

ESTUDIO ESTADISTICO DEL GRADO DE APRENDIZAJE DE FISICA Y QUIMICA EN BACHILLERATO. CONCEPTOS Y TERMINOLOGIA MAS USUALES EN LA VIDA COTIDIANA

Alonso Sánchez Muliterno

Alonso Sánchez Muliterno.
Profesor de Física y Química del I. B. n.º 4 de Albacete.
Asesor de Ciencias Experimentales del CEP de Albacete.

1.- OBJETIVOS DEL TRABAJO.

Poner de manifiesto el grado en que los alumnos de bachillerato han aprendido y comprendido conceptos, magnitudes y unidades básicas y fundamentales de la asignatura de Física y Química, especialmente aquellos que tienen mayor conexión y relación con nuestro quehacer diario o de utilidad común a cualquier ciudadano de nuestro entorno social, progresivamente más tecnificado.

Poner de manifiesto hasta qué punto la enseñanza de Física y Química del bachillerato actual, está entroncada con las necesidades reales de los alumnos, dentro de la aproximación y de las limitaciones de una prueba de este tipo.

2.- LA PRUEBA

La prueba se ha confeccionado sobre contenidos considerados como mínimos y básicos, en el nivel de B.U.P., con 38 cuestiones en total.

La calificación se ha realizado asignando a cada cuestión la puntuación de 0 ó 1, con el consiguiente significado:

0.- El alumno no contesta a esa cuestión o da una respuesta incorrecta.

1.- El alumno responde correctamente a ese ítem.

En la elaboración de la prueba se ha procurado recoger una serie de requisitos que el total de los componentes del seminario de Física

y Química del I.B. n.º 4 de Albacete han creído que podrían ser exigibles a alumnos que han superado los dos cursos de Física y Química del Bachillerato; es decir pretende evaluar conocimientos considerados básicos y fundamentales y que además están relacionados, más o menos directamente, con nuestra vida diaria y que por aparecer frecuentemente en los medios de comunicación, deberían de ser contestados perfectamente por todos los alumnos que han aprobado las asignaturas indicadas.

Se exceptúan los ítems. 3d. y 3e, así como el 19, porque en las programaciones actuales no se incluye la dinámica de fluidos, pero se ha pensado mantenerla para ver como han podido influir conocimientos adquiridos fuera del centro educativo.

Las 38 cuestiones definidas en la prueba no pretenden ser exhaustivas ni barrer todo el campo de la Física y Química, pero sí que sea suficientemente representativa de lo que podría considerarse como una mínima cultura científica para los alumnos del nivel a que va destinada la prueba.

La validez de la prueba descansa en la unificación de los criterios para la construcción de la misma, establecido por los profesores indicados, de amplia experiencia, y en la definición concreta de los criterios de evaluación, en el caso de preguntas de tipo abierto.

3.- LA MUESTRA

Se ha tomado una muestra de unos ochenta alumnos de un Instituto de la localidad (dos grupos). Se han elegido al azar un grupo de primer curso y otro de C.O.U. de entre los de ciencias, eliminando en este grupo a los alumnos que tenían pendiente la asignatura de Física y Química de 3.º. Los grupos que han resultado son 1.º G y C.O.U. A.

Para contrastar los resultados se pasó la prueba a un grupo de C.O.U. de otro Instituto, obteniéndose resultados similares.

4.- PARAMETROS UTILIZADOS

Los parámetros utilizados para cuantificar los resultados de la prueba son:

N	Alumnos que integran el grupo de primero.
N'	Alumnos que integran el grupo de C.O.U.
n	Número total de Items a contestar.
P_t	Puntuación total de cada alumno en la evaluación del cuestionario.
XP_t	Valor medio de P_t .
$\%P_t$	Puntuación de cada alumno en la evaluación del cuestionario, expresado en porcentaje.

- P_t' Puntuación total de todos los alumnos que contestan correctamente a cada una de las preguntas del cuestionario.
- XP_t' Valor medio de P_t' .
- $\%P_t'$ Puntuación de todos los alumnos que contestan correctamente a cada una de las preguntas, expresada en porcentaje.
- $P_{t''}$ Calificación obtenida por el alumno en tercer curso.
- r Coeficiente de correlación entre P_t' y $P_{t''}$.

5.- RESULTADOS

Los resultados se recogen en las tablas 2 a 6 y en la figura 1 siguientes:

Tabla 2.- Recoge las respuestas de cada alumno de cada grupo, a cada una de las cuestiones de la prueba, en puntuación directa y porcentaje.

Tabla 3.- Recoge el número de alumnos que han contestado correctamente a cada uno de los items de la prueba, en puntuación directa y porcentaje.

Tabla 4.- Representa el número de alumnos, porcentaje y porcentaje acumulativo de los mismos, que superan un número de cuestiones, en porcentaje, clasificados en once grupos. Para interpretar este cuadro hemos empleado el criterio de García (1985), cuyo texto reproducimos: "Una forma de evaluar la eficiencia de C.O.U. consiste en fijarse en los conocimientos que han manifestado poseer el 80% de los alumnos que han superado este curso"... "De tal manera que sólo se puede considerar que la enseñanza sólo resulta eficaz para los alumnos que superen al menos los 3/4 de los criterios evaluados".

Hemos adoptado este mismo criterio para los alumnos que han superado el bachillerato.

TABLA N.º 2
N.º de items bien contestados por alumno

1º G			C.O.U. A			
Alumno	P'	% P'	Alumno	P'	% P'	P''
1	4	10.5	1	9	23.7	SF
2	10	26.3	2	14	36.8	SO
3	7	18.4	3	16	42.1	SF
4	12	31.6	4	11	28.9	B
5	3	7.9	5	14	36.8	N
6	5	13.2	6	17	44.7	B
7	8	21.1	7	15	39.5	B
8	3	7.9	8	13	34.2	B
9	3	7.9	9	17	44.7	SF
10	4	10.5	10	15	39.5	SF
11	10	26.3	11	13	34.2	SF
12	8	21.1	12	15	39.5	B
13	8	21.1	13	11	28.9	B
14	8	21.1	14	1	2.6	SF
15	8	21.1	15	21	55.3	SF
16	8	21.1	16	12	31.6	B
17	4	10.5	17	18	47.4	B
18	8	21.1	18	15	39.5	SF
19	10	26.3	19	11	28.9	SF
20	5	13.2	20	11	28.9	SF
21	6	15.8	21	10	26.3	SF
22	8	21.1	22	15	39.5	B
23	10	26.3	23	11	28.9	SF
24	4	10.5	24	13	34.2	N
25	7	18.4	25	13	34.2	N
26	5	13.2	26	17	44.7	N
27	4	10.5	27	13	34.2	B
28	9	23.7	28	13	34.2	B
29	7	18.4	29	12	31.6	SF
30	6	15.8	30	11	28.9	B
31	6	15.8	31	11	28.9	SF
32	9	23.7	32	14	36.8	SF
			33	18	47.4	B
			34	14	36.8	SF
			35	15	39.5	SF
X	6.8	17.8	X	13.4	35.3	5.8
σ	2.4	6.4	σ	3.4	8.9	1.0

TABLA N.º 3
N.º de alumnos que contestan bien las distintas preguntas

1º G			C.O.U. A		
Item	P	% P	Item	P	% P
1a	28	87.5	1a	33	94.3
1b	0	0.0	1b	14	40.0
1c	14	43.8	1c	20	57.1
2a	0	0.0	2a	0	0.0
2b	0	0.0	2b	0	0.0
3a	0	0.0	3a	35	100.0
3b	0	0.0	3b	7	20.0
3c	4	12.5	3c	34	97.1
3d	0	0.0	3d	1	2.9
3e	0	0.0	3e	1	2.9
3f	2	6.3	3f	28	80.0
4	3	9.4	4	19	54.3
5	0	0.0	5	2	5.7
6	0	0.0	6	1	2.9
7	6	18.8	7	15	42.9
8	1	3.1	8	5	14.3
9	0	0.0	9	8	22.9
10	6	18.8	10	7	20.0
11	12	37.5	11	9	25.7
12	24	75.0	12	35	100.0
13	9	28.1	13	13	37.1
14	1	3.1	14	2	5.7
15	0	0.0	15	5	14.3
16	16	50.0	16	13	37.1
17	2	6.3	17	7	20.0
18	11	34.4	18	19	54.3
19	0	0.0	19	1	2.9
20	4	12.5	20	14	40.0
21	0	0.0	21	9	25.7
22	10	31.3	22	11	31.4
23	21	65.6	23	19	54.3
24	21	65.6	24	26	74.3
25	8	25.0	25	18	51.4
26	9	28.1	26	30	85.7
27	3	9.4	27	5	14.3
28	2	6.3	28	12	34.3
29	0	0.0	29	0	0.0
30	0	0.0	30	1	2.9
X	5.7	17.8	X	12.6	36.0
σ	7.7	24.0	σ	11.0	31.5

TABLA N.º 4

Primero			Bachilleres		
n	%	% ac	n	%	% ac
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	3	3
0	0	0	2	6	9
0	0	0	9	26	35
0	0	0	14	40	75
1	3	3	9	25	100
14	44	47	0	0	100
14	44	91	0	0	100
3	9	100	0	0	100

Tabla 5.- Representa la clasificación de las distintas preguntas en función del índice de dificultad y para cada grupo de alumnos. Se indica el número de items que corresponden a cada criterio de dificultad, el tanto por ciento y el porcentaje acumulado.

Los criterios para definir el grado de dificultad es el que indicamos a continuación:

MUY FACILES.- Superan más del 90% de alumnos.

FACILES.- Superan entre el 90% y 80% de alumnos.

IDONEAS.- Superan entre el 80% y 70% de alumnos.

DIFICILES.- Superan entre el 70% y 60% de alumnos.

MUY DIFICILES.- Superan menos del 60% de alumnos.

TABLA N.º 5

Índice de dificultad	Primero				Bachilleres			
	Item	n	%	% ac	Item	n	%	% ac
Muy fácil >90%		0	0	0	1a, 3a,			
Fácil 90-80%	1a	1	3	3	3c, 12	4	10	10
Idóneo 80-70%	12	1	3	6	3f, 26	2	5	15
Difícil 70-60%	23, 24	2	5	11	24	1	3	18
Muy difícil. <60%	resto	34	89	100	resto	31	82	100

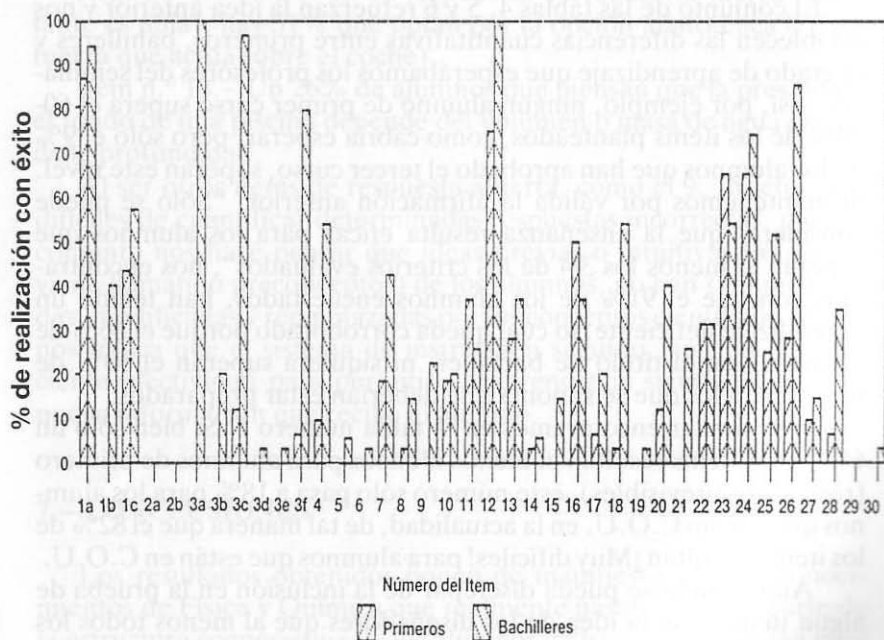
Tabla 6.- Se recogen una serie de datos estadísticos de interés para la interpretación de los resultados.

TABLA N.º 6
Datos estadísticos de interés

	XP	XP'	o n	X%P	X%P'	XP''	r(P' y P'')
Primeros	6	7	7.6	18	18		
Bachillerès	13	13	2.6	36	35	5.8	0,1 *

* Despreciable.

Figura 1.- Se representan los tantos por ciento de realización con éxito (en ordenadas) frente al número del ítem (en abcisas).



6.- Interpretación de los resultados.

En la Fig. 1 puede apreciarse cómo la línea de éxito con que responden los bachilleres, está siempre por encima de las respuestas existosas de alumnos de primeros (no podría ser de otra forma). Son excepción la cuestión 2, sobre sintonización del aparato de radio, la 16 sobre aparatos de medir presiones y la 23 sobre calorimetría. Si bien la número 2 puede explicarse como un efecto de azar, ya que en tercer curso no suele dar tiempo a explicar el tema correspondiente de corriente alterna en el Instituto donde se ha realizado la prueba; difícilmente puede explicarse el corte de las gráficas en las otras cuestiones, salvo que los alumnos de bachiller aprendieran mal y (o) hayan olvidado los conceptos de calor específico y de presión, de tal forma que los alumnos de primer curso que sí han visto esos temas aunque sea cualitativamente, recuerdan mejor esas cuestiones, que los que han superado el tercer curso.

De cualquier forma, la línea correspondiente a bachilleres no contiene el área que cabía esperar, la cual habría de ser una línea más o menos horizontal que partiera entre el 70 y el 80%. Las grandes variaciones en la línea no puedan achacarse a la prueba, aunque sí pudiera explicarse para algunos criterios.

El conjunto de las tablas 4, 5 y 6 refuerzan la idea anterior y nos establecen las diferencias cuantitativas entre primeros, bahilleres y el grado de aprendizaje que esperábamos los profesores del seminario. Así, por ejemplo, ningún alumno de primer curso supera el 60-70% de los items planteados, como cabría esperar, pero sólo el 9% de los alumnos que han aprobado el tercer curso, superan este nivel. Si mantenemos por válida la afirmación anterior: "Sólo se puede considerar que la enseñanza resulta eficaz para los alumnos que superan al menos los 3/4 de los criterios evaluados", nos encontramos con que el 91% de los alumnos encuestados, han tenido un aprendizaje deficiente, lo cual queda corroborado porque el 66% de alumnos con el título de bachiller, ni siquiera superan el 50% de items, para los que se suponía que deberían estar preparados.

Algo similar encontramos en la tabla número 5: Si bien sólo un 6% de los items resultan al menos idóneos para alumnos de primero (resultados previsibles), este número sólo pasa a 18% para los alumnos que cursan C.O.U. en la actualidad, de tal manera que el 82% de los items, resultan ¡Muy difíciles! para alumnos que están en C.O.U.

Aún cuando se pueda discrepar de la inclusión en la prueba de algún item y con la idea de los diseñadores que al menos todos los items serían idóneos, es evidente la gran diferencia encontrada, sobre todo si se tiene en cuenta que son cuestiones relacionadas con conceptos o términos más o menos frecuentes en nuestra vida cotidiana.

La tabla 6 indica más globalmente lo anteriormente expuesto: Los bachilleres tienen una puntuación ligeramente doble que los de primero, pero sólo un 36% de bachilleres responden con éxito a cada ítem por término medio, y cada alumno sólo suele superar unos 35 ítems de cada cien, estando esta cifra muy lejos de los 3/4 que indicábamos.

Pero la tabla 6 pone de manifiesto algo tal vez más grave: No sólo que los bachilleres no han aprendido suficiente, sino que no saben más los que han obtenido mejores notas, pues como se puede apreciar, el coeficiente de correlación (de Pearson) es tan sólo 0'1 (0'11), es decir, la correlación entre las puntuaciones del test y las calificaciones otorgadas en la asignatura de Física y Química de tercero es despreciable.

Pasemos ahora a analizar algunas de las respuestas incorrectas (según Piaget tan indicativas como las correctas):

Ítem n.º 4.— Sólo el 54% parecen haber distinguido y diferenciado los conceptos peso y masa.

Ítem n.º 10.— Frente al 20% de respuestas correctas (las dos esferas caen a la misma vez), hay 77% que se inclinan por la opción b (cae antes el plomo).

Ítem n.º 13.— De 37% de respuestas correctas (la fuerza resultante es nula), hay 51% que optan por la opción aristotélica b (hay fuerza que actúa sobre el coche).

Ítem n.º 18.— Un 26% de alumnos que piensan que la presión en el fondo de una piscina depende del volumen o masa de agua en vez de la profundidad.

Al ser otros ítems de respuesta abierta, como el 9, 15, etc., son difíciles de cuantificar determinadas respuestas incorrectas, pero el conjunto nos hace pensar que ideas previas o intuitivas (lo que se viene llamando preconceptos) de los alumnos, no han sido rechazadas, modificadas y reemplazadas por los conceptos científicos, lo que nos indica que el sistema de instrucción seguido, no tiene la suficiente efectividad para permitir un aprendizaje significativo de la nueva información que recibe el alumno.

7.— CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que los conocimientos de Física y Química que realmente pasan a formar parte de la estructura cognoscitiva de los alumnos de bachillerato, están muy lejos de lo que cabía esperar después de dos años de estudio de esta asignatura, y que ni siquiera se han asimilado conceptos que, por ser utilizados con más o menos frecuencia en la vida corriente, deberían dominarse ampliamente.

8.- PROYECTOS

Aunque desde el punto de vista estadístico, las conclusiones que se derivan de este trabajo, sólo son válidas para los alumnos que representa esta muestra y esta prueba, no podemos sustraernos la idea de intentar hacer algún tipo de extrapolación y de propuestas de mejora de nuestro trabajo, ya que en última instancia el fin último es reducir lo que se viene llamando fracaso escolar.

En primer lugar parece surgir la necesidad de realizar un estudio similar al presente, con un campo mayor y una prueba más elaborada y diseñada por un amplio grupo de profesores experimentados, para poner de manifiesto, de una forma objetiva, el grado de aprendizaje de los alumnos de esta demarcación y en esta asignatura.

En segundo lugar, los resultados permiten asegurar que se está utilizando una metodología de la "superficialidad", basada en un aprendizaje memorístico y en el que "se adquiere la nueva información sin relación específica con los elementos (conceptos) existentes en la estructura cognitiva" (Novak, 1985), es decir, cuando la nueva información se almacena al azar y sin ninguna relación con otros hechos o conceptos; y entendiendo por aprendizaje significativo el basado en la teoría de la asimilación, que abreviadamente conlleva: La inclusión, los puentes cognitivos, la diferenciación progresiva, la reconciliación integradora y el aprendizaje supraordenado de conceptos (Ausubel, 1976).

En tercer lugar, para una mejora sustancial del aprendizaje de las ciencias, serían necesarios cambios importantes que afecten a instalaciones, tecnologías, programas y relaciones alumno-profesor, de tal manera que hubiera una transición de la enseñanza que se viene denominando tradicional, basada en asignaturas adaptadas al grupo, exámenes colectivos, etc., y en una evaluación cuantitativa y referida a la norma, a una instrucción personalizada, a un aprendizaje por dominio, en el que haya unidades de estudio planificadas y elegidas con intervención de alumnos, etc., y con una evaluación formativa o cualitativa referida a un criterio.

En cuarto lugar, como el cambio hacia una enseñanza activa, personalizada, basada en una motivación de "impulso cognitivo" (dominio de unidades) en vez de aversiva, relacionada con calificaciones bajas, requiere una cuidadosa preparación y selección del material de trabajo y evaluación del alumno, sólo mediante trabajo en equipo se podría emprender la tarea de preparación de materiales, para su posterior intercambio entre los distintos centros de la demarcación.

Es por todo esto que, los profesores interesados en la renovación de las ciencias experimentales, hemos de agruparnos para hacer realidad esta nueva empresa.

9.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

GARCIA BARQUERO, P. "Conocimiento de Biología al terminar el Curso de Orientación Universitaria". Enseñanza de las ciencias. Volumen n.º 3. Nov. 1985, pág. 175.

JIMENEZ GOMEZ, E. y CORREA GONZALEZ, I. "Técnicas utilizadas en el aprendizaje de la unidad temática de electroquímica". Cuadernos de Física y Química de la E.U. del profesorado de E.G.B. Volumen IV. 1983.

PERALES PALACIOS, F.J. "Estudio estadístico del grado de aprendizaje de conceptos físicos en una muestra de alumnos de octavo de E.G.B. y tercer curso de Estudios Universitarios de Magisterio". Cuadernos de Física y Química de la E.U. del profesorado de E.G.B. Valencia. Volumen III. 1983.

BEST, W.J. "Cómo investigar en educación". Ed. Morata. 1972.

NOVAK, D.J. "Teoría y práctica de la educación". Ed. Alianza universidad. 1985.

Ausubel P. David y otros. "Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo". Ed. Trillas. 1983.

Fernández Pérez, M. "Evaluación y cambio educativo: El fracaso escolar". Ed. Morata. 1986.