

IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS EXPLICACIONES DE LOS ALUMNOS MEDIANTE UNA PRUEBA DE OPCIÓN MÚLTIPLE OBTENIDA A PARTIR DE LOS RESULTADOS DE ENTREVISTAS

Cano Sánchez, José*

Jiménez Gómez, Enrique*

Nicolás Marín Martínez**

Isabel Solano Martínez*

* Universidad de Murcia

** Universidad de Almería

1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los estudios cualitativos han sido y parecen ser el método más productivo para investigar lo que “sabe” un alumno sobre el contenido objeto de enseñanza, siendo la entrevista individual la técnica que más información permite obtener del alumno. Sin embargo, presentan dos limitaciones: a) el elevado tiempo que requieren dichos estudios (Marín, 1994 y Benarroch, 1998) y, b) las muestras que suelen ser de pocos alumnos (la mayoría entre 6 y 12 sujetos).

Los problemas relativos a la realización de entrevistas, transcripciones, categorización y jerarquización de resultados, etc., para determinar lo que “sabe” un alumno, requiere un elevado número de horas, lo que explica que los profesores, aún reconociendo su importancia, suelen hacer poco uso de dicho conocimiento a la hora de enseñar y evaluar el aprendizaje de los alumnos, pues se puede conocer lo que pueden “saber” los alumnos de manera general, pero no de forma específica y concreta para cada sujeto.

Una posible solución para trasladar los resultados de investigación al aula podría ser la utilización de pruebas objetivas (ítems de opción múltiple), pero no en sentido clásico de la teoría de test, donde se da al sujeto una puntuación total sobre la prueba, sino bajo la teoría de respuestas de ítems (Sadler, 1998), en la que cada contestación del sujeto es valorada dentro de una escala progresiva de conocimientos relativa a un concepto determinado. De ahí, que en este trabajo se

desarrolla una técnica de evaluación diagnóstica, que permita obtener información análoga a la obtenida en las entrevistas personales; para ello se ha confeccionado una prueba objetiva de ítems de opción múltiple, en la que cada opción se ha construido a partir de datos obtenidos previamente en entrevistas. Este tipo de pruebas tienen las ventajas de ser computadas, fácilmente calificadas y los resultados pueden ser utilizados de inmediato por el profesor.

2.- INVESTIGACIÓN SOBRE LAS “EXPLICACIONES” DE LOS ALUMNOS

Los trabajos realizados por Marín (1994) sobre la evolución de los esquemas explicativos que tienen los sujetos sobre los hechos físicos, relativos a situaciones de equilibrio mecánico, permitió obtener los “trazos” sobre la evolución del conocimiento que tienen los alumnos sobre los conceptos de verticalidad, centro de masas, compensaciones de pesos, entre otros. Para ello: a) Se elaboró un cuestionario; b) Se pasó, mediante entrevistas, a una muestra de 40 sujetos de edades comprendidas entre 6 y 22 años; c) la entrevista se grabó en vídeo; d) las respuestas se categorizaron y jerarquizaron; y, e) se identificaron y describieron los “trazos” evolutivos para cada uno de los conceptos investigados. La realización de este trabajo supuso cuatro años.

3.- TRANSCRIPCIÓN A PRUEBAS DE OPCIÓN MÚLTIPLE

Los hechos físicos y las preguntas del protocolo de la entrevista utilizados por Marín (1994) se mantuvieron, en la medida de lo posible. Para ello, se hizo necesario la utilización de figuras sobre las situaciones físicas presentadas. Además, se respetó la secuencia de las preguntas: predicción, experimentación y confrontación de lo predicho con lo observado en la experimentación. De aquí, la necesidad de utilizar multi-ítems.

Las opciones de los ítems correspondían a respuestas clasificadas en cada una de las categorías jerarquizadas que dieron lugar a los “trazos” evolutivos obtenidos por Marín (1994) para cada uno de los conceptos investigados.

4.- LA INVESTIGACIÓN

4.1.- Tareas seleccionadas

De las tareas propuestas por Marín (1994) se seleccionaron tres: la 1, que se utilizó para obtener los “trazos” de conocimiento progresivo relativos al concepto de verticalidad, y las tareas 7 (conservación) y 8 (control de variables) para

determinar los niveles operacionales de los sujetos.

La prueba se expone en el Anexo I: los 6 primeros ítems corresponden a conservación, los 7, 8, 9, 10, 11 y 12 a control de variables y las restantes al concepto de verticalidad.

4.2.- La muestra

La muestra utilizada está formada por 52 alumnos de 1º y 2º de Bachillerato del I.E.S. "Gabriel Miró" de Orihuela (Alicante).

4.3.- Análisis de la prueba

En la tabla 1, se presenta el índice de dificultad (IF), índice de discriminación (ID) y el índice de fiabilidad (IA) para la prueba.

\bar{x}	IF	ID	IA
11.52	67.8	76.4	0.88

Tabla 1

Los índices indican que la prueba está dentro de los límites de dificultad, discriminación y fiabilidad que proponen los textos especializados (Lafourcade, 1977 y Rodríguez Diéguez, 1979).

En la tabla 2 se presentan los índices de discriminación de cada ítem (Id), índices de dificultad (If) y % de alumnos que responden las diferentes opciones (A, B, C y D) de cada ítem.

ITEM L	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º	13ºA	13ºB	13ºC	14º	15º
Id	0.08	0.23	0.23	0.46	0.69	0.46	0.46	0.46	0.15	0.46	0.69	0.54	0.69	0.77	0.77	0.62	0.85
If	0.96	0.88	0.88	0.69	0.58	0.31	0.77	0.69	0.15	0.54	0.50	0.73	0.58	0.62	0.54	0.69	0.58
A	0	3.8	1.8	13.4	67.2	34.5	13.4	5.6	19.1	15.4	9.5	3.8	15.4	7.7	9.5	71.0	65.4
B	94.1	3.8	3.8	80.8	17.2	34.5	1.8	7.7	19.1	3.8	23.1	71.0	17.2	15.4	11.4	0	13.4
C	1.8	92.2	1.8	0	7.7	1.3	78.5	9.5	53.8	11.4	59.5	13.4	55.8	69.1	59.5	13.4	9.5
D	3.8	0	92.2	5.8	7.7	21.1	0	76.8	7.7	65.4	5.8	7.7	9.5	7.7	19.1	11.4	7.7

Tabla 2

Se ha eliminado, en el análisis, el ítem 9 por poseer un índice discriminación muy bajo y un nivel de dificultad muy alto, lo que pone de manifiesto su ineficacia en la prueba.

Si la prueba se divide en tres partes: conservación (ítems 1 al 6), control de variables (ítems 7, 8, 10, 11 y 12) y verticalidad (ítems del 13 al 15), se observa:

- a) Para los ítems de conservación, un aumento del índice de discriminación y una disminución del índice de dificultad, hecho que es razonable si se piensa que los primeros ítems van dirigidos a obtener información de la conservación del peso y los últimos sobre conservación del volumen.
- b) En control de variables, y al igual que para conservación, un aumento de los índices de discriminación y una disminución de los índices de dificultad, excepto para el ítem 12.
- c) Respecto a los ítems de verticalidad, no aparece, como es lógico, dicha jerarquización puesto que desde el primer ítem se está preguntando acerca del concepto que tienen los alumnos sobre verticalidad.

Respecto del porcentaje de alumnos que han seleccionado una opción u otra, a excepción del ítem 9, se cumple que las opciones menos seleccionadas son las más alejadas, dentro de la taxonomía jerárquica realizada por Marín (1994), a las respuestas correctas.

4.4.- Análisis de resultados

El interés de este trabajo radica en conocer si es posible, a partir de pruebas objetivas, clasificar a los alumnos por su nivel operacional (en términos piagetanos) y describir su “trazo” de conocimiento progresivo sobre verticalidad.

El test de respuesta múltiple tienen el inconveniente de no poder extraer del alumno toda la información que se requiere para alcanzar el objetivo anterior, además problemas de cansancio, falta de interés o motivación hacen que, a veces, las contestaciones no sean lo ajustadas que sería necesario. Por otro lado, el número de combinaciones de las posibles respuestas de cada ítem pueden ser ilimitadas, pues no debe olvidarse que aquí todas las respuestas deben ser valoradas, especialmente en caso de la descripción de los “trazos” de conocimiento. Por ello, sólo pretendemos en este trabajo establecer unos criterios mínimos para clasificar a los alumnos a través de las respuestas que han dado a los diferentes ítems propuestos.

Nuestro interés radica en la confección de un software que permita controlar toda la información del experto y para que dicha información sea ofrecida al profesor a través de un diagnóstico realizado por el propio ordenador, con el fin de que pueda ser relativamente rápido el proceso de evaluación inicial del alumno.

Para clasificar a un alumno en los ítems relativos a conservación, se buscaron aquellos sujetos que habían respondido todas las preguntas de manera correcta y se clasificaban en la última columna de la tabla 3. Por ejemplo el sujeto 1, tenía todas las respuestas correctas; el sujeto 4 tenía todas correctas a excepción del ítem 6 y, el alumno 34 tenía sólo bien los ítems 1 y 2.

Si un sujeto tenía todos los ítems correctos, excepto uno de los seis, se clasificaba en el apartado correspondiente del último ítem que tuviese bien. Ejemplo, el alumno 35 está clasificado en la columna 5, de la tabla 3, porque tenía incorrecto el ítem 2. El alumno 15 era clasificado en la columna 3 porque tenía mal los ítems 5 y 6 y, además, uno por debajo del ítem 4, concretamente para este alumno el ítem 2.

Con este criterio se han podido clasificar todos los alumnos que han realizado la prueba excepto el número 51, porque tenía dos respuestas incorrectas por debajo del ítem que le daba su nivel.

La distribución de los alumnos por las respuestas contestadas se presenta en la tabla 3

Disocian del objeto:	Cantidad de sustancia (la conservan): Ítems 1 y 2	El peso (conservación peso): Ítems 3	El tamaño de la cantidad de sustancia: ítem 4	El peso del tamaño: Ítem 5	Asocian peso y volumen: ítem 6
Sin fallos	34	16, 26 y 32	3, 11, 20, 36 y 37	4, 6, 9, 14, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 29, 42, 44, 48, 49, 50 y 52	1, 2, 7, 10, 12, 13, 18, 27, 28, 30, 38, 40, 43, 45 y 47
Con un fallo		33 y 39	15, 17 y 46	5	8, 31, 35 y 41

Tabla 3: Conservación

El mismo procedimiento fue seguido para clasificar los alumnos por las respuestas de los ítems acerca del control de variables. La clasificación de los sujetos se presenta en la tabla 4.

Controlan:	una variable: Ítem 7	una variables: Ítem 8	dos variables: ítem 10	dos variables: Ítem 11	dos variables: Ítem 12
Sin fallos		9	3, 5 y 34	35 y 40	2, 7, 22, 25, 27, 29, 30, 37, 42, 43, 44, 45, 46 y 47
Con un fallo		28	23	26	1, 6, 8, 10, 18, 19, 21, 24, 33, 36, 37, 38, 41, 48, 49, 50 y 52

Tabla 4: Control de variables

Quedaron sin clasificar, por tener dos o más fallos en las respuestas de los ítems por debajo de su posible clasificación, los siguientes alumnos: 4, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 31, 32, 39 y 51, que corresponde al 25% de la muestra.

Para clasificar los alumnos por su “trazo” de conocimientos correspondientes al concepto de verticalidad, se han utilizado sólo los ítems 14 y 15, sobre las explicaciones que dan los alumnos acerca de cómo queda la “ele”, la “percha” y el “aro”, una vez que han predicho como quedarían y como quedan realmente.

Trazo	1 Sólo utiliza aspectos figurativos	2 No se aproxima a la verticalidad, pero hace referencia al peso	3 Se aproxima a la verticalidad con referencia al peso	4 Concepto de verticalidad, a excepción aro	5 Concepto de verticalidad
Tipo de respuesta	14D y 15D	14C ó 14B y 15C ó 15D	14 C y 15B ó 15C	14A y 15B:	14A y 15A
Alumnos clasificados		7, 8, 13, 15, 34,	16, 17 y 20	4, 25, 28 y 33	1, 3, 5, 6, 10, 14, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 32, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50 y 52

Sin clasificar: 2, 9, 11, 12, 15, 31, 44, 51

Tabla 5: verticalidad

No respondieron a los ítems 14 y 15: los alumnos 36 y 37 .

5.- CONCLUSIONES

Con la prueba objetiva utilizada, se puede concluir:

1.- Con los criterios utilizados se han podido clasificar:

- El 98% de los alumnos en el apartado de conservación (ítems 1al 6).
- El 75 % en el apartado de la prueba referido a control de variables.
- Aproximadamente el 85% del apartado de los “trazos” de conocimiento.

A pesar de que se han podido clasificar un porcentaje de alumnos elevado, creemos que es necesario proponer otras reglas y mejorarlas. En este sentido pensamos que el álgebra fuzzy podría ayudar a establecerlas.

2.- La prueba objetiva, construida a partir de los datos recogidos en en-

trevistas, parece ser una herramienta útil que permite al profesor obtener una información rápida, si se hace a través del ordenador, acerca de los conocimientos que tienen sus alumnos sobre un contenido objeto de enseñanza.

3.- Es posible generar un sistema basado en conocimiento que permita suministrar, dentro de las limitaciones que tienen las variables educativas, al profesor de aula la información que tiene el investigador acerca de un contenido objeto de enseñanza, especialmente en lo referente a la evaluación inicial, acercando la investigación al aula de manera inmediata.

REFERENCIAS

- BENARROCH, A. (1998). *Las explicaciones de los estudiantes sobre las manifestaciones corpusculares de la materia*. Tesis inédita. Universidad de Granada.
- MARÍN, N. (1994). *Evolución de los esquemas explicativos en situaciones de equilibrio mecánico*. Tesis inédita. Universidad de Granada.
- SADLER, P.M. (1998). Psychometric Models of Student Conceptions in Science: Reconciling Qualitative Studies and Distractor-Driven Assessment Instruments. *Journal of Research in Science Teaching* 35(3): 265-296.
- LAFOURCADE, P.D. (1977). Evaluación de los aprendizajes. Cíncel. Madrid.
- RODRÍGUEZ DIÉGUEZ, J.L.(1979). *Técnicas de evaluación educativa*. ICE de la Universidad de Valencia. Valencia.

ANEXO I

APELLID OS..... NOMBRE..... CURSO..... EDAD.....

CAMBIOS DE FORMA

- 1.- Tenemos dos vasos iguales de agua, uno se vacía en una vasija ancha (A) mientras el otro se vacía en una estrecha (B). ¿Dónde habrá ahora más cantidad de agua?:



- A) Hay más en la vasija A
 B) Tienen la misma cantidad
 C) Hay más en la vasija B
 D) Habría que echar de nuevo el agua en Los vasos iguales

- 2.- Tenemos 3 vasos de diferentes tamaños (véase el dibujo). Tomamos tres vasos iguales llenos de agua y echamos cada uno en un recipiente, ¿cuál tendrá más agua?:



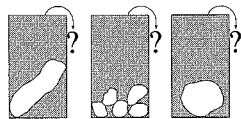
- A) El grande es el que más tiene
 B) El pequeño que está lleno, tendrá más
 C) Todos tendrán la misma cantidad
 D) El mediano tiene más que ninguno

- 3.- Tenemos tres bolas de plastilina que pesan igual, a una le damos forma de salchicha, a la otra la partimos en 5 trozos y la tercera se deja como está, ¿cuál pesará más, la salchicha, los trocitos o la bola?:



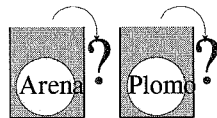
- A) La salchicha pesa más
 B) Tendríamos que pesarlos para saberlo
 C) Los trocitos pesarían más
 D) Los tres pesan igual

- 4.- Si echamos la plastilina en forma de salchicha, la de forma redonda y la dividida en trocitos cada una en vasos idénticos llenos de agua hasta arriba, ¿dónde se derramará más agua?:



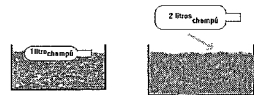
- A) Donde se echa la bola de plastilina
 B) La misma cantidad en los tres vasos
 C) Donde se echa los trocitos
 D) No se puede saber, faltan datos

- 5.- Tenemos dos pelotas de ping-pong, una se rellena de arena y la otra de plomo, ¿cuál derramaría más agua?:



- A) Derraman la misma cantidad de agua
 B) Como el plomo pesa más derrama más
 C) Derramarían casi lo mismo
 D) Tendríamos que conocer cuanto arena y cuanto plomo se han echado

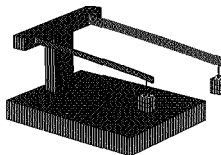
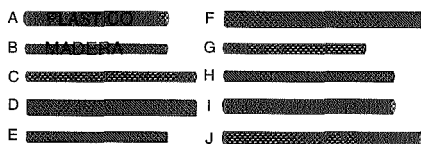
- 6.- Un bote de 1 litro lleno de champú que pesa 600g, flota al echarlo en el agua ¿qué pasaría si se echa un bote de 2 litros lleno con otro tipo de champú que pesa 1000g?



- A) Flotaría ya que en proporción tiene menos peso
 B) Flotaría ya que sigue siendo champú
 C) En 2 litros cabe más champú que en un litro
 D) Si pesa más y hay más champú se hundirá

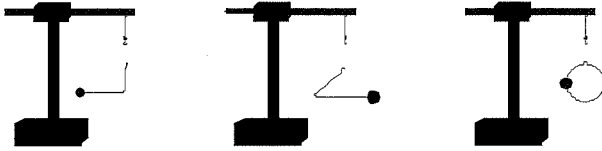
LAS VARILLAS

Disponemos de 10 varillas flexibles de diferente longitud, grosor y material (unas son de madera y otras son de plástico) Para comprobar qué varilla es la que se dobla más y cuál se dobla menos, cada varilla se sujeta por un extremo y se cuelgan pesos en el otro extremo.

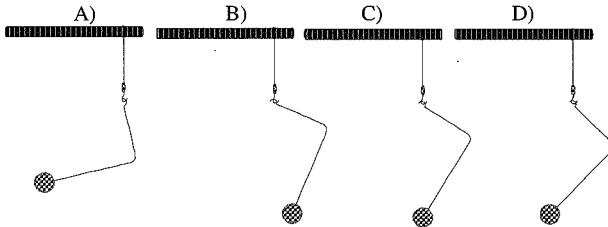


- 7.- Hacemos en primer lugar 2 experimentos:
- 1.- Cogemos las varillas A y G y colocamos un peso de 100g en cada una, observando que G se dobla más que A.
 - 2.- Tomando G y C vemos que C se dobla más que G. Si te digo que de las tres varillas la C es la más flexible, ¿te lo creerías?:
 - A) No, ya que habría que hacer otros experimentos
 - B) Es imposible saberlo
 - C) Sí, ya que combinando el experimento 1 con el 2 se ve claro
 - D) No, porque se han ido cogiendo las varillas de cualquier modo
- 8.- De los dos experimentos anteriores, ¿cuál muestra claramente que la mayor o menor longitud influya en la flexibilidad de las varillas?
- A) Ninguno
 - B) Habría que hacer más experimentos
 - C) El experimento 1, ya que las longitudes son iguales
 - D) El experimento 2, donde los grosores son iguales
- 9.- Tomamos las varillas G e I. Vemos que se flexionan igual al ponerle a cada una un peso de 200g, ¿deja claro este experimento qué es lo que más influye en la flexibilidad?
- A) No, ya que sólo se mantiene fijo el material
 - B) Sí, las varillas cortas y finas son más flexibles que las largas y gruesas
 - C) Las varillas gruesas son las menos flexibles
 - D) Sí, ya que las dos varillas son de plástico
- 10.- Se hace dos experimentos:
- 1°.- Tomamos las varillas A y G, observándose que G con un peso de 100g colocado en el extremo se dobla más que A con 200g.
 - 2°.- Tomamos A y C y vemos que C con un peso de 200g se dobla más que A con 100g. ¿Cuál de los dos experimentos es mejor para demostrar el efecto del grosor?:
 - A) Los dos son igual de buenos para ver el efecto del grosor
 - B) Habría que hacer un nuevo experimento pues estos son incompletos
 - C) El que utiliza las varillas A y C, ya que una es larga y la otra es corta
 - D) El que utiliza las varillas A y G, ya que tienen la misma longitud
- 11.- Queremos saber qué es más flexible, el plástico o la madera, ¿qué pares de varillas cogerías para mostrar esto?
- A) BG, EG y HI
 - B) AE y DI
 - C) CH y BG
 - D) BC, CH y GH
- 12.- ¿Por qué I puede bajar tanto como G siendo tan distintas?
- A) Las dos son del mismo material y son las dos redondas
 - B) Aunque I es más gruesa también es más larga
 - C) Haciendo el experimento realmente no se doblarían igual
 - D) Si una es larga y la otra corta, una se tiene que doblar más que la otra

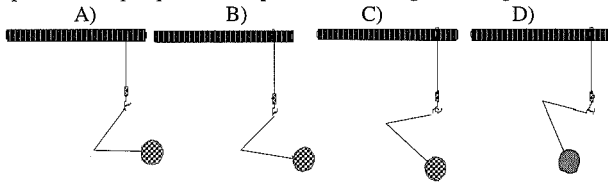
13.- Se dispone de tres trozos de plastilina unidos a tres alambres en forma de “ele”, de ”percha” y de “anillo”, como se indica en la figura adjunta.



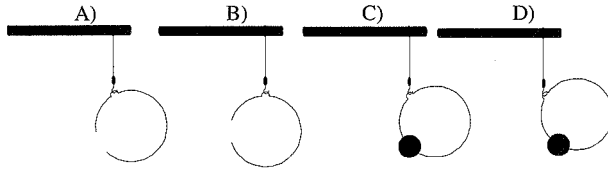
13a.-Elige la posición en que quedaría la “ele” al ser colgada en el gancho.



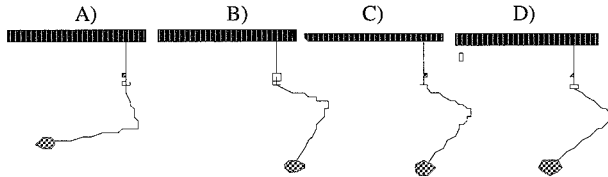
13b.-Elige la posición en que quedaría la “percha” al ser colgada en el gancho.



13c.-Elige la posición en que quedaría el “anillo” al ser colgado del gancho.

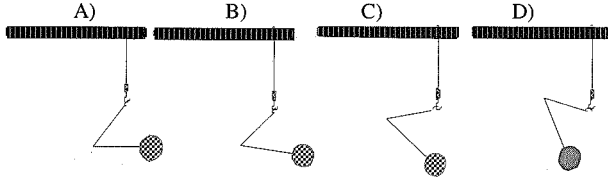


Rodea con un círculo la respuesta que diste anteriormente en 13a.



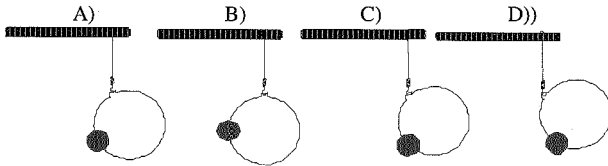
La respuesta correcta es.....

Rodea con un círculo la respuesta que diste en 13b.



La respuesta correcta es.....

Rodea con un círculo la respuesta que diste en 13c.



La respuesta correcta es.....

14.-Compara la predicción que has realizado anteriormente con el resultado, al colocar la "ele" en el soporte. ¿A qué crees que se deben las diferencias?

- A) Lo que realmente pienso es que independientemente de la forma de la "ele" la bola de plastilina baja hasta colocarse justo debajo del gancho.
- B) Queda como dije, aunque la forma de la "ele" hace que la bola de plastilina baje un poco más de lo que yo había previsto.
- C) Lo que pienso es que el peso hace que la bola de plastilina baje hacia abajo algo, pero la forma de la "ele" se lo impide.
- D) Más o menos como imaginaba, se forma un ángulo.

15.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones piensas que es correcta ?.

- A) Independientemente de la forma de la "ele" la "percha" y el "aro" la bola de plastilina baja en los tres casos, hasta colocarse debajo del gancho.
- B) La "ele" y la "percha" bajan claramente hasta abajo, pero la bola del "aro" baja poco.
- C) Lo que más baja es el "aro", la "percha" baja un poco y la "ele" baja hasta abajo.
- D) La forma de la "ele" y la "percha" hacen que bajen un poco, pero el "aro" queda como antes de ser colgado.