

## ANALISIS DE DOS MODELOS EVALUATIVOS REFERIDOS A LA QUIMICA DE COU Y SELECTIVIDAD (primeros resultados)

LOPEZ, N.; LLOPIS, R.; LLORENS, J.A.; SALINAS, B.; SOLER, J.

### SUMMARY

This article is about the content and analysis of examinations and assessment in a specific field: the teaching of Chemistry.

We compare the results obtained by students in different internal test during and the end of an academic year with those obtained by the same students in an external test set by the entrance examination board at the University of Valencia.

### INTRODUCCION

El tema de los exámenes, y de la evaluación en general, ya problemático de por sí en el campo de la enseñanza, cobra una especial importancia cuando los resultados obtenidos en el propio examen sirven como parámetros para la promoción a un nivel de estudios académicos superior, tal como ocurre en la llamada «prueba de selectividad», utilizada como base para el posible acceso a la Universidad por parte del alumnado procedente del Curso de Orientación Universitaria (COU).

En cuanto a la prueba de selectividad, objeto de nuestro trabajo, digamos que sus planteamientos generales, más que responder a una necesidad estrictamente académica, responden a una necesidad para satisfacer la demanda inicial de admisión del alumno procedente de la enseñanza media.

De cualquier forma esta necesidad de selección adquiere un carácter eminentemente cualitativo cuando el instrumento utilizado para discriminar es un conjunto de pruebas que intentan ser representativas de algunos de los puntos fundamentales sobre los que el alumno debería haber trabajado, en la disciplina correspondiente, en sus años de bachillerato y especialmente en C.O.U.

En el presente trabajo hemos intentado el análisis de la llamada «prueba de selectividad», referida al campo de la Química, desde dos aspectos fundamentales: contenidos exigidos y estructura formal de la prueba (1).

Nuestra opinión es que un examen, una prueba de evaluación, en su forma, en las conductas que exige, en el lenguaje que utiliza, etc. está dando una medida de la propia calidad de la enseñanza. Además en el momento en que la prueba de selectividad se aleja, en sus planteamientos, de la estructura global planteada en

el Bachillerato y C.O.U., puede darse un desfase total entre el criterio de evaluación utilizada en la enseñanza media, y el criterio utilizado para el posible acceso a la Universidad. Creemos que la representatividad de la prueba de selectividad ha de ser la base fundamental de la medida de la validez externa de la misma.

Para Klopfer, cuya taxonomía de objetivos referidos al campo de las ciencias, basada en la ya clásica taxonomía de Bloom y colegas, nos ha sido de gran utilidad, existen una serie de objetivos muy concretos que no pueden medirse simplemente a partir de una prueba, o de un tipo de pruebas. De hecho, Klopfer, a través de su taxonomía, nos está presentando todo un modelo de enseñanza de las ciencias que conlleva una serie de actividades de laboratorios, de manipulación y observación que es preciso evaluar (2). Quizás en una prueba escrita esto es imposible, y en el caso de la selectividad este tipo de planteamientos escapan por completo a la estructura organizativa en la que se desenvuelve dicha prueba, sin embargo, la evaluación de las ciencias, y en concreto de la Química no debería convertirse simplemente en una medición de conocimientos, sino también en un intento por evidenciar una actitud científica general por parte del alumno, donde quizás no importe tanto que se defina una ley como que se razone, como que se aplique en el momento oportuno, y que se verbalice a través de un lenguaje científico integrado y no repetitivo, en suma, que se ponga de manifiesto un aprendizaje eminentemente significativo (3).

Este tipo de aprendizaje, definido por Ausubel como «significativo», se encuentra en la base de nuestros planteamientos, tanto en el análisis que realizamos de los contenidos que deberían estar presentes en una prueba del tipo de la selectividad, como en los modelos de evaluación que presentamos y que están referidos al desarrollo global del curso de C.O.U.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los distintos modelos de evaluación y los tipos de pruebas utilizados en la enseñanza están configurado en la actualidad el tipo de enseñanza desarrollada, acoplado en muchos casos la metodología y los objetivos a los procedimientos de las prueba de selectividad o de acceso a la Universidad, tanto en Química como en otras materias.

Durante los últimos seis años hemos ido recopilando las pruebas de selectividad en Química de la Universidad de Valencia. Un análisis inmediato de dichas pruebas pone de manifiesto la carencia de un modelo de evaluación válido y actualizado para la enseñanza de las ciencias.

El estudio comparativo de una serie de instituciones de Gran Bretaña, Suiza, Estados Unidos y Francia, dedicadas a la preparación de exámenes a un nivel similar, nos decidieron a planificar esta investigación. En este trabajo presentamos los resultados de la fase inicial, aun siendo conscientes de sus limitaciones, por cuanto creemos son indicativos de la situación real en la que se desenvuelve la selectividad en nuestro país.

Intentamos también en el desarrollo de este trabajo, abordar muchos aspectos que la enseñanza de la Ciencia implica.

En el planteamiento de hipótesis que hacemos a continuación (referidas a la fase inicial de la investigación) sólo pretendemos aproximarnos a lo que está ocurriendo actualmente en la prueba de selectividad. Enunciamos pues:

Hipótesis A. — Hemos aceptado como fiables los resultados obtenidos por cada alumno a lo largo del curso (prueba E, realizada en Mayo). En dichas pruebas (A, B, E) se contempla casi todo el contenido y muchas de las capacidades que un alumno de Química de COU debe poseer. Además participaron en su redacción y revisión un amplio grupo de profesores de Física y Química de Bachillerato (aproximadamente quince). Por tanto la media de las pruebas A y B debe estar altamente correlacionada con los resultados de la prueba E, y no deben existir diferencias significativas entre A, B y E.

Hipótesis B. — Dadas las características que la legislación vigente atribuye a la prueba de selectividad y a la específica de Química, y el tiempo disponible (45 minutos), superpuesto a dos opciones a elegir, esta situación obliga a los coordinadores a preparar y proponer ejercicios cortos, con un número limitado de contenidos, características,... Por tanto creemos que los resultados de dichas pruebas de selectividad en Química, estarán poco correlacionados con la prueba E y con la media de A y B. Por tanto, los resultados de la prueba de selectividad no son índices válidos para evaluar el aprendizaje global de los alumnos en Química a lo largo de tres cursos (segundo y tercero de B.U.P. y

C.O.U.), siendo el azar, en muchos casos, el que puede determinar la nota de los alumnos en la prueba de selectividad.

## DISEÑO Y DESCRIPCION DE LA EXPERIENCIA DESARROLLADA

### 1. Proceso de elaboración de pruebas

En la preparación de las pruebas concretas hemos tenido que partir de exámenes ajenos a la propia dinámica interna de los centros, intentado de esa forma, una cierta uniformidad a la hora de comparar los contenidos planteados en las pruebas.

A nivel internacional, los tipos de prueba que hemos encontrado en los diferentes países, son muy distintos, en un extremo están los de la American Chemical Society (A.C.S.), que presentan exclusivamente cuestiones de elección múltiple, con una duración superior a una hora (unos ochenta minutos) y ochenta items de cuatro alternativas cada uno (4). En el otro extremo nos encontraríamos con los exámenes de acceso preparados por las distintas Universidades inglesas (5) en los que el número y los tipos de cuestiones son muy variados. Veamos un ejemplo: el departamento de exámenes de la Universidad de Londres prepara el A-level Nuffield Chemistry, utilizado para el acceso a la enseñanza universitaria inglesa, está formado por:

- 50 cuestiones de elección múltiple, en una hora y cuarto
- una cuestión de los estudios especiales, en tres cuartos de hora
- tres cuestiones a elegir entre nueve, en una hora y tres cuartos
- ocho cuestiones, obligatorias, estructuradas, en dos horas

Lo que se está midiendo —evaluando— durante las cinco horas y tres cuartos en que se desarrollan las distintas sesiones de este examen es una serie de características y contenidos, con lo cual pueden lograr un acercamiento a la situación real de conocimientos y capacidades de un alumno de Química.

Es evidente que con exámenes tan completos y con tal variedad de aspectos solicitados, se puede conocer la situación de los candidatos, lo que por otra parte, exige un tipo de enseñanza que haga posible tan diversificada capacitación.

Ya la comisión Lagarique (6), encargada de la reforma de la enseñanza de las ciencias en Francia indicaba: «Los aspectos docimilógicos se plantean con un especial cuidado dentro de las ciencias experimentales en concreto; es necesario consagrarles un estudio especial».

Haciéndose eco de esta necesidad surgió en París, en la Universidad de Paris VII, y dentro del

«L.I.R.E.S.P.T.» el Groupe Chapham (7), comisión encargada de analizar la evaluación de las Ciencias, y que propone cuatro tipos de cuestiones que deben aparecer en un control de la enseñanza de las Ciencias: (a) cuestiones sobre los métodos de razonamiento experimental, (b) problemas, (c) cuestiones de respuesta corta, (d) lectura crítica de un texto científico.

La distribución de tiempo sería: la mitad para la parte (b); un cuarto del tiempo para la parte (a); y otro cuarto del tiempo para las partes (c) o (d).

- el número de cuestiones es muy abundante, lo que permite evaluar los distintos contenidos, estando siempre presentes los más importantes y característicos.
- Si se utilizan distintos tipos de cuestiones podremos evaluar una serie de capacidades que la enseñanza de la Química requiere. Por ejemplo, al plantear un problema estamos comprobando «las capacidades de formalización, de cálculo, de síntesis» (8); pero este problema versará sobre un contenido concreto, por ejemplo: estequiometría, ácido-base, etc.. La bibliografía sobre distintos planteamientos de cuestiones o items en los exámenes es abundante, en síntesis, el tipo de cuestión dependerá de lo que pretendemos medir. (9)

La A.C.S., aunque en sus exámenes optan por pruebas de elección múltiple, propone como formas principales de cuestiones en el campo de la Química: (a) de verdadero-falso, (b) ítem por completar, (c) ítems de elección múltiple, (d) pruebas de ensayo, (e) cuestiones estructuradas, (f) ejercicios prácticos, (g) resolución de problemas.

Desde nuestro punto de vista, lo más adecuado sería aplicar al alumno diferentes tipos de pruebas, y que los resultados de éstas sirvieran de confirmación a la nota o resultado final. Caso del examen de Londres antes citado, puede estudiarse algún tipo de correlación existente entre cada prueba y el resultado final. Durante tres años, un grupo de investigadores dirigido por el profesor John Mathews, de la Universidad de Lancaster, ha estado estudiando todos los resultados de los alumnos que seguían la Química Nuffield a nivel avanzado. Los tipos de pruebas que presentaron mayores índices de correlación con la calificación definitiva fueron las pruebas de elección múltiple y las pruebas con cuestiones cortas estructuradas, y las de menor correlación fueron las notas del trabajo práctico preparado por el profesor (10).

Nuestro propósito es establecer pruebas que en poco tiempo de ejecución abarquen un amplio espectro de contenidos y capacidades, cosa que permiten las pruebas de elección múltiple. El conjunto de cuestiones de elección múltiple, las de respuesta corta y los problemas, abarcan los aspectos más importantes del programa, siguiendo las recomendaciones y resultados obtenidos por J. Mathews y colaboradores.

Nuestras pruebas se han elaborado a partir de pruebas externas de otros países, (11), (12), (13); de manuales (14) y de items elaborados por nosotros. Todas las observaciones serán muy bien recibidas.

## 2. Análisis de resultados

Una vez delimitado el campo de hipótesis, nos correspondía desarrollar un diseño sencillo con el fin de contrastar las hipótesis y problemas planteados.

La investigación que presentamos a continuación se concreta en un análisis de los resultados obtenidos por varios grupos de alumnos que siguen la Química en el nivel C.O.U. y que una vez aprobado dicho curso, pasan a la prueba de selectividad, y en el sorteo de la asignaturas optativas deben realizar la prueba de Química. A pesar de que las pruebas A, B y E se realizaron sobre una población de 300 alumnos, sólo 32 de ellos tuvieron que responder al examen S, examen de selectividad. Recordemos que A y B son exámenes parciales, E es el examen final que reúne los contenidos de A y B, y S es el examen de acceso (selectividad) propuesto por la Universidad de Valencia. La descripción de estos exámenes figura en el anexo I.

Los estadísticos fundamentales que manejamos son:

Para conocer las relaciones entre estos tres grupos de calificaciones, se planeó por una parte el cálculo de la correlación de Bravais-Pearson o coeficiente «r», tomando las muestras de dos en dos (\*). En este procedimiento estadístico la coordinación de puntuaciones hay que formularla por referencia a los grados de correspondencia (15).

Por otra parte, hemos utilizado un análisis de varianza «ANOVA», para determinar estadísticamente el grado de significación entre las medias de los tres grupos de puntuaciones (16).

Para comprobar otras hipótesis emitidas, que figuran en las perspectivas abiertas por esta investigación, será necesario mucho más tiempo y otros diseños posteriores más ambiciosos.

Los resultados presentados a continuación son los obtenidos por los alumnos antes citados.

TABLA I - Calificaciones obtenidas (\*)

Alumno	Puntuaciones		
	Media Curso «AB»	Exámen final «E»	Prueba Selectividad «S»
1	5.2	4.6	5.5
2	4.1	5.2	5

(\*) Las expresiones que permiten conocer los coeficientes de correlación son tales que «r» tiene un valor máximo de +1 y el valor mínimo de -1, correspondientes a la máxima y mínima correlación respectivamente.

3	6.6	6.2	5
4	4.9	7.6	3.4
5	6.5	6	5
6	3.4	3.9	1.2
7	7.7	7.7	2.1
8	6.8	7.7	3.6
9	6	5.3	6
10	5.8	8.3	4.5
11	6.3	7.3	5
12	6.4	5.9	2
13	6.4	5.2	6
14	6.7	8.2	7
15	8.4	8.2	8.5
16	4.2	3.1	1.5
17	5.4	7.8	5.5
18	7.7	8.3	6
19	5	4.9	1.2
20	7.6	7.6	3.5
21	3.8	4.7	3
22	5.5	6.1	0
23	5.1	6.3	2.4
24	7	7.4	2.5
25	6.5	6	3
26	8.9	9.5	3.5
27	8.7	9.5	3.5
28	5.2	6.2	3
29	4.6	4.6	1.3
30	8.8	9.2	4.5
31	6.8	8.1	7.5
32	5.2	5.6	2.7

\* Sólo figuran las notas de los alumnos aprobados en el conjunto de asignaturas de COU. Para pasar a la selectividad es necesario tener aprobado completo el COU.

TABLA II - Resultados estadísticos.

Estadístico	PRUEBA		
	Curso «AB»	Exámen Final «E»	Prueba Selectividad «S»
MEDIA	6.2	6.7	3.9
DESV. TIPICA	1.47	1.66	1.98
RANGO	8.9 - 3.4	9.5 - 3.1	7.5 - 0

TABLA III - Estadísticos entre grupos (\*)

PRUEBA	Correlación «r» Pearson	Desviación Máxima	Desviación Media	Anova «F» Fisher
AB - E	.81	2.2	.9	1.57
AB - S	.37	5.6	2.4	26.5
E - S	.38	6.1	2.9	35.9

(\*) Aunque los estadísticos que se adjuntan corresponden a los 32 alumnos que realizaron todas las pruebas, entre los 300 alumnos que realizaron las pruebas A, B y E se encontró una correlación del mismo orden (.80). Las otras correlaciones no fue posible obtenerlas al no realizar la prueba S.

### CONCLUSIONES

Los resultados estadísticos ponen de manifiesto los siguientes puntos:

- Los resultados de la prueba de selectividad son más bajos que los obtenidos por un mismo alumno durante el curso y en el examen final.
- Existe un alto coeficiente de correlación entre la media del curso (AB) y el examen final (E).
- Sin embargo entre la media del curso y el examen final, con respecto a la prueba de selectividad, el coeficiente de correlación es bajo.
- El análisis de varianza señala la no significación de medias entre los resultados de AB y E, con una confianza del 99%.
- Asimismo el ANOVA resalta las diferencias entre los resultados de AB y E, con respecto a S. Resultando significativas estas diferencias en el 95% de los casos.

Todos estos resultados nos conducen a concretar que las actuales pruebas de selectividad

- tienen una baja correlación con las actividades desarrolladas durante el curso,
- los contenidos del curso no están representados suficientemente en dichas pruebas, lo que implica una excesiva influencia del azar, dado el reducido número de cuestiones que se plantean,
- tienen una elevada dispersión,
- conducen a que el rendimiento del alumnado sea inferior a sus posibilidades.

Creemos que todo lo dicho hasta aquí pone de manifiesto la necesidad de un replanteamiento de la prueba de selectividad en cuanto a su extensión y contenidos, para que resulte claramente relacionada con los criterios actuales de la enseñanza de la Química.

### PERSPECTIVAS ABIERTAS DE TRABAJO

Esta investigación debe continuar para responder a otra serie de aspectos mucho más importantes en relación con la propia enseñanza de la Química, y que podemos brevemente plantear como:

- ¿Hasta qué punto los exámenes responden en sus planteamientos al paradigma propio de la enseñanza de las Ciencias?
- ¿Qué tipo de conocimientos, de actitudes, de capacidades y de habilidades mide realmente el examen de selectividad?
- ¿Qué tipo de cuestiones se deben emplear?
- ¿Cuál es el valor real selectivo de las pruebas de acceso a la Universidad?
- ¿De qué forma el tipo de prueba está condicionando el tipo de enseñanza que actualmente se da en nuestros Centros?
- ¿Qué estrategias se siguen en otros países ante el planteamiento de los requisitos necesarios para la construcción de las pruebas de entrada a la Universidad?

IN  
Es  
el  
Qu  
te,  
en  
cua  
gia  
AM  
De  
Pri  
BIBL  
(1) A  
BLOC  
ca  
LAF  
ce  
RODI  
K  
(2) KL  
en  
Bu  
(3) AL  
(4) AC  
nº  
(5) Lo  
19  
19  
(6) Re  
Ph  
(7) DL  
HA  
Ph  
ENSEÑ

Estas y otras preguntas se plantean cuando abordamos el tema de la evaluación aplicada a la enseñanza de la Química en C.O.U. Su relevancia práctica es evidente, ya que la evaluación, tanto en sus modelos como en sus proyecciones sobre los procesos cognitivos se encuentra en estrecha relación con el método o estrategia didáctica a emplear.

### ANEXO 1

#### *Descripción de cada una de las pruebas*

Prueba «A»: Consta de 10 cuestiones de elección múltiple, con 4 alternativas cada una, y 5 problemas

Prueba «B»: Consta de 20 cuestiones de elección múltiple, con 4 alternativas cada una y 4 problemas

Prueba «E»: 20 cuestiones de elección múltiple, con 4 alternativas cada una y 8 problemas.

Con las pruebas A, B y E quedaban reflejadas prácticamente todos los contenidos, pues los aspectos que no se contemplaban en la prueba de elección múltiple eran tratados en los problemas

Prueba «S»: contiene dos partes, formada cada una por 1 problema y 2 cuestiones, el alumno debe elegir una de las dos partes.

### BIBLIOGRAFIA

- (1) A tal efecto pueden consultarse:  
BLOOM, B.S. y col., 1969. «Taxonomía de los objetivos de la educación». El Ateneo, Buenos Aires.
- LAFOURCADE, P.D.: 1972. «Evaluación de los aprendizajes». Cincel. Madrid.
- RODRIGUEZ DIEGUEZ, J.L.: 1981 «Didáctica General» Cincel-Kapelusz, Madrid.
- (2) KLOPFER, L.E.: «Evaluación de los aprendizajes en Ciencias», en BLOOM, B.S.: 1974, «Evaluación del aprendizaje». Troquel, Buenos Aires.
- (3) AUSUBEL: 1978. «Psicología Educativa». Trillas.
- (4) ACS-NSTA: Examination. High School Chemistry, 1977. Series n° 18976 y 67426. University of South Florida, USA.
- (5) London Examination Board (Nuffield Chemistry), 1973. JMB. 1974. Souther Universities Joint Board for School Examination 1982.
- (6) Resultat de la Commission Lagarigue. Bulletin de l'Union des Physiciens n° 597, Octubre, 1977.
- (7) DUMAS-CARRE, A.: 1980. «Reflexions du Groupe 'CHAP-HAM' sur le contrôle des connaissances». Bulletin de l'Union de Physiciens. Octubre.
- (8) Op. Cit. (7) pág. 40.
- (9) DAVIS, J.D. y MAUSERT. 1981. «Effective Testing and Evaluation in Chemistry» En «Source Book for Chemistry Teachers». Six International conference on Chemical Education. August, 1981.
- (10) MATHEWS, J. y LEECE, J.R.: «A rapport on research into Nuffield Advanced Chemistry Course and Examination. Trial Edition, 1974. pág. 35.
- (11) CLEREC: 1979 y 1981: «Questionnaire de Chimie. La chimie a la rentrée de l'UNIVERSITÉ». Departamento de Química de la Universidad de Lyon.
- (12) MATHEWS, J.C.: «Objective Test in Modern Chemistry». Hutchinson, Londres, 1972.
- (13) MATHEWS, J.C.: «Problems in modern Chemistry», Londres, 1971.
- (14) BUTTLER, I.S.: 1976. «Problemas de Química» Reverté, Barcelona.
- (15) THYNE, J.M.: 1978. «Principios y técnicas de exámenes». Col. Ciencias de la Educación. Anaya/2 pág. 123.
- (16) WELLKOWITZ, J. y otros: 1981. «Estadística aplicada a las Ciencias de la Educación». Santillana, Madrid. págs. 169 ss.