

## ESTILO COGNOSCITIVO Y SU IMPORTANCIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

NIAZ, M.

Departamento de Química, Escuela de Ciencias. Universidad de Oriente. Cumana, Estado Sucre. Venezuela.

(Trabajo presentado en el Encuentro Internacional de Educadores, Pedagogía'86, La Habana, Enero 1986)

### INTRODUCCION

---

#### SUMMARY

This paper tries to look into the field dependence of students' performance in Piagetian tasks based on different types of reasoning. The results show that over 50% of introductory courses of Chemistry, Physics, Mathematics and Biology are field dependent.

---

### INTRODUCCION

Las tareas piagetianas de diferentes tipos de razonamiento podrían contener Efectos de Campo (Witkin, et. al. 1962). Se ha planteado (Karplus, Karplus y Wollman, 1974) que muchos estudiantes dejan de utilizar el razonamiento proporcional, ante una respuesta sugerida por la manera particular como se presenta la tarea (Campo). De acuerdo a Witkin, esta preferencia personal refleja el Estilo Cognoscitivo del sujeto, y no necesariamente la etapa piagetiana de desarrollo cognoscitivo. La percepción de un sujeto Dependiente de Campo está dominada por la organización global del Campo y relativamente hay poca posibilidad de percibir las partes discretas de un Campo, como tal (Witkin, Goodenough y Karp, 1967). Así mismo un sujeto Independiente de Campo trata de reestructurar la organización impuesta por el Campo, de acuerdo a sus criterios. Lawson (1976) señala que para el desarrollo del razonamiento formal se hace necesario una «estructuración analítica» de la información suministrada y una estructura (armazón) conceptual altamente articulada. Los sujetos Dependiente de Campo tienen deficiencias en estas habilidades.

Este estudio trata de investigar el Efecto de Campo sobre el rendimiento de los estudiantes en tareas piagetianas basadas en diferentes tipos de razonamiento, importante para la Enseñanza de la Ciencia (nivel secundario y primeros años de la universidad). Varios estudios (Lawson y Renner, 1974; Wollman, 1977; Kuhn

y Brannock, 1977; Levine y Linn, 1977; Wollman y Lawson, 1978; Lawson 1982a) han demostrado la importancia de diferentes tipos de razonamiento (proporcional, combinatorio, probabilístico, control de variables, desplazamiento de volumen y conservación de peso) para cursos introductorios de química, física, matemática y biología. Lawson (1982b) obtuvo un coeficiente de correlación Pearson,  $r = 0,49$  ( $p = 0,002$ ) entre razonamiento formal de Piaget y Dependencia/Independencia de Campo. Así mismo en un estudio realizado por Niaz y Lawson (1985) se encontró un coeficiente de correlación,  $r = 0,48$  ( $p < 0,01$ ) entre una prueba de balanceo de ecuaciones químicas y Dependencia/Independencia de Campo.

La primera parte de esta investigación (Niaz, 1985a) estudió el Efecto de Campo sobre el razonamiento proporcional y consistió en la aplicación de las siguientes pruebas a 318 estudiantes de Cursos Básicos (Ciencias y afines) de la Universidad de Oriente: a) Prueba de Figuras Encajada (PFE) de Witkin, et. al. 1971; b) Prueba de Razonamiento Proporcional (Lawson, 1978; Niaz, 1985b) de 9 ítems. Los resultados demuestran que los coeficientes de correlación de Pearson entre los 9 ítems de razonamiento proporcional y la PFE, fueron significativos ( $r = 0,19$  a  $0,39$ ;  $p = 0,001$ ). Así mismo, el coeficiente de correlación entre la calificación total de los 9 ítems de razonamiento proporcional y PFE, fue  $r = 0,50$  ( $p = 0,001$ ).

El objetivo de esta segunda parte de la investigación fue estudiar el efecto de Campo sobre el rendimiento de los estudiantes en tareas Piagetianas basadas en los siguientes tipos de razonamiento: control de variables, desplazamiento de volumen, conservación de peso y relaciones espaciales.

**METODO**

**Sujetos**

El estudio se basó en 318 sujetos inscritos en 9 secciones de Química I (010-1114) en la Universidad de Oriente, Venezuela, durante el primer semestre de 1984. Edad  $\bar{X}$  = 18,4 años; SD = 1,7.

**Diseño Experimental y Procedimiento**

Durante la primera semana del semestre a todos los sujetos (Ss), les fueron aplicadas las siguientes pruebas: a) Prueba de Figuras Encajadas (PFE) de Witkin, et. al. (1971) para determinar el Estilo Cognoscitivo de los Ss, quiere decir, Dependencia (DC) / Independencia (IC) de Campo. El coeficiente de confiabilidad de la prueba con la presente muestra es de 0,79. b) Prueba basada en los siguientes 9 items (ver anexo): Cuatro items de Control de variables (CV1, CV2, CV3, y CV4); un item de Desplazamiento de Volumen (DV); tres items de Conservación de Peso (CP1, CP2 y CP3) un item de Relación Espacial (RE). Los items CV1, CV2, CV3, CV4, CP1 y DV, con ciertas modificaciones fueron tomados de Lawson (1978). Así mismo los items CP2, CP3 y RE fueron tomados de Niaz (1985b).

**RESULTADOS Y DISCUSION**

En la prueba de Figuras Encajadas (PFE), de Witkin, 179 Ss obtuvieron una calificación entre 0 a 6, y utilizando los criterios de Witkin, fueron clasificados como Dependientes de Campo (DC). 109 Ss obtuvieron una calificación entre 7 a 12, y fueron clasificados como intermedio (IM), y 30 Ss con una calificación entre 13 a 18, fueron clasificados como Independientes de Campo (IC). Un sujeto (IC), respondió correctamente a todos los cuatro items de control de variables. 91 Ss (IC = 11; IM = 45; DC = 35) respondieron correctamente a todos los tres items de conservación de peso.

*Item CV1* (ver Tabla 1): Muchos de los sujetos que respondieron correctamente (Respuesta a), justificaron de la siguiente manera:

«Si queremos hacer este experimento, tenemos que tomar cuerdas de diferentes largos, que podrían ser: (1,2) ó (1,3), pero habría que tomar en cuenta el peso (deben ser iguales) y por ello utilizo la (1,2)». Es factible que sujetos IC tengan una ventaja en comparación con los Ss DC, para descartar la respuesta (1,3) como irrelevante. Se puede observar que de los 32 sujetos que respondieron b (1,3), 18 (56%) eran DC y 4 (13%) IC. 47% (14 de los 30) de los Ss IC y 13% (23 de los 179) de los sujetos DC descifraron la información correctamente, quiere decir respondieron correctamente a (1,2).

*Item CV2* (ver Tabla 2): En este item el sujeto tiene que determinar si el tiempo necesario para que el péndulo

Tabla I  
Relación entre Dependencia de Campo (DC), Independencia de Campo (IC) y Respuestas de los sujetos en el Item de Control de Variables CV1 (N = 318)

RESPUESTA	N	NUMERO DE SUJETOS		
		IC (N=30)	IM (N=109)	DC (N=179)
a	74	14 (19)*	57 (50)	23 (31)
a**	62	7 (11)	17 (27)	38 (61)
b	32	4 (13)	10 (31)	18 (56)
c	44	-	11 (25)	33 (75)
d	24	2 (8)	6 (25)	16 (67)
e	33	2 (6)	8 (24)	23 (70)
f	49	1 (2)	20 (41)	28 (57)

\* Las cifras en paréntesis representan porcentajes  
 \*\* Sin justificación  
 f No contestó

oscile entre los dos extremos, depende del peso que lleva la cuerda, manteniendo la longitud de la cuerda constante. 47% (14 de los 30) de los Ss IC y solamente 10% (17 de los 179) de los sujetos DC, respondieron correctamente: C (2,3). Aparentemente los sujetos DC sienten la necesidad de variar el peso, para estudiar su efecto sobre la frecuencia de oscilación, pero no controlan la otra variable, que es el largo de la cuerda. Se puede observar que de los 40 sujetos que respondieron b (1,3) 25 (63%) eran DC y solamente 1 (3%) IC.

Tabla II

Relación entre Dependencia de Campo (DC), Independencia de Campo (IC) y Respuestas de los Sujetos en el Item de Control de Variables CV2 (N = 318)

RESPUESTA	N	NUMERO DE SUJETOS		
		IC (N=30)	IM (N=109)	DC (N=179)
a	69	2 (3)*	20 (29)	47 (68)
b	40	1 (3)	14 (35)	25 (63)
c	65	14 (22)	34 (52)	17 (26)
c**	40	5 (13)	15 (38)	20 (50)
d	22	4 (18)	5 (23)	13 (59)
e	28	2 (7)	4 (14)	22 (79)
f	54	2 (4)	17 (31)	35 (65)

\* Las cifras en paréntesis representan porcentajes  
 \*\* Sin justificación  
 f No contestó

*Item CV3* (ver Tabla 3): Los Ss DC señalaron la necesidad de utilizar la metra N° 2, ya que se había utilizado la metra N° 1, anteriormente. Se puede observar que 55% (98 de los 179) de los Ss DC, respondieron b (metra N° 2). Es interesante notar que 33 Ss respondieron de la siguiente manera: «Se puede utilizar, cualquiera de las dos metras, lo importante es que sea lanzada desde la posición A». Esta respuesta no estaba incluida en la prueba.

*Item CV4* (ver Tabla 4): De los 10 Ss que respondieron correctamente (respuesta b) 7 eran DC y 1, IC. Se puede observar que un número considerablemente grande (113) de Ss respondieron (b), sin dar una justificación adecuada. Es interesante señalar que 54 sujetos respondieron c (Necesita más información) y dieron la siguiente justificación: «Necesito saber si la metra metálica N° 1 pesa más que la metra metálica N° 2, o viceversa». En vista de que esa información era irrelevante para contestar el item, 56% (30 de los 54) de los sujetos DC respondieron c.

Tabla III

Relación entre Dependencia de Campo (DC), Independencia de Campo (IC) y Respuestas de los sujetos en el Item de Control de Variables CV1 (N = 318)

RESPUESTA	N	NUMERO DE SUJETOS		
		IC (N=30)	IM (N=109)	DC (N=179)
a	25	4 (16)*	10 (40)	11 (44)
a**	93	12 (13)	24 (26)	57 (61)
b	166	10 (6)	58 (35)	98 (59)
c	34	4 (12)	17 (50)	13 (38)

\* Las cifras en paréntesis representan porcentajes  
 \*\* Sin justificación  
 f No contestó

Tabla IV

Relación entre Dependencia de Campo (DC), Independencia de Campo (IC) y Respuestas de los sujetos en el Item de Control de Variables CV1 (N = 318)

RESPUESTA	N	NUMERO DE SUJETOS		
		IC (N=30)	IM (N=109)	DC (N=179)
a	77	5 (6)*	30 (39)	42 (55)
b	10	1 (10)	2 (20)	7 (70)
b**	113	12 (11)	38 (34)	63 (56)
c	54	6 (11)	18 (33)	30 (56)
d	64	6 (9)	21 (33)	37 (58)

\* Las cifras en paréntesis representan porcentajes  
 \*\* Sin justificación  
 f No contestó

*Item DV* (ver Tabla 5): 68% (217 de los 318) de los Ss respondieron (a), quiere decir el nivel de agua sube más en el caso del cilindro B, que del cilindro A. El item DV es un indicador del comienzo del razonamiento formal (Piaget, Inhelder y Szeminska, 1960). De acuerdo a Lawson, Blake y Nordland (1974), el sujeto debe cumplir con los siguientes requisitos para contestar correctamente: a) Debe comprender el concepto abstracto de desplazamiento del volumen; b) Debe eliminar una contradicción, ignorando la respuesta sugerida por la percepción que se encuentra en los pesos desiguales de los cilindros A y B. Al contrario se debe concentrar en igualdad del volumen de los dos cilindros. Se puede observar que la respuesta (a) sugerida por el Campo fue

Tabla V

Relación entre Dependencia de Campo (DC), Independencia de Campo (IC) y Respuestas de los sujetos en el Item de Control de desplazamiento de volumen DV (N = 318)

RESPUESTA	N	NUMERO DE SUJETOS		
		IC (N=30)	IM (N=109)	DC (N=179)
a	217	15 ( 7)*	74 (34)	128 (59)
b	9	-	3 (33)	6 (67)
c	55	10 (16)	22 (40)	23 (42)
c**	32	4 (13)	10 (31)	18 (56)
d	5	1 (20)	-	4 (80)

- \* Las cifras en paréntesis representan porcentajes
- \*\* Sin justificación
- d No contestó

Campo fue aceptada por 72% (128 de los 179) de los sujetos DC, y 50% (15 de los 30) de los sujetos IC. Aunque los Ss IC, aceptaron la respuesta (a) a menos grado que los sujetos DC, el nivel de aceptación es bastante elevado. Así mismo solamente 10 de los 30 sujetos IC, contestaron correctamente, respuesta (c). Aparentemente no encontramos una explicación satisfactoria de estos resultados. El coeficiente de correlación (ver Tabla 10)  $r = 0,16$ ;  $p = 0,004$  entre PFE y el item DV es un indicador de que varios factores podrían incidir sobre el rendimiento. Es interesante señalar que los sujetos que respondieron (a) algunos dieron las siguientes justificaciones:

- «Porque a mayor peso la densidad de agua será mayor, es decir sube más».
- «A mayor masa habrá mayor empuje».
- «B tiene mayor volumen».
- «Agua desplazaba será en relación directa a la masa que posee el sólido».
- «B pesa más y por eso hay mayor presión sobre el agua, lo que hace que el nivel sea mayor».
- «B tiene mayor densidad que A».
- «B tiene mayor masa y la gravedad lo atrae con mayor fuerza».

*Item CPI* (ver Tabla 6): La gran mayoría de los sujetos IC y DC respondieron correctamente: respuesta (b). Estos resultados se podrían interpretar de la siguiente manera: A medida que los sujetos hayan logrado el tipo de razonamiento en que se basa un item, el papel del Estilo Cognoscitivo es menos determinante (ver Tabla 10: coeficiente de correlación entre el item CP1 y PFE,  $r = 0,01$ ;  $p = 0,432$ ).

Tabla VI

Relación entre Dependencia de Campo (DC), Independencia de Campo (IC) y Respuestas de los sujetos en el Item de Conservación de Peso CPI (N = 318)

RESPUESTA	N	NUMERO DE SUJETOS		
		IC (N=30)	IM (N=109)	DC (N=179)
a	10	-	4 (40)*	6 (60)
b	302	29 (10)	105 (34)	170 (56)
c	6	1 (17)	2 (33)	3 (50)

- \* Las cifras en paréntesis representan porcentajes

*Item CP2* (ver Tabla 7): Se cree que una de las posibles respuestas sugeridas por el Campo es la (c). 82% (69 de los 84) de los sujetos que contestaron (c), eran DC, y 1% (1 de los 84) IC. Se observó que la gran mayoría de los Ss, sumaron todos los pesos suministrados ( $163,5 + 13,6 + 103,2 = 280,3$ ), manifestando así una incapacidad de descifrar información relevante. Así mismo se puede observar que 77% (23 de los 30) de los sujetos IC, contestaron correctamente la respuesta (b).

Tabla VII

Relación entre Dependencia de Campo (DC), Independencia de Campo (IC) y Respuestas de los sujetos en el Item de Conservación de Peso CP2 (N = 318)

RESPUESTA	N	NUMERO DE SUJETOS		
		IC (N=30)	IM (N=109)	DC (N=179)
a	11	1 ( 9)*	2 (18)	8 (73)
b	179	23 (13)	75 (42)	81 (45)
c	84	1 ( 1)	14 (17)	69 (82)
d	29	3 (10)	12 (41)	14 (46)
e	15	2 (13)	6 (40)	7 (47)

- \* Las cifras en paréntesis representan porcentajes
- e No contestó

*Item CP3* (ver Tabla 8): Aparentemente las dos respuestas sugeridas por Campo son: (b) y (c). 75% (30 de los 40) de los Ss que respondieron (b), eran DC y ninguno IC. Así mismo 70% (32 de los 46) de los Ss que respondieron (c), eran DC y 7% (3 de los 46) eran IC.

Tabla VIII

Relación entre Dependencia de Campo (DC), Independencia de Campo (IC) y Respuestas de los sujetos en el Item de Conservación de Peso CP3 (N = 318)

RESPUESTA	N	NUMERO DE SUJETOS		
		IC (N=30)	IM (N=109)	DC (N=179)
a	149	20 (13)*	64 (43)	65 (44)
a**	14	-	3 (21)	11 (79)
b	40	-	10 (25)	30 (75)
c	46	3 (7)	11 (24)	32 (70)
d	29	3 (10)	9 (31)	17 (59)
e	40	4 (10)	12 (30)	24 (60)

- \* Las cifras en paréntesis representan porcentajes
- \*\* Sin justificación
- e No contestó

Item RE (ver Tabla 9): 70% (21 de los 30) de los Ss IC, respondieron correctamente y 26% (46 de los 179) de los sujetos DC, respondieron correctamente. Se puede observar que los Ss IC tienen mayor capacidad de visualizar y analizar, las relaciones en el espacio.

A continuación se presenta una distribución de los diferentes items utilizados en este estudio, de acuerdo a la etapa piagetiana y el porcentaje de los sujetos que respondieron correctamente (Tabla 10):

Tabla IX

Relación entre Dependencia de Campo (DC), Independencia de Campo (IC) y Respuestas de los sujetos en el Item de Relación Espacial RE (N = 318)

RESPUESTA	N	NUMERO DE SUJETOS		
		IC (N=30)	IM (N=109)	DC (N=179)
a	111	21 (19)*	44 (40)	46 (41)
b	190	7 (4)	60 (32)	123 (65)
c	17	2 (12)	5 (29)	10 (59)

- \* Las cifras en paréntesis representan porcentajes
- a Todas las cinco letras respondidas correctamente
- b Menos de cinco letras respondidas correctamente
- c No contestó

Lawson (1978) realizó el Análisis de Componentes Principales y encontró que los items de Control de Variables, tenían dos factores. Como era de esperarse, uno de estos factores (0,65) era común con los demás items de razonamiento formal: Proporcional (0,75), Combinatorio (0,64) y Probabilístico (0,77). El otro factor (0,39) era el mismo que el del item Desplazamiento de Volumen (0,82). Los resultados obtenidos en este estudio muestran que los items de Control de Variables (CV1 y CV2) tienen algunos rasgos similares (manejo

Tabla X

Item	Etapa Piagetiana	Sujetos que respondieron correctamente		Nº de sujetos con Estilo Cognoscitivo		
		N	(%)	IC	IM	DC
CP1	Operacional Concreta	302	(95)	29	103	170
CP2	Operacional Concreta	179	(56)	23	75	81
CP3	Operacional Concreta	149	(47)	20	64	65
RE	Operacional Concreta	111	(35)	21	44	46
DV	Operacional Formal Temprana	55	(17)	10	22	23
CV1	Operacional Formal	74	(23)	14	37	23
CV2	Operacional Formal	65	(20)	14	34	17
CV3	Operacional Formal	25	(8)	4	10	11
CV4	Operacional Formal	10	(3)	1	2	7

de largo y peso de la cuerda) con el item de Desplazamiento de Volumen. Este estudio en concordancia con los resultados reportados por Lawson (1978) mostró el rendimiento de los Ss muy similar, en los items: DV (17%); CV1 (23%); y CV2 (20%).

**CONCLUSIONES**

En este estudio se ha encontrado evidencia para apoyar la hipótesis de que los sujetos Dependientes de Campo son más afectados por los Efectos de Campo. Se obtuvieron coeficientes de correlación (ver Tabla 11) significativos entre la Prueba de Figuras Encajadas y los items de Control de Variables ( $r = 0,28$ ;  $p = 0,001$ ); Desplazamiento de Volumen ( $r = 0,16$ ;  $p < 0,01$ ); Conservación de Peso ( $r = 0,28$ ;  $p = 0,001$ ) y Relación Espacial ( $r = 0,26$ ;  $p = 0,001$ ). Es importante señalar que los coeficientes de correlación son significativos pero relativamente bajos, siendo esto un indicador del hecho que además del Estilo Cognoscitivo, otros factores cognoscitivos (Pascual-Leone, 1970; Case, 1978; Niaz y Lawson, 1985) inciden sobre el rendimiento de los estudiantes. Finalmente, se puede observar (Tabla 11) que los coeficientes de correlación entre la calificación total de los 9 items de razonamiento proporcional (Niaz, 1985a) y los items de Control de Variables

( $r = 0,41$ );  $p < 0,01$ ), Desplazamiento de Volumen ( $r = 0,23$ ;  $p < 0,01$ ), Conservación de Peso ( $r = 0,31$ ;  $p < 0,01$ ), Relación Espacial ( $r = 0,23$ ;  $p = 0,001$ ) y la Prueba de Figuras Encajadas ( $r = 0,50$ ;  $p = 0,001$ ) fueron significativos.

En los últimos años varios investigadores (Griffiths, 1976; Shayer y Adey, 1981; Lawson y Snitgen, 1982) han enfatizado la importancia de los procesos piagetianos de razonamiento formal, para la enseñanza de la Ciencia. En vista de los resultados obtenidos en este estudio, indicando que muchas de las tareas piagetianas contienen Efectos de Campo, es necesario que los docentes consideren el papel jugado por el Estilo Cognoscitivo. Así mismo los resultados muestran que más del 50% (179 de los 318) de los estudiantes inscritos en cursos introductorios de química, física, matemática y biología son Dependientes de Campo. Este hecho hace necesario que los docentes utilicen estrategias adecuadas, para disminuir el efecto de los factores perceptuales de Campo.

**Agradecimiento**

Este trabajo fue realizado con los fondos del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente (Nº del Proyecto: CI-5-023-00235/84-85).

Tabla XI

Coeficientes de Correlación Pearson entre la Prueba de Figuras Encajadas (PFE) y los Items de Control de Variables (CV), Desplazamiento de Volumen (DV), Conservación de Peso (CP) y Relación Espacial (RE). N = 318.

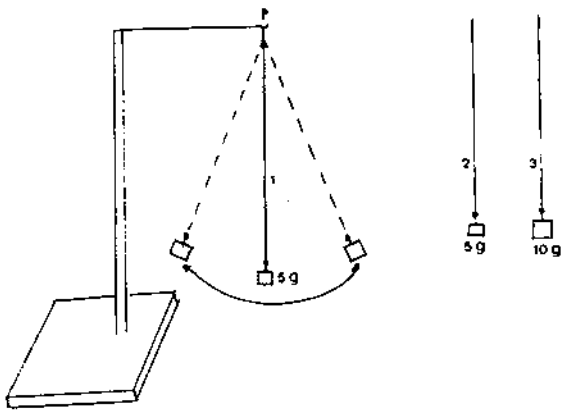
Variable <sup>#</sup>	PFE	CV1	CV2	CV3	CV4	Total CV	DV	CP1	CP2	CP3	Total CP	RE	Total Pr
PFE	1												
CV1	0,27 <sup>**</sup>	1											
CV2	0,31 <sup>**</sup>	0,87 <sup>**</sup>	1										
CV3	0,06 <sup>b</sup>	0,18 <sup>**</sup>	0,24 <sup>*</sup>	1									
CV4	0,00	0,20 <sup>**</sup>	0,13 <sup>*</sup>	0,02 <sup>b</sup>	1								
Total CV	0,28 <sup>**</sup>	0,91 <sup>**</sup>	0,91 <sup>**</sup>	0,47 <sup>*</sup>	0,34 <sup>**</sup>	1							
DV	0,16 <sup>*</sup>	0,13 <sup>a</sup>	0,11 <sup>a</sup>	0,04 <sup>b</sup>	0,05 <sup>b</sup>	0,12 <sup>a</sup>	1						
CP1	0,01 <sup>b</sup>	0,00	0,00	0,01 <sup>b</sup>	0,04 <sup>b</sup>	0,00	0,05 <sup>b</sup>	1					
CP2	0,24 <sup>**</sup>	0,15 <sup>*</sup>	0,19 <sup>*</sup>	0,08 <sup>a</sup>	0,05 <sup>b</sup>	0,18 <sup>*</sup>	0,12 <sup>a</sup>	0,06 <sup>b</sup>	1				
CP3	0,19 <sup>**</sup>	0,13 <sup>*</sup>	0,12 <sup>a</sup>	0,14 <sup>*</sup>	0,01 <sup>b</sup>	0,16 <sup>*</sup>	0,08 <sup>a</sup>	0,07 <sup>a</sup>	0,14 <sup>*</sup>	1			
Total CP	0,28 <sup>**</sup>	0,16 <sup>*</sup>	0,17 <sup>*</sup>	0,11 <sup>a</sup>	0,05 <sup>b</sup>	0,19 <sup>*</sup>	0,14 <sup>*</sup>	0,35 <sup>*</sup>	0,73 <sup>*</sup>	0,71 <sup>*</sup>	1		
RE	0,26 <sup>**</sup>	0,12 <sup>a</sup>	0,09 <sup>a</sup>	0,00	0,10 <sup>a</sup>	0,10 <sup>a</sup>	0,09 <sup>a</sup>	0,00	0,07 <sup>a</sup>	0,15 <sup>*</sup>	0,13 <sup>*</sup>	1	
Total Pr	0,50 <sup>**</sup>	0,35 <sup>**</sup>	0,39 <sup>*</sup>	0,17 <sup>*</sup>	0,22 <sup>*</sup>	0,41 <sup>*</sup>	0,23 <sup>*</sup>	0,05 <sup>b</sup>	0,25 <sup>*</sup>	0,26 <sup>**</sup>	0,31 <sup>*</sup>	0,23 <sup>**</sup>	1

<sup>#</sup>Total Pr = Calificación total obtenida en los 9 items de razonamiento proporcional, ver Niaz, 1985a.

\*  $p < 0,01$ ; \*\*  $p = 0,001$ ; <sup>a</sup> $p < 0,1$ ; <sup>b</sup> $p < 0,5$

ANEXO

Item CV1 y CV2



Tenemos tres cuerdas: 1, 2 y 3. La cuerda 1 es más larga que la 2 y la 3. Las cuerdas 2 y 3 son del mismo largo. Las cuerdas 1 y 2 tienen un peso de 5 gramos cada una y la cuerda 3 tiene un peso de 10 gramos. Al colgar una cuerda del punto de apoyo, P, se puede formar un péndulo que puede oscilar entre los dos extremos, tal como lo demuestra en la figura.

Pregunta a. Queremos hacer un experimento para determinar si el tiempo necesario para que el péndulo oscile entre los dos extremos, depende del largo de la cuerda. Diga, ¿cuáles cuerdas utilizaría usted para efectuar el experimento?

Marque la respuesta correcta con una "X".

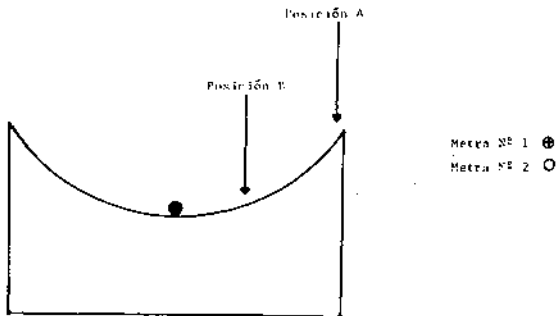
- a)- 1 y 2
- b)- 1 y 3
- c)- 2 y 3
- d)- 1, 2 y 3
- e)- 2 solamente

Pregunta b. Queremos hacer un experimento para determinar si el tiempo necesario para que el péndulo oscile entre los dos extremos, depende del peso que lleva la cuerda. Diga, ¿cuáles cuerdas utilizaría usted para efectuar el experimento?

Marque la respuesta correcta con una "X".

- a)- 1 y 2
- b)- 1 y 3
- c)- 2 y 3
- d)- 1, 2 y 3
- e)- 2 solamente

Item CV3



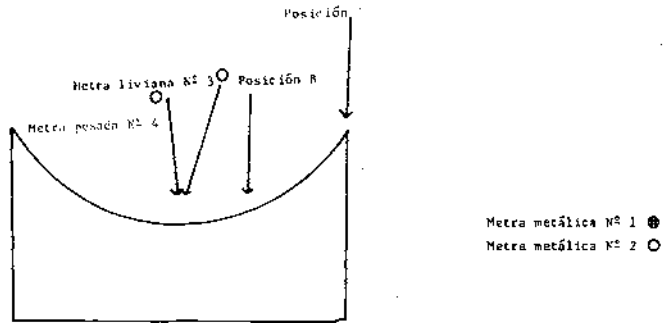
Aquí tenemos una rampa (como la usada por los patinadores), con una metra en el fondo. Además tenemos dos metras Nº 1 y Nº 2. La metra Nº 2 pesa más que la metra Nº 1. Cuando se deja caer suavemente a cualquiera de las dos metras Nº 1 o Nº 2, desde la posición de salida A o B, la metra en el fondo de la rampa es empujada al otro lado de la rampa.

Pregunta: En un experimento se dejó caer suavemente la metra Nº 1 desde la posición B, y se observó que la metra en el fondo subió al otro lado de la rampa. ¿Qué metra (Nº 1 ó Nº 2) se debe utilizar para determinar que la distancia recorrida por la metra situada en el fondo de la rampa, depende de la posición de salida A ó B?

Marque la respuesta correcta con una "X".

- a)- Metra Nº 1
- b)- Metra Nº 2

Item CV4



Como en el item anterior, aquí tenemos una rampa, en el fondo de la cual se podría colocar una metra liviana Nº 3 o la metra pesada Nº 4. Además tenemos dos metras metálicas Nº 1 y Nº 2.

I Experimento: Cuando se colocó la metra pesada Nº 4 en el fondo de la rampa y se dejó caer suavemente la metra metálica Nº 1, desde la posición A, la metra Nº 4 en el fondo de la rampa subió al otro lado de la rampa.

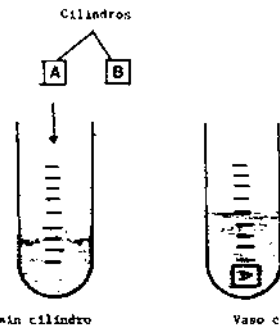
II Experimento: Cuando se colocó la metra liviana Nº 3 en el fondo de la rampa y se dejó caer suavemente la metra metálica Nº 2, desde la posición A, la metra Nº 3 en el fondo de la rampa subió al otro lado de la rampa. Se encontró que en el II Experimento la metra liviana Nº 3 subió una distancia mayor que la metra pesada Nº 4, en el I Experimento.

Pregunta: ¿Se puede concluir a partir de los experimentos I y II, que la metra metálica Nº 2 es capaz de trasladar una metra (Nº 3 ó Nº 4) a mayor distancia que la metra metálica Nº 1?

Marque la respuesta correcta con una "X".

- a)- Si
- b)- No
- c)- Necesita más información

Item DV



Tenemos dos cilindros A y B, de la misma altura y grosor. A, pesa 25 gramos y B pesa 50 gramos. Además tenemos un vaso con cierta cantidad de agua. Al introducir el cilindro A en el vaso, el nivel del agua sube.

Pregunta: ¿Si en lugar del cilindro A se introduce el cilindro B en el vaso, el nivel del agua será?

Marque la respuesta correcta con una "X".

- a)- Mayor que en el caso del cilindro A
- b)- Menor que en el caso del cilindro A
- c)- Igual que en el caso del cilindro A

Item CV5

En la siguiente figura aparecen dos pelotas de plastilina del mismo tamaño y peso: A y B.



Imagínese que ahora a la pelota B se le da la forma de una arepa.

Pregunta: ¿Cuál de las dos, la pelota o la arepa, pesan más? Marque la respuesta correcta con una "X".

- a)- La pelota pesa más.
- b)- Las dos pesan iguales.
- c)- La arepa pesa más.

Item CP2

Un recipiente con tapa de 100 ml pesa 103,2 g. Se coloca cierta cantidad de agua en el recipiente y 13,6 g de sal común, algo de la cual queda sin disolver. El peso del recipiente con agua es 163,5 g. Se puede concluir que el peso total del recipiente y su contenido es:

- a) 60,3 g    b) 177,1 g    c) 260,3 g    d) Ninguna de las anteriores

Item CP3

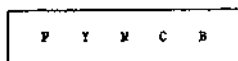
Si el recipiente, del item CP2, con todo su contenido se calienta con la tapa cerrada, desde 20°C hasta 50°C, se podría concluir que:

- a) El peso total del recipiente y su contenido queda igual.  
 b) Al aumentar la temperatura se disuelve más sal; por lo tanto aumenta el peso total del recipiente y su contenido.  
 c) Como el agua caliente es más liviana que agua fría, debe disminuir el peso total del recipiente y su contenido.  
 d) Ninguna de las anteriores.

Item RE

Dada una lámina semejante a la de la figura y con las mismas letras

allí indicadas:



Si usted se pega la lámina en la frente y se coloca ante un espejo, ¿cuáles letras se invertirán y cuáles permanecerán iguales?

LAWSON, A.E., 1978, The development and validation of a classroom test of formal reasoning, *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 11-24.

LAWSON, A.E., 1982a, The nature of advanced reasoning and science instruction, *Journal of Research in Science Teaching*, 19, 743-760.

LAWSON, A.E., 1982b, Formal reasoning, achievement and intelligence: an issue of importance, *Science Education*, 66(1), 77-83.

LAWSON, A.E. y RENNER, J.W., 1974, A quantitative analysis of responses to Piagetian tasks and its implications for curriculum, *Science Education*, 58(4), 545-559.

LAWSON, A.E., BLAKE, A. y NORDLAND, F., 1974, Piagetian tasks clarified: the use of metal cylinders, *American Biology Teacher*, 36(4), 209-211.

LAWSON, A.E. y SNITGEN, D.A., 1982, Teaching formal reasoning in a college biology course for preservice teachers, *Journal of Research in Science Teaching*, 19(3), 233-248.

LEVINE, D.I. y LIM, M.C., 1977, Scientific reasoning ability in adolescence: Theoretical viewpoints and educational implications, *Journal of Research in Science Teaching*, 14(4), 371-384.

NAIAZ, M., 1985a, Razonamiento Proporcional: Una interpretación basada en la teoría de Dependencia / Independencia de Campo de Witkin, Trabajo presentado en la XXXV Convención Anual de la Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia, Mérida, Noviembre.

NAIAZ, M., 1985b, Evaluation of formal operational reasoning by Venezuelan freshmen students, *Research in Science and Technological Education*, 3(1), 43-50.

NAIAZ, M. y LAWSON, A.E., 1985, Balancing chemical equations: The role of developmental level and mental capacity, *Journal of Research in Science Teaching*, 22(1), 41-52.

PASCUAL-LEONE, J., 1970, A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages, *Acta Psychologica*, 32, 301-345.

PIAGET, J., INHELDER, B., SZEMINSKA, A., 1960, *The child's conception of geometry*, (Norton: New York).

SHAYER, M. y ADEY, P., 1981, *Towards a Science of Science Teaching*, (Heinemann: London).

WITKIN, H.A., et al., 1962, *Psychological Differentiation*, (Wiley: New York).

WITKIN, H.A., GOODENOUGH, D.R. y KARP, S.A., 1967, Stability of cognitive style from childhood to young adulthood, *Journal of Personality and Social Psychology*, 7(3), 291-300.

WITKIN, H.A., et al., 1971, *A manual for the embedded figures tests*, (Consulting Psychologists Press: Palo Alto).

WOLLMAN, W., 1977, Controlling variables: A Neo-Piagetian Developmental sequence, *Science Education*, 61(3), 385-391.

WOLLMAN, W. y LAWSON, A.E., 1978, The influence of instruction on proportional reasoning in seventh graders, *Journal of Research in Science Teaching*, 15(3), 227-232.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CASE, R., 1978, Piaget and beyond: Toward a developmentally based theory and technology of instruction, en Glaser, R. (Ed.) *Advances in Instructional Psychology*, (Lawrence Erlbaum: Hillsdale (NJ)).

GRIFFITHS, D.H., 1976, Physics Teaching: Does it hinder intellectual development? *American Journal of Physics*, 44(1), 81-85.

KARPLUS, E.F., KARPLUS, R. y WOLLMAN, W., 1974, Intellectual development beyond elementary school IV: Ratio, the influence of cognitive style, *School Science and Mathematics*, 74(6), 476-482.

KUHN, D. y BRANNOCK, J., 1977, Development of the Isolation of Variables Scheme in Experimental and «Natural Experiment» Contexts, *Developmental Psychology*, 13(1), 9-14.

LAWSON, A.E., 1976, Formal operations and field independence in a heterogeneous sample, *Perceptual and Motor Skills*, 42, 981-982.