the area of physical sciences and mathematics, in the Universities in Chile 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 más del 45% de los alumnos que ingresan a la Universidad, en el área de las Ciencias Físicas y Matemáticas fracasen al cabo del primer año, ya sea en Física, Matemáticas o ambas asignaturas a la vez, no hace más que acumular evidencias de que una gran mayoría de los alumnos que ingresan a los primeros años de esta área (correspondiente a las carreras de Ingeniería y licenciaturas), no presentan un adecuado nivel de razonamiento (Renner y Lawson 1973), (Workshop on Physics 1975), (Renner 1976), (Braga 1980), (Robbins 1981), (Arons 1981), que les permita ingresar a los cursos introductorios de Matemáticas como de Física, con los prerrequisitos mínimos de habilidades intelectuales correspondientes a los patrones de razonamiento.

El primer objetivo de este artículo, consiste en mostrar algunos resultados provenientes del trabajo de investigación denominado «Identificación de las causas más relevantes que inciden en los bajos rendimientos de los primeros cursos de Física y Matemáticas en el sistema universitario chileno», (desarrollado en el Departamento de Física de la Universidad de Concepción) y que avala la afirmación inicial acerca de los niveles de razonamiento presentado por los alumnos que ingresan a dichos cursos introductorios.

El segundo objetivo es dar a conocer un modelo de curso destinado exclusivamente a producir rápidos cambios en los niveles de razonamiento de los jóvenes universitarios y que ha mostrado ser bastante efectivo al aplicarlo en forma experimental en la Universidad de Concepción.

2. EVALUANDO LOS NIVELES DE RAZONAMIENTO DE ENTRADA

Para evaluar el nivel de razonamiento de entrada de los alumnos, diseñamos y validamos un instrumento, basándonos en las pruebas originales del propio Piaget (Piaget e Inhelder, 1972) y en algunas otras que han sido utilizadas en otros países con tal fin, (Lawson, 1978), (Longeot, 1965), (Raven, 1973).

La prueba mide el grado de dominio del alumno en los siguientes tipos de razonamiento: Razonamiento de conservación, falta de información en una línea de razonamiento, cadenas de razonamientos, razonamiento hipotético deductivo, razonamiento tipo control de variable, etc. Esta consta de dos partes, la primera es simplemente de trabajo con papel y lápiz y la segunda parte debe ser administrada personalmente a cada alumno en el laboratorio (en el apéndice A, se consigna una de las pruebas utilizadas para hacer la medición del nivel de razonamiento).

En la tabla 1, se consigna la información relativa al nivel de razonamiento de los alumnos que ingresaron a la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Concepción, durante los años que se indican.

Como criterio para discriminar entre dominio y no dominio, se consideró que un alumno domina un determinado tipo de razonamiento si éste presenta como mínimo un 55% de eficiencia en el desarrollo de la o las situación (es) propuestas para medir tal tipo de razonamiento en especial.

Al analizar los resultados presentados en la tabla 1, se observa que la mayoría de los alumnos carecen de un

Tabla 1

NIVEL DE RAZONAMIENTO DE ENTRADA

TIPO DE RAZONAMIENTO	1978 (225)*		1979 (243)*		1980 (328)*		1982 (576)*	
	NO	DOMINA	NO	DOMINA	NO	DOMINA	NO	DOMINA
	%	%	%	%	%	%	%	%
CONTROL DE VARIABLE	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	91	9	85	15	82	18
RAZONAMIENTO HIPOTETICO DEDUCTIVO	79	21	83	17	85	15	79	21
RAZONAMIENTO DE PROPORCIONALIDAD	75	25	82	18	81	19	67	23
RAZONAMIENTO INDUCTIVO EN DESARROLLO DE MODELOS	80	20	85	15	88	12	NO EVALUADO	
RAZONAMIENTO DEDUCTIVO EN LA PREDICION DE CONSECUENCIAS	87	13	90	10	91	9	84	16

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

desarrollo adecuado de los niveles mínimos de razonamiento, para desenvolverse en un curso de Física universitario, con algunas posibilidades de éxito. Conclusiones similares se encuentran en estudios realizados en EE.UU. y en Europa (Winnon, 1971); (Robbin, 1981). A la luz de estos resultados es perfectamente explicable entonces, los pésimos rendimientos de los primeros cursos de Física en las Universidades.

Para encarar la problemática que presentan los alumnos que ingresan a la Universidad, diseñamos un curso destinado especialmente a promover el desarrollo de los niveles de razonamiento, y cuya sinopsis, forma de trabajo, resultado de su aplicación, implicaciones y conclusiones daremos en la siguiente parte de este artículo.

3. CURSO PARA DESARROLLAR NIVELES DE RAZONAMIENTO DE LOS ALUMNOS QUE INGRESAN A LA UNIVERSIDAD

En el diseño de este singular curso, se ha tenido en cuenta especialmente el trabajo desarrollado por el psicólogo Jean Piaget, quien ha estudiado ampliamente lo relativo al desarrollo del razonamiento en los jóvenes.

Se desprende del trabajo de Piaget que el desarrollo de los niveles de razonamiento es sólo posible a través del proceso que él llama de auto-regulación: siendo cruciales en este proceso los factores de experiencias Física y transmisión social.

Teniendo en cuenta lo anterior, se diseñó el curso, de modo que se demande a los estudiantes una continua y activa participación en cada una de las actividades puesto que, por lo general, los cambios de los patrones de razonamiento son algo que no se puede aprender leyendo un libro sino más bien mientras el estudiante está realizando y analizando los resultados de su propia experiencia, es decir, mientras trabaja activa y directamente con los fenómenos (curso enteramente activo).

El curso fue también diseñado de modo que no le demande en absoluto al alumno aprender una serie de contenidos sino que, más bien se considera a estos como un simple medio para organizar la serie de actividades, con el fin de conseguir el desarrollo de los diferentes niveles de razonamiento.

Para darle una cierta organicidad al curso, se eligió usar como columna vertebral de él, la estrategia correspondiente a la serie de los procesos científicos, cuya utilización contribuye enormemente al objetivo del curso.

En el apéndice B se consigna la sinopsis de uno de los cursos desarrollados con este fin. Allí encontrará en la primera columna, los tipos de razonamiento que se pretende desarrollar conjuntamente con el proceso que le sirve de base y, en la segunda columna, encontrará la correspondiente situación problemática que el alumno debe resolver.

4. DESCRIPCION DEL CURSO

El curso se desarrollará en base a tres tipos de actividades relacionadas mutuamente entre ellas, estas son sesiones de laboratorio, sesiones de coloquio y sesiones generales.

4.1. Las sesiones de laboratorio

Tienen como finalidad primordial proporcionar al alumno la oportunidad de:

- Que pueda manipular en el laboratorio los elementos necesarios, de modo tal que consiga familiaridad con los entes concretos, para a posteriori llegar a desarrollar abstracciones a partir de la información concreta por él procesada.
- Que se desenvuelva en forma grupal, de modo que en conjunto puedan planificar, realizar y analizar una secuencia de pasos destinados a resolver las situaciones problemáticas planteadas.
- Que desarrolle la capacidad de síntesis a través de la elaboración de la comunicación del trabajo realizado por él.

Estas sesiones han sido planificadas de modo que un docente trabaje con un grupo de 24 alumnos como máximo, divididos en grupos de 4 alumnos cada uno, bajando durante 3 horas semanales. Ellas se desarrollarán principalmente en base a situaciones problemáticas a resolver. (En el apéndice C se presenta una actividad del tipo desarrollada en las actividades de laboratorio).

4.2. Las sesiones de coloquio

Son también de trabajo netamente grupal, en la cual cada profesor maneja el mismo grupo que para las sesiones de laboratorio y donde se realizan fundamentalmente 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.
- Desarrollo de una profusa ejercitación de los diferentes tipos de razonamiento, mediante situaciones problemáticas relacionadas con las actividades realizadas en las sesiones de laboratorio. (En el apéndice D se

presenta un tipo de material utilizado en las sesiones de coloquio).

4.3. Las sesiones generales

Son la parte menos importante del curso y se han incorporado más que nada como un medio para darle una visión de conjunto a este. En ellas se desarrollan entre otras, las siguientes actividades: motivación al trabajo a realizar durante la semana, análisis crítico de las conclusiones de algunas experiencias, planteamiento de problemas a analizar para contribuir al desarrollo de los niveles de razonamiento.

Semanalmente los alumnos, primero, deben asistir a las sesiones generales, luego, asistir a la sesión de laboratorio y, por último, asistir a la sesión de coloquio respectivamente.

4.4. Evaluación

La evaluación del progreso en los diferentes niveles de razonamiento, 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 uno de los tipos de razonamiento considerados.

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 cada vez niveles más superiores de razonamiento.

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, deben realizarse solamente con papel y lápiz, otras en cambio, como por ejemplo la de control de variables, corresponde a una situación totalmente experimental; ya que solamente a través de su realización se revela el nivel de razonamiento alcanzado.

5. RESULTADOS

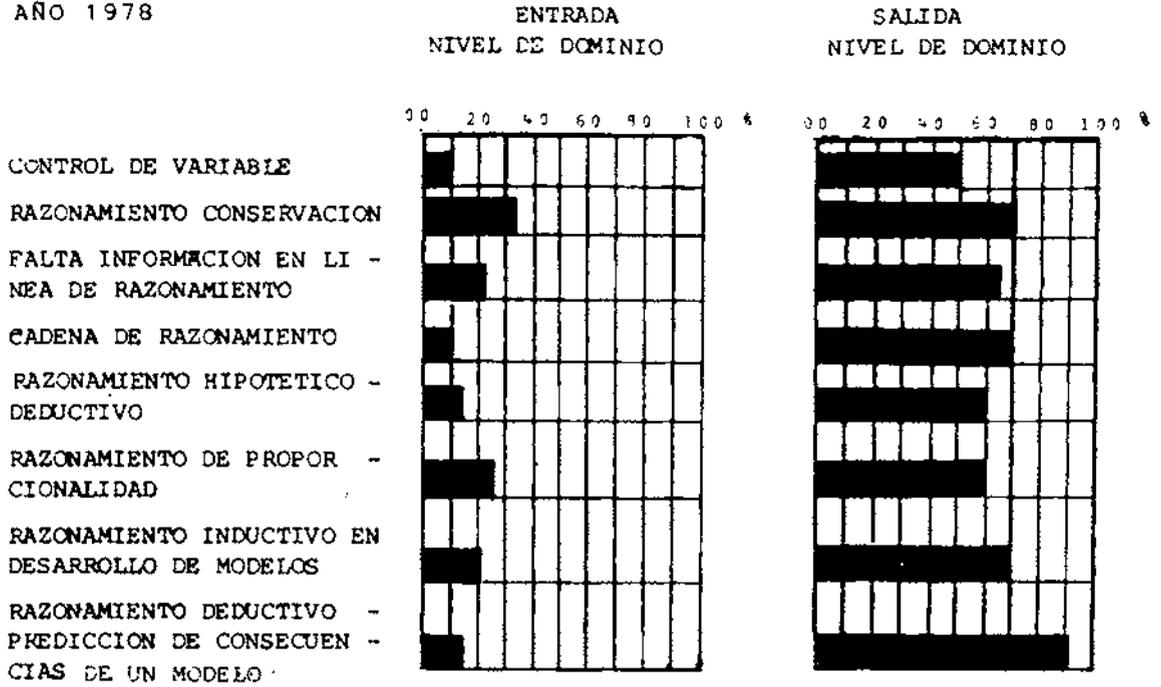
En los gráficos de la fig. 1 se consignan los resultados comparativos de los niveles de razonamiento de entrada y salida, de los alumnos que prosiguieron los cursos destinados especialmente a desarrollar la capacidad de razonamiento, realizado durante los años 1978 y 1979, en que se probó si el curso logra o no producir cambios significativos de los niveles de razonamiento, de los alumnos que ingresan a la Universidad de Concepción, a las carreras de Ingeniería de esos años.

Como puede apreciarse de la información dada, se observa un significativo desarrollo de los niveles de razonamiento.

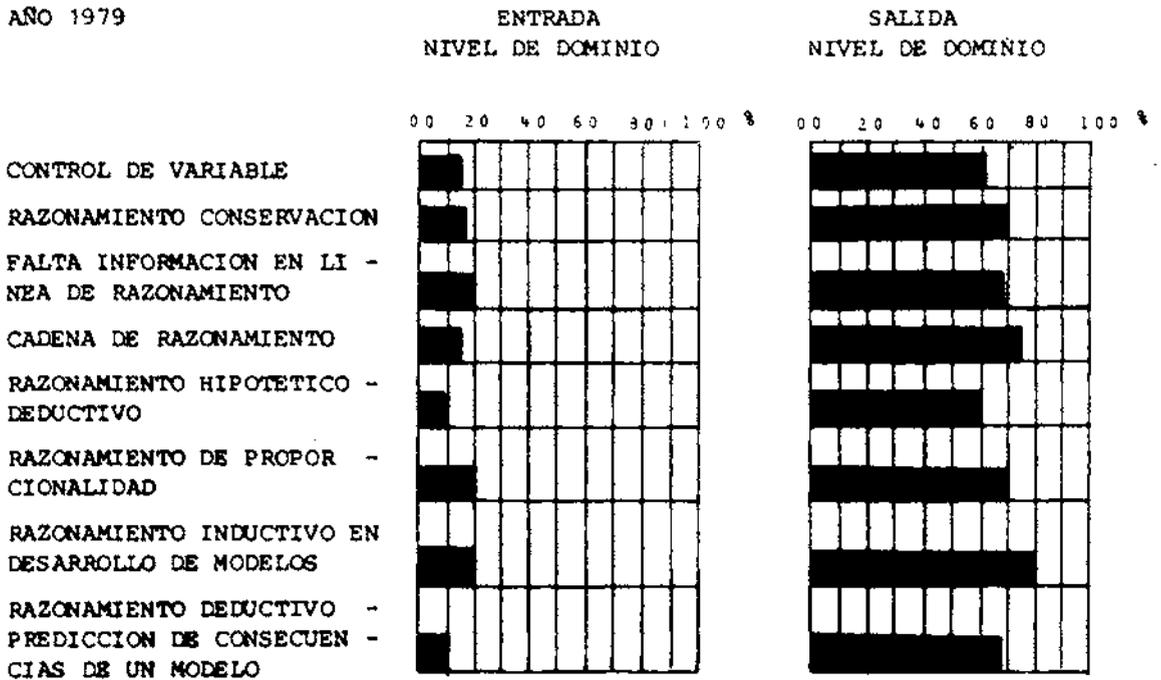
figura 1

Gráficos comparativos de los niveles de razonamiento de entrada y salida

AÑO 1978



AÑO 1979



Con el objetivo de poder analizar el desenvolvimiento académico de los alumnos que cursaron estos cursos y poder determinar en definitiva si las estructuras de razonamiento desarrolladas por los alumnos, están disponibles para ser utilizadas por éstos en los siguientes cursos, diseñamos un exhaustivo programa de seguimiento, con el fin de poder detectar las dificultades con que se encontraron los alumnos, a fin de hacer los cambios necesarios y ajustes correspondientes a los próximos cursos de este tipo. Nuestro análisis se centró especialmente en los cursos de Mecánica que estos alumnos deben seguir a continuación de este curso. En los gráficos de la fig. 2 se compara el rendimiento final de los cursos de Mecánica de 1975 a 1977, cuyos alumnos ingresaron directamente al curso de Mecánica con los rendimientos de los alumnos de Ingeniería, que previamente cursaron el curso de desarrollo de las capacidades de razonamiento (de 1978 adelante).

Es importante dejar expresa constancia que el programa del curso de Mecánica no sufrió variación alguna por la implementación del curso de desarrollo de las capacidades de razonamiento, todavía más, los profesores que lo dirigían no cambiaron mientras se hizo la experiencia de implementación de estos cursos especiales.

6. 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 en los niveles de razonamiento de una gran mayoría de los alumnos que ingresan a la Universidad, al área de Matemática y Física. Nuestra experiencia muestra que con un curso de este tipo (de un semestre de duración) sólo es posible lograr un significativo desarrollo de las estructuras de razonamiento en un por-

centaje que bordea el 73% de los alumnos que ingresan a la Universidad.

2) Los cursos que se diseñan deben tener en cuenta los factores fundamentales que prescribe la teoría de Piaget, para el desarrollo del razonamiento.

3) Se producen notables mejoras en los niveles de rendimiento de los cursos convencionales de Física, si previamente se somete a los alumnos a cursos intensivos, destinados a completar su nivel de razonamiento.

4) Cómo el alumno tiene que realizar un número de actividades experimentales que él debe de informar. Se producen mejoras notables en el nivel de comunicación de los alumnos.

7. DIFICULTADES ENCONTRADAS AL REALIZAR ESTOS CURSOS

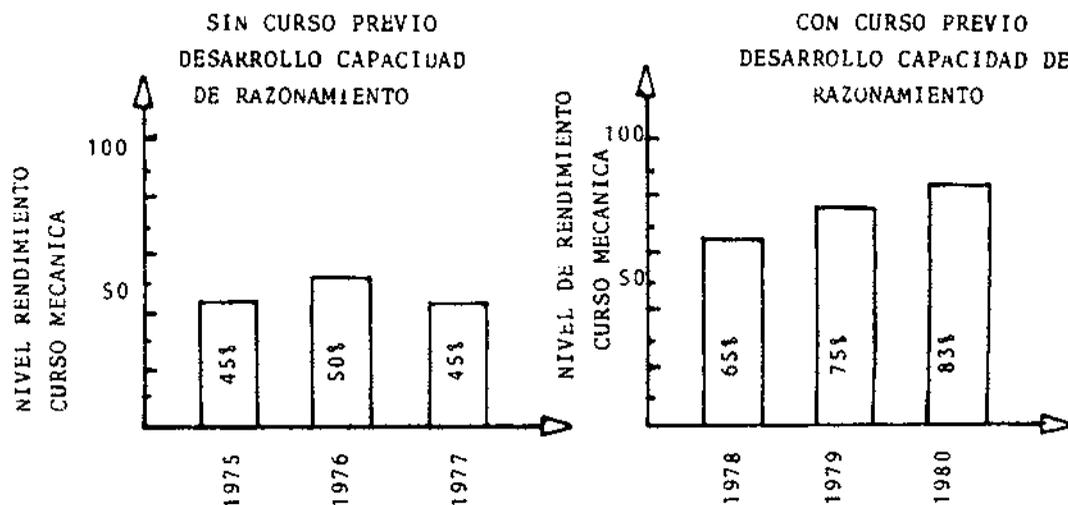
A) En el ambiente docente:

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

B) En el ambiente estudiantil:

- Dificultad para convencer a los alumnos que los contenidos mismos no son importantes sino sólo 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 una información.

figura 2



8. DIRECTRICES FUTURAS

Como los resultados obtenidos han sido tan promisorios, hemos realizado un detenido estudio de 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 y 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 razonamiento, cuesta mucho introducirlo en cualquier cu-

rriculum de las carreras de Ingeniería y Ciencias, ya que estas áreas tienen de por sí, un plan recargado de cursos y además, están limitados por el tiempo.

Teniendo muy presente esta importante limitación, nos encontramos avocados al diseño de cursos de Física, en los cuales se desarrolla dentro del contexto mismo del curso de Física, los niveles de razonamiento superiores.

Este enfoque conjunto presenta un desafío mayor, ya que es preciso resolver una difícil problemática para congeniar el desarrollo lógico de la disciplina misma, con el desarrollo de los niveles de razonamiento que se desea alcanzar.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARONS A., 1981 Thinking, Reasoning and Understanding in Introductory Physics course *The Physics Teacher*, P.P. 167-172.
- BRAGA L., 1980. Evaluando las Habilidades Intelectuales de los alumnos que ingresan a la Carreras de Ingeniería en las Universidades chilenas. Publicación interna. Facultad de Ciencias. Universidad de Concepción.
- LAWSON A.E., 1978. The development and Validation of classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching* 15. pp. 11-24.
- LONGEOT F., 1965. Test to atte mpt the development logical thinking on Piagetan line, *Bulletin del Institute National D'Etidue*. pp. 219-235.
- PIAGET e INHELDER, 1972. De la lógica del niño a la lógica del adolescente (Paidós) (Buenos Aires).
- RAVEN, 1973. The development of a test of Piaget's logical operations, *Science Education*, 57, pp. 377-385.
- RENNER J., LAWSON A., 1973. Promoting Intellectual Development Through Science Teachin *The Physics Teacher* pp. 273-276.
- RENNER J., 1976. Significant Physics content and intellectual development cognitive development as a result of interaching with Physics content. *American Journal of Physics* 44 pp. 218-225.
- ROBINN R., 1981. Improving student reasoning skills in Science classes. *Engineering Education* pp. 208-212.
- WINNON J., 1971. Are colleges concerned with intellectual development *American Journal of Physics*. pp. 1047-1059.
- WORKSCHOP on PHYSICS, 1975. Teaching and Development of Reasoning, edited F.P. coller (AAPI, Story Brook N. Y.).

APENDICE A

Prueba: Medición del desarrollo intelectual (Parte A)

AP. PATERNO AP. MATERNO NOMBRE
DURACION 120 MINUTOS

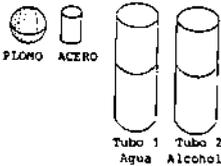
INSTRUCCIONES: Esta Prueba tiene por objeto analizar el estado de desarrollo intelectual de entrada, en término de su capacidad de razonamiento formal mostrado a través de la resolución de la serie de situaciones que Ud. deberá abordar.

Para resolver cada situación, usted dispone del espacio suficiente. En cada situación se requerirá de Ud., más que la respuesta misma, el razonamiento seguido por usted para llegar a la respuesta. No se corregirán en absoluto respuestas sin el razonamiento y fundamentación.

- Puntaje situación N° 1
- Puntaje situación N° 2
- Puntaje situación N° 3
- Puntaje situación N° 4
- Puntaje situación N° 5
- Puntaje situación N° 6
- Puntaje situación N° 7
- Puntaje situación N° 8
- Puntaje situación N° 9
- Puntaje situación N° 10

SITUACION 1:

Suponga que tenemos dos cuerpos macizos, de diferente forma (uno cilíndrico y el otro esférico), pero, de iguales volúmenes y de diferentes pesos (ya que uno es de acero y el otro es de plomo). Suponga además que tiene dos tubos iguales (1, 2) llenos hasta el mismo nivel, uno con agua y el otro con alcohol.



Ahora, si se introduce el cilindro de acero en el tubo 1 y la esfera de plomo en el tubo 2, ¿cómo serán los niveles de los líquidos en los tubos? Explique su respuesta indicando el razonamiento seguido.

SITUACION 2: Suponga que se tiene una barra de aluminio de 25 cm de longitud, la cual pesa 1 N y una barra de cobre del mismo diámetro y longitud, la cual pesa 7.5 N.

Si se corta un pedazo de la barra de aluminio que pesa 1 N y un pedazo exactamente de igual longitud de la barra de cobre, ¿cuánto pesará el trozo de cobre que queda después de hacer el corte? Explique, cómo llegó a su respuesta.

SITUACION 3: Un volumen de 30 cm³ de agua se añade a 50 cm³ de arena seca, obteniéndose un volumen total de sólo 60 cm³.

Trata de poder formular una posible explicación de este sorprendente resultado.

¿Cómo podría poner a prueba su explicación para ver si es correcta?

SITUACION 4: La ley que describe la magnitud de la fuerza de interacción entre dos cuerpos en función de la distancia que los separa, está dado por:

$$F = A \frac{Z_1 Z_2}{R^2}$$

Donde A = cte.

Z₁ y Z₂ Propiedades de los cuerpos.
R Distancia de separación

Supóngase ahora que cuando los cuerpos con propiedades Z₁ y Z₂ están a una distancia de 1.5 m, se atraen con una fuerza de interacción de F Newton.

- a) ¿Cuánto habría que separar los cuerpos para que la fuerza de interacción fuera de F/2?
- b) ¿Cuánto habría que separar los cuerpos para que la fuerza de interacción sea de 3 veces el valor inicial?
- c) ¿Cuánto habría que separar los cuerpos para que la fuerza de interacción fuera cero?
- d) ¿Qué variación experimental a la fuerza inicial si la distancia entre los cuerpos se duplica, a la vez que el cuerpo de propiedad Z₁ disminuye a Z₁/2, mientras que el otro aumenta de Z₂ a 2Z₂?

SITUACION 5: Suponga que tenemos cuatro aldeas primitivas (A, B, C, D), aisladas, pero cada una de ellas está equipada con radio-teleéfono (regalo de Bell Telephone). El radio-teleéfono, consiste en una radio transmisora y en una radio receptora. Todas las aldeas se encuentran dentro del alcance de comunicación de las otras, así, un mensaje puede ser enviado directamente entre dos estaciones cualesquiera, cuyos radio-teleéfonos pueden ser sintonizados a la misma frecuencia. También el mensaje puede ser recibido en una aldea, en una frecuencia y emitido a otra aldea en otra frecuencia, pero, no pueden enviarse mensajes entre dos aldeas cuya radio-telefonos no pueden ser sintonizados a una misma frecuencia.

- A
- B
- C
- D

Las detenidamente los enunciados que se le indicarán y, que le servirán para responder las respuestas de más abajo.

ENUNCIADO N° 1: Los radio-telefonos de las aldeas A y B, no pueden ser sintonizados a una frecuencia común.

ENUNCIADO N° 2: Los radio-telefonos de las aldeas C y D pueden ser sintonizados a la frecuencia f₁.

PREGUNTA: Basado solamente en los enunciados uno y dos, ¿puede la gente de la aldea A, comunicarse vía radio-teleéfono con aquellos de la aldea C? (Haga una cruz en las respuestas que correspondan).

SI NO No hay suficiente información para responder la pregunta Explique por qué dio esa respuesta.

ENUNCIADO N° 3: Los radio-telefonos en las aldeas C y B, pueden ambos ser sintonizados a una frecuencia f₂. Tomando en cuenta los tres enunciados anteriores, conteste las dos preguntas siguientes:

PREGUNTA: ¿Puede la gente de la aldea D, enviar un mensaje a la gente de la aldea B?

SI NO No hay suficiente información para responder la pregunta Explique por qué dio esa respuesta

SITUACION 6: La siguiente, es una curiosa máquina que tiene cuatro entradas, E₁, E₂, E₃, E₄ y también cuatro salidas S₁, S₂, S₃, S₄. Cada entrada está conectada con una respectiva salida del mismo número.



Considere que las aldeas están relacionadas con la entrada, de la siguiente forma:

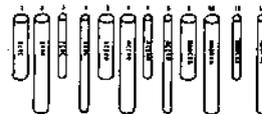
- Las letras introducidas en E(1), salen por la salida S(1) invertidas de derecha a izquierda.
- Las letras introducidas en E(2) salen por la salida S(2) al revés (patas arriba).

- Las letras introducidas en E(3) salen por la salida S(3) al revés (patas arriba) e invertidas de izquierda a derecha.
- Las letras introducidas en E(4) salen derechas pero amplificadas por un factor 3.

- a) Si se introdujera la letra N por la E(1), ¿qué aparecería en la misma salida?
- b) ¿Cómo debería introducirse la letra F en el canal 3 para que salga por la misma salida como se ve normalmente?
- c) ¿Cómo se observaría la letra Z en la salida si se le introduce por la entrada E(2)?
- d) ¿Cuál de las siguientes letras A, X, J, P, no se vería afectada si se la sometiera en cualquiera de las tres primeras entradas de la caja?

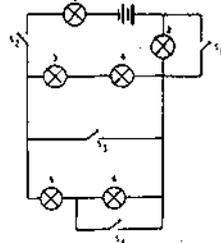
SITUACION 7: En esta situación se trata de estudiar la flexibilidad de un conjunto de varillas, especialmente en lo que se relaciona si las varillas largas o cortas son más flexibles.

Para responder las siguientes preguntas debe de considerar el siguiente conjunto de varillas.



- a) ¿Cuáles pares de varillas pueda Ud. comparar para encontrar si las varillas largas se curvan más que las cortas?
- b) ¿Puede Ud. comparar las varillas 6 y 7 para averiguar si las varillas largas se curvan más que las cortas? ¿Por qué si o, por qué no?
- c) ¿Cuáles varillas compararía Ud. para ver si las varillas de Zinc se curvan más que las de acero? ¿Por qué Ud. elige estas dos varillas para compararlas?
- d) ¿Puede Ud. comparar las varillas 2 y 8 para ver si las varillas de Zinc se curvan más que las de acero? ¿Por qué no?

SITUACION 8: En el circuito de la figura, 1, 2, 3, 4, 5, 6, son todas ampolletas iguales, y S₁, S₂, S₃, S₄, son interruptores que pueden estar en la posición cerrado o abierto.



Para cada una de las preguntas, indique en qué condiciones deben darse; es decir, indique cómo tendrían que estar los interruptores del circuito. (abierto o cerrado), para que se verifique lo indicado en ella.

- ¿Qué condiciones deben darse para que:
- a) Sólo encienda una ampolleta:
S₁ S₂ S₃ S₄
 - b) Sólo dos ampolletas enciendan:
S₁ S₂ S₃ S₄
 - c) Sólo cuatro ampolletas estén encendidas:
S₁ S₂ S₃ S₄

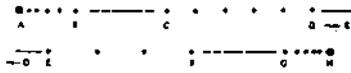
d) Ninguna encendida:

S₁..... S₂..... S₃..... S₄.....

e) Sólo la ampollita 1 y 6 enciendan

SITUACION 9: El motor de un automóvil pierde aceite; las gotas de aceite caen al camino a razón de una por cada 2 segundos.

En el diagrama de más abajo, se muestran las gotas de aceite dejadas en el camino (naturalmente no en el tamaño natural). Las manchas grandes representan gran cantidad de aceite. La línea de trazos B-C, significa que hay una gran distancia entre B y C en la cual las gotas de aceite no han sido contabilizadas y simultáneamente por DE y FG.



- a) ¿Qué inferencia podría hacer acerca del movimiento del auto donde hay grandes manchas de aceite?
- b) ¿Sería posible determinar el tiempo que demoró el auto en ir de C a D? Explique.
- c) ¿Qué inferencias podría hacer respecto al movimiento del auto en el trayecto AB y GH?
- d) Si las gotas de aceite en la posición CD, están separadas por 7 metros, ¿cuán rápido viaja el auto?

SITUACION 10: El dibujo, muestra dos pedazos de metal laminado, del mismo espesor y de la misma área.



El cuadrado es de aluminio y pesa 12 unidades y, el otro, es de hierro y pesa 49 unidades.

Ahora, se hace un agujero circular en el trozo de aluminio y un agujero cuadrado en el de hierro de lado igual al diámetro del agujero circular.

Si después de hacer los agujeros, el pedazo de aluminio restante pesa sólo 7 unidades, ¿cuánto pesará el trozo de hierro removido?

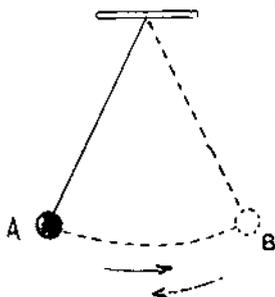
Por favor, indique claramente como llegó a su respuesta.

APENDICE A

Prueba: Medición del desarrollo intelectual (Parte B: control de variable)

La experiencia de hoy consiste en que Ud. estudie de qué factores (o variables) depende el periodo de oscilación de un péndulo.

LLAMÉSE PERIODO DE OSCILACION DEL PENDULO AL TIEMPO QUE DEMORA ESTE EN IR DESDE UNA POSICION EXTREMA A, AL OTRO EXTREMO B, Y LUEGO RETORNAR A A (Ver Fig.).



Para ayudar en su trabajo le sugerimos que:

- a) Haga primero una lista de posibles factores de los cuales Ud. imagina que depende el período del péndulo (mencione al menos cuatro).
- b) Haga todas las experiencias necesarias para encontrar de qué factores depende el período de un péndulo. Deje constancia de todas las experiencias realizadas, en su hoja de trabajo.

NOTA: NO OCUPE MAS DE 40 MINUTOS EN LAS PARTES a) y b).

- c) Una vez determinados los factores de los cuales depende el período del péndulo, elija uno de los factores y estúdielo exhaustivamente, de manera que Ud. sepa finalmente cómo depende el período del péndulo del factor elegido.

Esta parte de su trabajo debe anotarla a continuación, con todo detalle, hasta llegar a su conclusión.

NOTA: Sobre su mesa encontrará ciertos materiales, si Ud. cree que necesita más materiales o instrumentos para su trabajo, puede pedirle a su profesor.

APENDICE B

Modelo de Curso: Desarrollo niveles de razonamiento Versión 1980

HABILIDADES INTELCTUALES A DESARROLLAR (PROCESOS)

DISCRIMINAR ENTRE OBSERVAR E INTERPRETAR (PROCESO DE OBSERVAR)

RAZONAMIENTO PROPORCIONAL (PROCESO DE MEDIR)

RAZONAMIENTO PROPORCIONAL (PROCESO DE MEDIR) (PROCESO DE COMUNICAR).

RAZONAMIENTO PROPOSICIONAL RAZONAMIENTO PROPORCIONAL (PROCESO DE MEDIR, COMUNICAR).

RAZONAMIENTO PROPOSICIONAL RAZONAMIENTO PROPORCIONAL.

FALTA DE INFORMACION EN UNA LINEA DE RAZONAMIENTO.

RAZONAMIENTO INDUCTIVO, RAZONAMIENTO DEDUCTIVO CADENA DE RAZONAMIENTO. (PROCESO DE INFERIR).

RAZONAMIENTO DEDUCTIVO, CADENA DE RAZONAMIENTO (PROCESO DE PREDECIR).

CONTROLANDO VARIABLES RAZONAMIENTO DEDUCTIVO (PROCESO CONTROL DE VARIABLES).

RAZONAMIENTO HIPOTETICO DEDUCTIVO RAZONAMIENTO PROPORCIONAL.

SITUACION PROBLEMÁTICA

OBSERVANDO EL COMPORTAMIENTO DE UN PENDULO ACOPLADO.

ESTUDIO SENCILLO DEL MOVIMIENTO DE UN CUERPO.

MIDIENDO LAS DEFORMACIONES SUFRIDAS POR UNA COLUMNA, DE AIRE.

MEDICION DE TIEMPOS CORTOS Y MOVIMIENTO DE CAIDA LIBRE.

MIDIENDO COMO VARIA LA INTENSIDAD LUMINOSA CON LA DISTANCIA.

ESTUDIANDO EL COMPORTAMIENTO DE CIRCUITOS ELECTRICOS.

INFIRIENDO CONEXIONES OCULTAS EN UN CIRCUITO ELECTRICO.

PREDICIENDO EL COMPORTAMIENTO DE UN CIRCUITO ELECTRICO, PREDICIENDO EL COMPORTAMIENTO DE UN SISTEMA MECANICO.

IDENTIFICANDO Y CONTROLANDO LAS VARIABLES DE QUE DEPENDE EL TIEMPO DE BAJADA EN UN PLANO INCLINADO. CONTROLANDO LAS VARIABLES DE QUE DEPENDE EL PERIODO DE UN PENDULO.

MIDIENDO LOS ESPESORES DE UNA MONOCAPA.

APENDICE C

Prototipo de Actividades de Laboratorio
Curso de Desarrollo Capacidad de Razonamiento

Prediciendo comportamiento de circuitos eléctricos

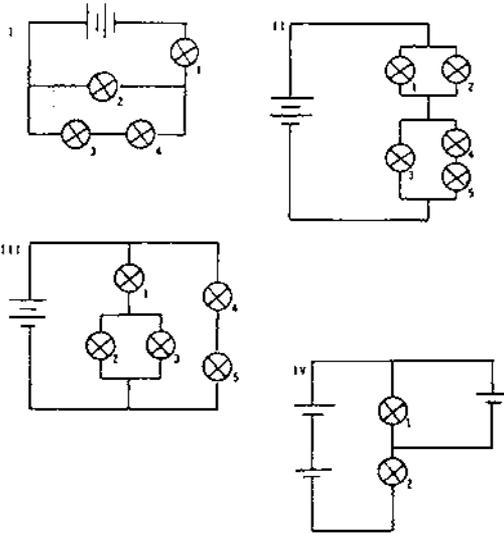
PROCESO	: PREDECIR Y EXPERIMENTAR
TIPO DE RAZONAMIENTO A EJERCITAR	: RAZONAMIENTO HIPOTETICO DEDUCTIVO CADENA DE RAZONAMIENTO.

En la sesión pasada de laboratorio, Ud. estuvo dedicado a experimentar con el comportamiento de los circuitos eléctricos. En la sesión de Coloquio analizaron cuáles fueron las conclusiones más importantes deducidas del comportamiento de los circuitos y se condujo a la necesidad de formular un Modelo Cualitativo para entender el comportamiento de los circuitos eléctricos y predecir el comportamiento de nuevos circuitos.

El modelo cualitativo de circuito eléctrico desarrollado en la sesión anterior se basó en los siguientes cuatro postulados:

- I. EXISTE UN FLUJO EN UN CIRCUITO ELECTRICO CERRADO
- II. EL FLUJO SE CONSERVA A TRAVES DE UN CIRCUITO
- III. LA MAGNITUD DEL FLUJO ESTA MEDIDA MEDIANTE EL BRILLO DE LA AMPOLLETA.
- IV. LA MAGNITUD DEL FLUJO ESTA DETERMINADO POR LA COMBINACION DE LOS ELEMENTOS EN UN CIRCUITO

El trabajo de esta semana consistirá en que Ud. prediga como serán los brillos de cada una de las ampolletas en los circuitos eléctricos dados. Para realizar dicha predicción dispone del modelo de circuito, y de toda la información obtenida por Ud. acerca del comportamiento de circuitos.



Una vez que Ud. haya predicho el brillo de cada ampolleta, monte el circuito y compare lo observado con su predicción. Para llevarlo a cabo, recuerde que las cinco ampolletas deben ser iguales.

En caso que no concuerden sus predicciones con los brillos observados, explique si se debe a que el modelo fue mal aplicado o realmente éste no es capaz de predecir.

Al hacer su predicción y comparar con el verdadero comportamiento experimental, Ud. tuvo la oportunidad de poner a prueba su modelo de circuito.

¿Salió airoso su modelo?

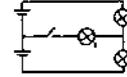
APENDICE D

Prototipo de Actividades de Coloquio
Curso de Desarrollo Capacidad de Razonamiento

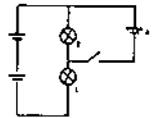
PROCESO	: PREDECIR
TIPO DE RAZONAMIENTO A EJERCITAR	: RAZONAMIENTO DEDUCTIVO CADENA DE RAZONAMIENTO

La actividad propuesta se debe realizar en grupos de discusión de 4 alumnos cada uno. Como estrategia de trabajo, le sugerimos que analice cada situación muy cuidadosamente y que no avance a la próxima situación, antes que discuta su predicción con los grupos vecinos y por último con su profesor.

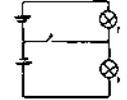
¿QUE LE SUCEDE AL BRILLO DE LAS AMPOLLETAS CUANDO EL INTERRUPTOR ES CERRADO?



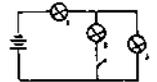
AMBAS BATERIAS Y AMPOLLETAS SON IGUALES. ¿QUE SUCEDE CON EL BRILLO DE LAS DOS AMPOLLETAS CUANDO EL INTERRUPTOR ES CERRADO? ¿CUAL SERIA LA RESPUESTA A LA PREGUNTA ANTERIOR, SI LA PILA A, FUERA INVERTIDA?



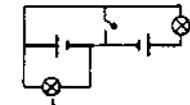
¿QUE LE SUCEDE AL BRILLO DE LAS AMPOLLETAS CUANDO EL INTERRUPTOR ES CERRADO?



¿QUE LE SUCEDE AL BRILLO DE LAS AMPOLLETAS CUANDO EL INTERRUPTOR ES CERRADO?



DADO EL SIGUIENTE CIRCUITO INDIQUE COMO SERA EL BRILLO DE LAS AMPOLLETAS 1 Y 2, CUANDO EL INTERRUPTO ESTA ABIERTO, Y CUANDO EL INTERRUPTO ESTA CERRADO.



APENDICE D

Prototipos de Actividades de Laboratorio o Coloquio
Curso Desarrollo Capacidad de Razonamiento

Interpretación de resultados experimentales

PROCESO	: EXPERIMENTAR DATOS, PREDICIR
HABILIDAD INTELCTUAL A EJERCITAR	: RAZONAMIENTO DEDUCTIVO RAZONAMIENTO HIPOTETICO DEDUCTIVO

INTRODUCCION:

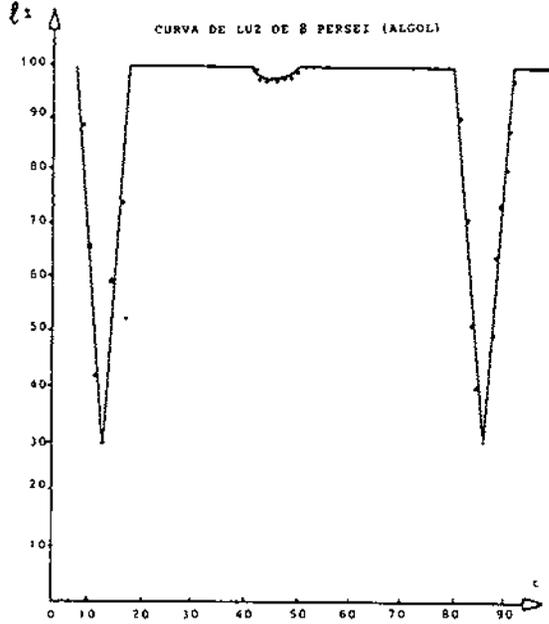
En esta primera actividad destinada a que Ud. conozca su familiarización y ejercitación con algunos de los procesos de la Física, le presentaremos una interesante situación a resolver, en la cual la información básica con que Ud. deberá trabajar, está contenida en un gráfico.

El gráfico ha sido obtenido del trabajo del astrónomo Dr. Joel Stebbins, publicado en la Revista Astrophysical Journal (vol. 55-1925), con respecto al estudio de la luminosidad de la estrella δ Persei (Algol).

El observó que la luminosidad de dicha estrella era la misma durante un cierto intervalo de tiempo y luego disminuía persistentemente hasta ser muy poco luminosa, para luego aumentar nuevamente su luminosidad hasta alcanzar su valor inicial. Estas condiciones se repitían cada cierto periodo de tiempo, disminuyendo la luminosidad una vez mucho más que la otra.

Lo que acabamos de expresar está representado en el gráfico luminosidad-tiempo denominado "curva de la luz de B Persei (Algol)", que encontrará más abajo.

Seguramente Ud. concordará con nosotros, que el comportamiento de la luminosidad de Algol, presenta un interesante problema. A continuación encontrará alguna de las posibles explicaciones dadas por los científicos que parecen dar cuenta de este hecho:



- A.- La cantidad de luz emitida por la estrella prácticamente disminuye y luego vuelve a su valor normal.
- B.- Se trata de dos estrellas que están girando en torno a un punto fijo y que cada cierto tiempo se eclipsan.

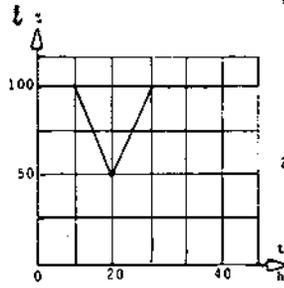
El trabajo de esta sesión consistirá entonces en analizar si estas posibles explicaciones nos permiten saber algo más sobre la estrella. Pero antes veamos algunas cosas previas que le ayudarán a llevar a cabo su trabajo.

Primero que nada, he aquí dos definiciones sobre términos que aparecerán más adelante y que es imperativo tener en cuenta:

- Brillo: Llamaremos brillo a la cantidad de luz emitida por unidad de área.
- Luminosidad: Llamaremos luminosidad a la cantidad de luz que emite un objeto.

En segundo lugar trataremos de familiarizarlo con el comportamiento de gráficos de luminosidad en diferentes situaciones para que Ud. después pueda interpretar sin dificultad el gráfico de la estrella de Algol a la luz de las posibles explicaciones dadas anteriormente.

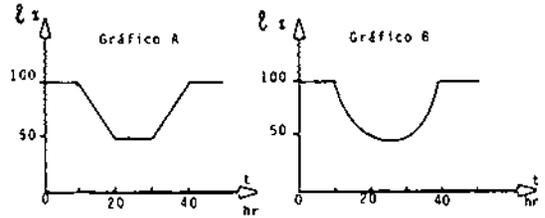
En el gráfico I se ha representado en el eje vertical la luminosidad dada por una estrella imaginaria (considerando que su valor máximo corresponde al 100%). Y en el eje horizontal, el tiempo expresado en horas.



- 1.- ¿Cuánto es el valor de la luminosidad para:
 - t = 5 hr.
 - t = 15 hr!
 - t = 20 hr.
 - t = 40 hr.

- 2.- ¿Qué sucede con la luminosidad entre
 - t = 10 y t = 20 hr.
 - t = 20 y t = 30 hr.
- 3.- ¿Para qué valor de t la luminosidad alcanza su valor mínimo?

Ahora considere los siguientes gráficos A y B para responder las preguntas 4 y 5.



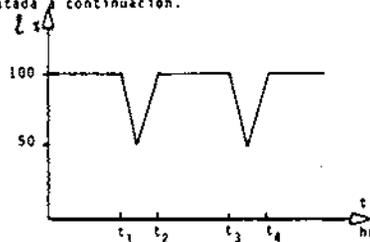
- 4) Caracterice lo mejor que pueda lo que sucede con la luminosidad entre t = 0 y t = 40 hrs. para cada gráfico.

- 5) ¿En qué caso el valor mínimo de la luminosidad permanece constante durante un cierto intervalo de tiempo?

Consiga dos monedas de igual tamaño. Hágalas girar en torno a un punto fijo y ubíquese frente a ellas sin cambiar de posición. Vea la figura 1. Haga girar las monedas de modo que Ud. observe un "eclipse total", es decir que una moneda comience a tapar la otra hasta cubrirla totalmente.



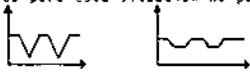
Si las monedas emitieran luz, como es el caso de las estrellas y construyéramos un gráfico luminosidad-tiempo, nos encontraríamos aproximadamente con una curva de luminosidad como la presentada continuación.



- 6) ¿En cuál de los siguientes intervalos llega igual cantidad de luz proveniente de ambas monedas? Tarje lo que no corresponda.

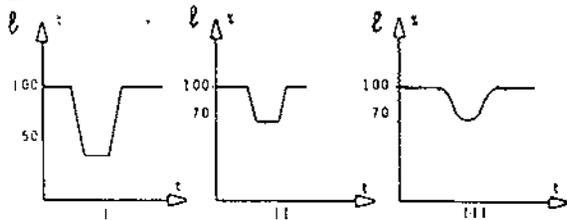
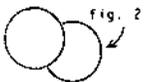
0 a t₁; t₁ a t₂; t₂ a t₃; t₃ a t₄

- 7) ¿En qué intervalos las monedas se eclipsan parcialmente o totalmente?
- 8) ¿Hasta qué valor baja la luminosidad durante los eclipses? ¿Por qué?
- 9) ¿Por qué el gráfico para esta situación no podría haber sido como:



Si existiera sólo "eclipse parcial", es decir, que para el observador las monedas no llegan a cubrirse totalmente, como por ejemplo se ilustra en la figura 2.

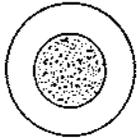
- 10) ¿Cuál de las curvas de luz dibujadas a continuación representaría mejor este caso? (ayúdese reproduciendo esta situación con las monedas).



Cambie una de las monedas por otra más pequeña y muévalas de modo que Ud. observe un "eclipse total" (suponga que ambas tienen igual brillo).

- 11) ¿Cuál de los gráficos dados anteriormente, I, II, III, representaría este caso? De argumentos que justifiquen su elección.

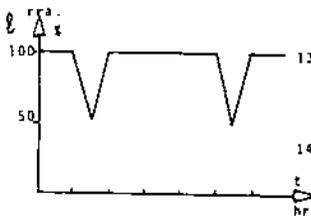
Cuando la moneda más pequeña pasa adelante de la más grande, como por ejemplo en la forma ilustrada en la figura 3, se observa lo que se denomina un "eclipse anular".



Reproduzca un eclipse anular con sus monedas. En tal caso:

- 12) ¿Cuál de los gráficos I, II, III, representaría esta nueva situación? De argumentos que justifiquen su elección.

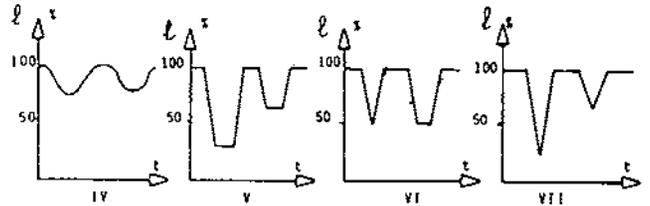
En el gráfico que damos a continuación se ha dibujado una curva de luz correspondiente a dos estrellas (imaginaria) que se eclipsan periódicamente para un observador fijo en la tie-



- 13) ¿Qué tipo de eclipse se observa de acuerdo con el gráfico obtenido?
- 14) ¿Cuál es el tamaño de una estrella comparada con la otra?

Si se observa que la luminosidad disminuye en cada eclipse hasta un 50%.

- 15) ¿Qué puede deducir acerca de la luminosidad de una estrella comparada con la otra?
- 16) Si suponemos que una estrella es más luminosa que la otra pero siempre igual tamaño, ¿Qué modificaciones haría al gráfico dado?
- 17) A continuación se indican cuatro curvas de luminosidad vs. tiempo IV, V, VI, VII.



A cada una de las siguientes situaciones descritas (A, B, C), hágales corresponder uno de los gráficos anteriores, IV, V, VI, VII. Justifique cada elección.

- A.- En un caso se observa eclipse total y luego eclipse anular. Las estrellas son de distinto tamaño y distinta luminosidad.
- B.- En ambos casos se observa eclipse total. Las estrellas son de igual tamaño, pero una más luminosa que la otra.
- C.- Se observa que los eclipses son parciales, las estrellas son de igual tamaño y de igual luminosidad.

- 18) Analice ahora la curva de luminosidad correspondiente a un caso real, como lo es la curva B Persei (Algo1).

Determine las características generales a partir de la información entregada por el gráfico y las suposiciones hechas por Ud. del sistema binario que constituye la estrella de Algo1.

- 19) ¿Podría deducir alguna característica de Algo1, teniendo presente la primera suposición dada al comienzo.