

## **SOBRE LOS NIVELES DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD: LA QUIMICA**

AGUSTIN MARTIN RODRIGUEZ  
MANUEL JIMENEZ DELGADO \*

### **GENESIS DEL TRABAJO**

En el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos al aplicar una prueba objetiva de química a los alumnos del primer curso de la Facultad de Ciencias cuando iniciaron sus estudios universitarios.

La aplicación de la misma tuvo como finalidad la de disponer de un material «vivo» con el que realizar actividades prácticas sobre calificación de una prueba, análisis de *items*, diagnosis para una enseñanza correctiva, etc., en las clases de didáctica de la química y prácticas de enseñanza que se desarrollan en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada. Pruebas similares a ésta se aplicaron en cursos anteriores a alumnos de quinto curso de bachillerato y COU con el mismo fin.

La circunstancia de que se iniciaran las clases del primer curso en el mes de enero de 1974, cuando los alumnos de didáctica de la química debían realizar esas actividades, dio pie a que se preparara el material necesario para prácticas en la misma facultad. Los resultados de esta experiencia singular constituyen una fuente de datos de los que se pueden sacar interesantes consecuencias en orden a mejorar la calidad de la enseñanza universitaria y elevar el rendimiento de la actividad escolar.

### **DESCRIPCION DE LA PRUEBA**

La prueba aplicada fue obtenida por recopilación de *items*, estudiados anteriormente en experiencias destinadas a conocer la idoneidad de los contenidos de los programas de quinto curso de bachillerato y a la preparación de pruebas de nivel estandarizados.

Estaba constituida por 60 *items*, cuyo contenido correspondía a los principios básicos de química que se estudian en bachillerato. En el cuadro I se han clasificado los mismos de acuerdo con los tópicos a que pertenecen.

Los *items* se distribuyeron en cuatro grupos, de acuerdo con la mecánica de la contestación: A) de texto mutilado; B) verdadero-falso, con corrección de los *items* falsos para disminuir la influencia del azar; C) de elección simple, y D) ejercicios interpretativos, algunos de los cuales exigían cálculo matemático que podía realizarse mentalmente.

En el cuadro II se han clasificado éstos en categorías de la taxonomía de Bloom [1], de acuerdo con el comportamiento intelectual que se preveía debería seguir el alumno para llegar a la respuesta correcta.

---

\* Sección de Didáctica del Departamento de Química Inorgánica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada.

CUADRO I

TIPO DE «ITEM» CONTENIDO	A	B	C	D	TOTAL
Atomística .....	2	2	3	2	9
Ley periódica .....	2	2	2	1	7
Radioactividad .....	2	1	1	1	5
Enlace químico .....	2	3	3	2	10
Disoluciones .....	1	4	1	1	7
Disociación iónica electrólisis .....	3	—	—	1	4
Acido-Base .....	2	—	1	2	5
Equilibrio químico .....	1	1	2	3	7
Reac. Red-Ox .....	—	2	2	2	6
	15	15	15	15	60

CUADRO II

TIPO DE «ITEM» CATEGORIAS	A	B	C	D	TOTAL
Conocimientos de términos y hechos específicos ...	6	5	3	—	14
Conocimientos de convenciones .....	5	7	2	1	16
Conocimientos de generalización .....	2	1	2	2	7
Extrapolaciones .....	—	1	1	—	2
Aplicaciones .....	1	1	4	9	15
Análisis .....	1	—	3	3	6
	15	15	15	15	60

La prueba fue aplicada por un grupo de profesores de química de quinto curso de bachillerato y COU para calificar a sus alumnos, y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

	Número de alumnos	Media $\bar{X}$	D. estándar ( $\sigma$ )	Confiabilidad (r) (K-R-21)
5.º curso .....	206	31,3	9,61	0,85
COU .....	74	39,4	9,60	0,87

De los datos de los cuadros I y II se puede deducir que con la prueba utilizada se intenta medir conocimientos adquiridos y hasta qué punto son capaces de utilizar esos conocimientos los alumnos encuestados. Los valo-

res de la media, desviación estándar y confiabilidad expuestos más arriba muestran que esta prueba es adecuada para evaluar el rendimiento en química de alumnos del quinto curso del bachillerato del plan vigente.

## APLICACION Y RESULTADOS

Entre los días 13 y 20 de enero de 1974 se aplicó a 547 alumnos, de los que iniciaban los estudios de la licenciatura en ciencias en las secciones de biológicas, físicas y químicas. Dada la finalidad de la misma, se limitó su aplicación a la primera semana del curso, antes de que las clases se formalizaran; no tomaron parte, por consiguiente, ni todos los grupos del primer curso ni todos los alumnos de cada grupo. Su realización se llevó a cabo dentro del horario escolar, en clase de química general, con un tiempo de duración de sesenta minutos. A los cincuenta y cinco minutos de iniciado habían terminado entre el 85 y 95 por 100 de los encuestados, según los grupos.

En el cuadro III se recogen los valores de las medias obtenidas por cada uno de los diez grupos en los que se aplicó la prueba. Estos datos se calculan a partir de los puntajes obtenidos por cada alumno, agrupados en una distribución de frecuencias con intervalo de clase  $i = 5$ . A partir de los correspondientes valores de  $\bar{X}$  y  $\sigma$ , de cada grupo se determinaron los coeficientes de confiabilidad de la prueba utilizando la fórmula 21 de Kuder y Richardson [2].

CUADRO III

GRUPOS	Número de alumnos	$\bar{X}$	$\sigma$	r
Biológicas - A (B.A) .....	74	25,3	9,11	0,83
Biológicas - B (B.B) .....	76	25,3	11,15	0,90
Biológicas - C (B.C) .....	61	23,6	8,27	0,80
Biológicas - D (B.D) .....	72	24,0	8,62	0,72
<i>Total Biológicas</i> .....	283	24,7	9,50	0,85
Físicas - A (F.A) .....	55	27,4	9,70	0,83
Físicas - B (Q.B) .....	54	29,4	10,40	0,86
<i>Total Físicas</i> .....	109	28,4	10,18	0,85
Químicas - A (Q.A) .....	41	33,1	9,45	0,78
Químicas - B (Q.B) .....	34	28,9	9,38	0,80
Químicas - C (Q.C) .....	42	31,3	8,97	0,88
Químicas - D (Q.D) .....	38	31,6	9,08	0,82
<i>Total Químicas</i> .....	155	31,1	9,31	0,84

## ELABORACION DE LOS RESULTADOS

### Validez de la prueba

Para establecer la calidad de la prueba en el caso que nos ocupa se ha estimado su confiabilidad, poder de discriminación y dificultad, tres de las características señaladas por Ebel [3] para conocer la eficiencia de una prueba de rendimiento escolar.

La confiabilidad da una estimación del grado de constancia entre repetidas mediciones efectuadas por la misma. Se determina calculando el coeficiente de confiabilidad [2] y nosotros hemos utilizado para ello la fórmula 21 de Kuder y Richardson, como ya se señaló anteriormente. Los resultados obtenidos está recogidos en la última columna del cuadro III, mostrando valores alrededor de 0,80, muy superiores, en todos los casos, a los que se consideran aceptables para pruebas construidas por el profesor.

La discriminación da idea de la capacidad de una prueba para separar convenientemente a los alumnos examinados en diversos niveles de rendimiento. Para que esto ocurra es necesario que posea un elevado número de *items* de alto poder discriminativo [4]. En este caso se ha determinado el índice de discriminación por el procedimiento estándar de la correlación biserial [5]. La simple apreciación de las puntuaciones medias de los distintos grupos encuestados pone de manifiesto que la prueba aplicada fue de dificultad moderada, algo más fácil para los grupos de químicas que para los de físicas, y para ambos que para los de biológicas.

En el cuadro IV se han recopilado el número de *items* con distintos índices de dificultad y discriminación, que han aparecido en cada especialidad al elaborar los resultados. En ella se observa que la prueba contiene un elevado número de *items* de dificultad media y de alto poder discriminativo para todas las especialidades, lo que indica que una prueba similar podría servir para separar convenientemente, de acuerdo con los conocimientos de química, los alumnos que acceden a la universidad.

CUADRO IV

### NUMERO DE «ITEMS» DE DIFERENTES INDICES DE DIFICULTAD Y DISCRIMINACION

INDICES	Biolog.	Físicas	Quím.	COU	5.º B
<i>De dificultad:</i>					
1. Alto (< 0,15) .....	5	2	2	—	4
2. Moderadamente alto (entre 0,16-0,50) .....	34	36	27	13	19
3. Moderadamente bajo (entre 0,51-0,85) .....	19	22	27	41	33
4. Bajo (> 0,85) .....	2	—	4	6	4
<i>De discriminación:</i>					
1. Alto (> 0,40) .....	39	36	39	41	38
2. Moderadamente alto (entre 0,39 y 0,30) .....	13	10	8	7	14
3. Moderadamente bajo (entre 0,29 y 0,20) .....	3	11	9	4	14
4. Bajo (< 0,19) .....	5	3	3	7	3
5. Negativo .....	—	—	1	1	1

Aunque pueda resultar sorprendente que las puntuaciones medias alcanzadas por los distintos grupos encuestados sean similares o inferiores a las obtenidas por los alumnos de quinto curso de bachillerato o de COU, realmente no es así. Para ello basta considerar el elevado peso de los contenidos en los programas de química de bachillerato, lo cual conduce a que los aprendizajes sean excesivamente memoristas y se deterioren fácilmente en muy poco tiempo. Por otra parte, las pruebas aplicadas al quinto curso y a COU lo fueron para evaluar el rendimiento escolar una vez terminado el estudio de esa parte de la asignatura; en cambio a los alumnos encuestados a su ingreso en la Universidad se les aplicó la prueba después de seis meses de inactividad escolar y casi un 30 por 100 de ellos no habían realizado más estudios de química que los del bachillerato, terminados dos años y medio antes de aplicar la prueba.

### Significación de las puntuaciones medias

Las puntuaciones medias obtenidas por los diferentes grupos (cuadro III) sugieren que los alumnos ingresan en las facultades de ciencias con una formación química bastante heterogénea, y si esto ocurre en varias de las disciplinas básicas podría considerarse como una de las causas responsables del bajo rendimiento de los alumnos que inician los estudios universitarios.

Por lo que respecta a la formación química heterogénea de los alumnos, que es la que nos ocupa, esta apreciación subjetiva podría expresarse de forma más objetiva determinando si las diferencias entre las medias de los distintos grupos se deben al azar o si tienen alguna significación. Para tal fin se ha utilizado la hipótesis de nulidad, la cual permite verificar la significación de las diferencias entre puntuaciones medias de grupos independientes, mediante la siguiente expresión:

$$R. C. = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma D}$$

siendo  $R. C.$  = la razón crítica.

$\bar{X}_1$  y  $\bar{X}_2$  las puntuaciones medias cuyas diferencias se tratan de investigar, y  $\sigma D$  el error estándar de las diferencias entre medias no correlacionadas o independientes, calculado a partir de la siguiente expresión:

$$\sigma D = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}$$

Utilizando el nivel de significación de 0,05, que es el usado normalmente en investigaciones educativas, se puede rechazar la hipótesis de nulidad y, por consiguiente, aceptar que las diferencias entre las medias consideradas no se deben al azar, con un nivel de confianza del 95 por 100, si la razón crítica toma un valor superior a 1,96.

El tratamiento descrito se ha aplicado, en nuestro caso, utilizando los datos estadísticos que se obtienen al agrupar a los alumnos encuestados siguiendo tres criterios diferentes:

- 1.º Según la especialidad en que se matriculan.
- 2.º Según el grupo a que pertenecen.
- 3.º Según hubieran realizado, o no, estudios de química en el curso de orientación universitaria.

### Primer criterio:

Al aplicar la hipótesis de nulidad para comparar las diferencias entre las medias alcanzadas por los alumnos agrupados de acuerdo con la especialidad, se obtienen los siguientes valores de la razón crítica:

Biológicas-Físicas: 3,42.

Biológicas-Químicas: 6,01.

Físicas-Químicas: 2,14.

Dichos resultados muestran que existen diferencias entre las puntuaciones medias no debidas al azar, siendo, por tanto, netamente significativas en el nivel que hemos considerado.

Al estudiar la distribución de las puntuaciones en cada especialidad, así como los índices de dificultad y de discriminación de los *items* que constituyen la prueba, se llegan a apreciar diferencias en la formación química de los alumnos que constituyen cada especialidad, las cuales han debido influir en el nivel de significación de las medias. Las diferencias observadas llevan a concluir que, para completar la formación química mínima necesaria para proseguir con provecho posteriores estudios, sería necesario no sólo matizar los contenidos de los programas de química general, de acuerdo con la especialidad, sino también desarrollarlos con diferentes enfoques y utilizando distintas técnicas de enseñanza, aunque se trate de temas similares, con el fin de dar eficacia y la calidad deseada a la enseñanza universitaria.

### Segundo criterio:

Si se comparan los grupos encuestados, independientemente de la especialidad que eligieron, se obtienen los valores de la razón crítica recopilados en el cuadro V.

Se trata de una tabla de doble entrada, en la que se dan los valores de la *R. C.* que resultan al comparar los datos estadísticos de los grupos situados en la correspondiente ordenada y abscisa. Los grupos se identifican con dos letras: la primera es la inicial de la especialidad: biológicas (*B*), físicas (*F*) y químicas (*Q*), mientras que la segunda distingue el grupo. Para más fácil apreciación se han encerrado en un recuadro aquellos valores de *R. C.* menores de 1,96. Los pares de grupos a los que pertenecen esos valores de la *R. C.* no muestran diferencias significativas entre sus medias, y en principio podrían considerarse homogéneos, desde el punto de vista de la enseñanza de la química.

Los valores del cuadro VI confirman los resultados obtenidos al aplicar el criterio anterior y lo matizan así, por ejemplo:

- Se puede apreciar que las diferencias entre las puntuaciones medias de los diferentes grupos de una misma especialidad no son significativas.
- Las diferencias en las puntuaciones medias de cualquier grupo de biológicas con los de químicas son siempre significativas, excepción hecha de los grupos *B* de una y otra especialidad.
- Con relación a los dos grupos de físicas, es interesante señalar que, careciendo de significación la diferencia entre sus puntuaciones medias, el grupo *A* se muestra homogéneo con los grupos de biológicas, mientras que el grupo *B*, con los de químicas.

VALORES DE LA R. C. AL COMPARAR LOS 10 GRUPOS ENCUESTADOS

	B . A	B . B	B . C	B . D	F . A	F . B	Q . A	Q . B	Q . C
B . B	0.000								
B . C	0.656	0.580							
B . D	0.677	0.685	0.000						
F . A	1.191	1.064	1.779	1.828					
F . B	2.293	2.062	2.839	2.927	1.029				
Q . A	4.424	3.885	5.038	5.123	3.006	1.914			
Q . B	2.080	1.812	2.654	2.685	0.945	0.000	1.810		
Q . C	3.397	2.975	4.623	4.084	2.054	0.980	0.978	0.932	
Q . D	3.820	3.334	4.447	4.505	2.479	1.414	0.474	1.356	0.487

Tercer criterio:

Una proporción notable de los alumnos que iniciaron el curso de química general (alrededor del 30 por 100), no habían cursado químicas en COU, ingresando, por tanto, en la facultad de ciencias sin más estudios de química que los del bachillerato. Como la proporción de éstos era diferente en cada especialidad, se creyó de interés elaborar independientemente las pruebas contestadas por los alumnos que estudiaron química en COU de los que no lo hicieron. Los resultados de esta nueva elaboración están expuestos en el cuadro VI.

CUADRO VI

	Con química en COU				Sin química en COU				Razón crítica
	N	$\bar{X}$	( $\sigma$ )	(r)	N	$\bar{X}$	( $\sigma$ )	(r)	
Biológicas ....	197	26,1	8,75	0,82	86	21,4	10,07	0,88	4,21
Físicas .....	59	32,1	9,41	0,85	50	24,2	10,62	0,89	4,26
Químicas .....	127	31,6	9,30	0,84	28	28,9	9,6	0,83	1,54

De acuerdo con los valores de la razón crítica obtenidos al comparar las puntuaciones medias de los subgrupos «con química en COU» y «sin química en COU, de cada especialidad (última columna del cuadro VI), existen diferencias significativas entre los subgrupos de las especialidades biológicas y físicas, pero no en los de químicas. Este hecho muestra que se hace necesario cuidar con más detalle la organización escolar en orden a mejorar la calidad, y, por consiguiente, la rentabilidad en la enseñanza. En el caso que nos ocupa, los grupos de biológicas y físicas se muestran heterogéneos con relación a su formación química y cabe prever, en conjunto, un bajo rendimiento en las clases de química. El hecho de que no ocurra así en los subgrupos de químicas habla en favor de lo que puede suponer la motivación en el aprendizaje. Sería interesante llevar un estudio semejante con las asignaturas física general y biología general.

De la investigación realizada se han recogido en este trabajo algunos aspectos que pueden llamar la atención sobre la necesidad de realizar estudios similares a otras disciplinas básicas del primer año de carrera, que permitan mejorar la formación del alumno y el rendimiento de las enseñanzas. Aunque su realización pueda parecer que entraña serias dificultades, pensamos que sería factible, si se preparan pruebas adecuadas para el ingreso en la Universidad y se aprovechan los recursos de la automatización.

El análisis de las pruebas de acceso así organizadas permitirá llevar a cabo una selección objetiva, asesorar a los alumnos que lo deseen en la elección de estudios, pero, sobre todo, ayudaría muy eficazmente a la planificación y desarrollo de la actividad escolar, tan importante en un curso como el de iniciación de los estudios universitarios.

## REFERENCIAS

- [1] BLOOM, B. S., y otros: *Taxonomía de los objetivos de la Educación*, Ateneo, 1971.
- [2] LAFOURCADE, P. D.: *Evaluación de los aprendizajes*, p. 184. Kapelusz, 1969.
- [3] EBEL, R. C.: «Procedures for the Analysis of Classroom Test», en *Educational and Psychological Measurements*, XIV, p. 352, 1954.
- [4] CHASE, C. L., y LUDLOW, G. H.: *Reading in Educational and Psychological Measurement*, p. 101, Boston, 1966.
- [5] GARRET, H. E.: *Estadística en Psicología y Educación*, p. 413. Paidós, 1971.