

## CONOCIMIENTOS DE BIOLOGIA AL TERMINAR EL CURSO DE ORIENTACION UNIVERSITARIA

GARCIA BARQUERO, P.(1), NIEDA OTERINO, J. (2), AGUIRRE DE CARCER, I. (2)

(1) I.B. Tirso de Molina, Madrid.

(2) Universidad Autónoma de Madrid.

### SUMMARY

The levels of performance in a twofold Criterion Referenced Test covering different objectives of 12th grade biology contents is used to evaluate that curriculum. The test was taken by two samples of first year college students. Two analyses of variance were conducted: one between levels of performance on the test (number of criteria passed) and grades on the Spanish Biology Entrance examination test; the other between performance on the test and grades in first year General Biology, to explore both causes and consequences of entering university studies with those levels of performance.

### INTRODUCCION

En numerosas ocasiones, profesores y alumnos de enseñanza media han manifestado que la preparación que permite el Curso de Orientación Universitaria es insatisfactoria. En este curso, los estudiantes deben preparar, en siete disciplinas distintas, una gran cantidad de temas, para rendir cuentas en un examen. Los temas abarcan, en algunos casos, asignaturas completas impartidas en la actualidad de nuestras Facultades de Ciencias y Humanidades. A pesar de ello, la mayoría de los profesores universitarios del primer curso de esas facultades se quejan del nivel de conocimientos que muestran los alumnos que ingresan en la Universidad. Todo ello, nos hace pensar que puede resultar útil evaluar el curriculum de C.O.U., analizando los resultados que se obtienen del mismo. El objeto de este estudio es analizar los conocimientos de biología de los alumnos cinco meses después de haber superado el Curso de Orientación Universitaria, y explorar algunas hipótesis sobre las causas y consecuencias de los resultados observados.

Los datos que sirven de base a los análisis que discutiremos en este trabajo se obtuvieron en el transcurso del proyecto de Investigación «Las Pruebas de Selectividad en la U.A.M.» (1). Este proyecto tenía por objetivo identificar los elementos de unas pruebas de acceso que predigan el éxito al finalizar el primer año universitario. La metodología empleada en aquel proyecto implicaba la elaboración de dos pruebas de conocimientos distintas, y el estudio de las correlaciones existentes entre los resultados de las pruebas y las calificaciones al final del primer curso universitario.

Las pruebas elaboradas se incluyen en la categoría de Pruebas Referidas a Criterios (Popham, 1978). Las pruebas referidas a criterios facilitan información sobre los conocimientos específicos, destrezas y habilidades que la persona que las conteste manifiesta poseer, obteniéndose unas puntuaciones que son directamente interpretables en función del grado de consecución logrado (Millman, 1974). Entre las características de las pruebas referidas a criterios debemos destacar:

- a) Las preguntas o elementos de las pruebas están asociadas a objetivos específicos.
- b) La escala de medida resultante es una escala absoluta en lugar de una escala relativa a los niveles de realización de otras personas.
- c) La puntuación de un estudiante es posible interpretarla con independencia de la puntuación de otros estudiantes
- d) Existe un nivel de realización especificado como nivel de realización aceptable.

Respecto a la característica señalada en el apartado (a), hay que indicar que las preguntas deben estar relacionadas con una clase de comportamientos bien definida, de modo, que la contestación del alumno pueda interpretarse sin ambigüedad en cuanto al conocimiento o desconocimiento que éste ha manifestado poseer. Ello no significa que la especificación del criterio corresponda a los objetivos operativos que se enuncian usualmente (Brennan, 1974).

Los datos obtenidos no fueron extraídos para realizar

una evaluación del C.O.U. pero estimamos que los resultados que vamos a ofrecer sí permiten realizar algunas inferencias sobre los conocimientos de Biología al término del C.O.U., pudiendo servir de base para una evaluación preliminar de la eficacia de este curso.

(1) El proyecto de investigación «Las Pruebas de Selectividad en la U.A.M.» fue financiado por la Universidad Autónoma de Madrid y por los Planes Nacionales de Investigación XI y XII del Ministerio de Educación y Ciencia.

### 1. EL DESARROLLO DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA

#### 1.1. El examen general

Durante la primavera y comienzos del verano de 1982 se solicitó a un profesor de la División de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid la elaboración de una relación de «requisitos» exigibles a los alumnos que acceden a la Universidad. Se pretendía elaborar unas pruebas similares a las Pruebas de Aptitud Universitaria en Biología, pero que evaluaran los conocimientos exigibles de una forma válida y fiable. De ahí que el dominio de evaluación fuera definido por un único profesor universitario que cumplía el papel de «coordinador» para esta investigación.

El «coordinador» definió 147 criterios englobados en 32 áreas de contenido; para cada uno de ellos se especificó el contenido a evaluar y el nivel taxonómico (conocimiento, comprensión, aplicación) al que se debería exigir. De esta relación se escogieron siete criterios al azar utilizando una tabla de números aleatorios, y otros dos adicionales de modo que los contenidos a evaluar cubrieran casi todas las secciones del programa de C.O.U.

La validez de las pruebas referidas a criterios descansa, sobre todo, en la precisión de la definición del criterio y en la congruencia de las preguntas con esta definición. En lo que sigue describiremos con cierto detalle el proceso seguido para asegurar la validez de las pruebas.

Un grupo de cinco alumnos del C.A.P., licenciados en Biología, elaboraron para cada uno de los criterios seleccionados tres preguntas distintas de opción múltiple con cuatro distractores, con el fin de determinar si la formulación de criterios no era ambigua y permitía generar preguntas homogéneas. El conjunto de quince preguntas resultantes fueron analizadas por un profesor de biología de C.O.U., que examinó si evaluaban el mismo tipo de conocimientos y si éstos coincidían con el enunciado del criterio. Los criterios que daban lugar a preguntas inhomogéneas fueron reformulados y analizados de la misma forma hasta lograr una descripción no ambigua de los conocimientos que

evaluaban. En ocasiones, dada la dificultad de generar cinco preguntas distintas para un criterio tan específico como el seleccionado, se tuvo que agrupar dos o tres criterios de la misma área de contenido en otro más general (por ejemplo en el criterio 1). Los criterios evaluados en estas pruebas figuran en el apéndice I.

Del conjunto de quince preguntas elaboradas por los alumnos del C.A.P. se escogieron al azar cinco para cada criterio. En numerosas ocasiones las preguntas seleccionadas tuvieron que rehacerse ya que incluían varias respuestas correctas o bien ninguna de las opciones era correcta, síntoma del grado de conocimientos del recién licenciado sobre los contenidos impartidos en C.O.U.

Las cuarenta y cinco preguntas resultantes fueron reordenadas aleatoriamente y multicopiadas. La prueba final, el proceso de toma de datos y tratamiento estadístico de los datos puede consultarse en otro lugar (Aguirre de Cárcer y col. 1984). Estas preguntas sufrieron un análisis «a posteriori» para seleccionar los datos fiables. Un profesor de biología de C.O.U. distinto de aquel que participó en el proceso de desarrollo de las pruebas, examinó las preguntas y las frecuencias de contestación a cada una de las opciones, con el fin de determinar si aquellas frecuencias eran imputables a una deficiente formulación de la pregunta. Como resultado de este análisis se desecharon dos preguntas (una del criterio A7 y otra del A8).

El nivel de realización aceptable para cada uno de los criterios, teniendo en cuenta la posibilidad de contestar correctamente al azar este tipo de preguntas, fue fijado «a priori» en contestar al menos tres preguntas correctamente del total de cuatro o cinco que componía el criterio.

#### 1.2. La prueba específica. Facultad de Ciencias

En esta ocasión se trataba de elaborar una prueba de acceso específica para los estudios impartidos en la Facultad de Ciencias de la U.A.M. Los profesores de primer curso colaboraron en la definición de los criterios exigibles para iniciar el primer curso. Un grupo reducido de profesores de biología definieron el listado inicial siendo examinados y revisados posteriormente por todos los profesores del primer curso. De esta forma se generaron cincuenta y seis criterios incluidos en once áreas de contenidos. De estos criterios veintiuno fueron clasificados como objetivos de información o reconocimiento. Entre estos criterios se seleccionaron al azar cuatro, dos de ellos entre los exigidos por más de una facultad (en este caso las Facultades de Psicología y Ciencias) y otros dos específicos para el acceso a la Facultad de Ciencias. Estos criterios figuran en el apéndice II. Las preguntas fueron elaboradas por un profesor de Biología de C.O.U. y revisadas por otro distinto teniendo en cuenta las frecuencias de contestación obtenidas. En el proceso de revisión se desechó una pregunta del criterio B2 y otra del B3.

1.3. Muestra

Las distintas pruebas fueron contestadas por 1807 alumnos de primer curso de las siguientes facultades de la Universidad Autónoma de Madrid: Psicología, Derecho, Económicas y Empresariales, Ciencias, E.U. Profesorado de E.G.B.. La participación fue voluntaria pero señalemos que todos los alumnos invitados colaboraron. Fueron invitados a contestar las pruebas todos los alumnos cuyos profesores nos permitieron utilizar el tiempo de una de sus clases para realizar este experimento. En cada aula siguiendo un criterio geográfico se dividió el colectivo de alumnos en dos grupos, uno de ellos contestó a las pruebas generales que simulaban las Pruebas de Aptitud Universitaria y el resto de las Pruebas Específicas. A los alumnos del primer grupo se les pidió que contestaran a los mismos ejercicios (asignaturas) que realizaron en las Pruebas de Aptitud con las que obtuvieron el acceso a los estudios universitarios. De esta forma, los datos a los que se hará referencia corresponden a los siguientes colectivos:

Prueba A (apéndice I)

91 alumnos que superaron la Biología de C.O.U. y se examinaron de la misma asignatura en las P.P.A.U.

Prueba B (apéndice II)

237 alumnos matriculados en el primer curso de la Facultad de Ciencias.

Sin embargo, en la Prueba B las inferencias sobre los niveles de competencia en cada uno de los criterios evaluados estarán basadas exclusivamente en los datos proporcionados por los 113 alumnos de la División de Biológicas que contestaron a la Prueba, ya que son los únicos alumnos de los que podemos tener cierta seguridad de que cursaron Biología en C.O.U.

2. RESULTADOS

En la Tabla 1 mostramos el porcentaje de alumnos que estudió biología en C.O.U. de acuerdo con el número de criterios que superaron.

Una forma de evaluar la eficacia del C.O.U. consiste en fijarse en los conocimientos que han manifestado poseer el 80% de los alumnos que superaron este curso.

Con los criterios que hemos evaluado extraídos al azar de un conjunto de objetivos posibles para la biología de C.O.U., y para la muestra que contestó a estas preguntas, el 80% de los alumnos no llegó a superar 3 criterios de los 9 evaluados. Los alumnos que habían aprobado la biología en C.O.U., 5 meses después, no lograron superar la tercera parte de los contenidos evaluados.

De acuerdo con estos resultados parece confirmarse que la preparación que permite el actual C.O.U. es deficiente y sólo resulta eficaz para un grupo reducido de los alumnos que lo cursan (el 27,4% de los integrantes de la muestra que superaron al menos 3/4 partes de los criterios evaluados).

En la Tabla 2 se puede examinar el nivel de conocimientos en biología que poseían los alumnos que iniciaron los estudios correspondientes a la licenciatura de Ciencias Biológicas.

El 63,6% de los alumnos de esta muestra logró superar al menos 3/4 partes del contenido evaluado; proporción bastante elevada en contraste con los niveles de realización del conjunto de alumnos que estudió biología en C.O.U.

Tabla 1

Porcentaje de alumnos que superan	Conocimientos de Biología de los alumnos que superaron la Biología de C.O.U.	
	%	% acumulada
9 Criterios	3,3	3,3
8 Criterios	6,6	9,9
7 Criterios	17,5	27,4
6 Criterios	10,9	38,3
5 Criterios	8,8	47,1
4 Criterios	17,5	64,6
3 Criterios	13,2	77,8
2 Criterios	12,0	89,8
1 Criterio	3,3	93,1
0 Criterios	6,6	100

Tabla 2

CONOCIMIENTOS DE BIOLOGIA de los alumnos que ingresaron en el 1er curso de la División Ciencias Biológicas.

Porcentaje que superaron	%	% acumulado
4 Criterios	21,2	21,2
3 Criterios	42,4	63,6
2 Criterios	22,1	85,7
1 Criterio	10,6	96,3
0 Criterios	3,5	100

Si bien, el nivel de preparación de estos alumnos no resulta satisfactorio para iniciar este tipo de estudios, los datos de la Tabla 2 comparados con los de la Tabla 1, parecen indicar que los alumnos son conscientes de su nivel de conocimientos en biología; en más de la mitad de los casos, cuando sus conocimientos son deficientes, no optan a la licenciatura de Ciencias Biológicas. Esta tendencia en la elección de estudios universitarios teniendo en cuenta el nivel de conocimientos que el alumno cree poseer ha sido constatada en la población de alumnos que accedieron a la U.A.M. en el curso siguiente (I. Aguirre de Cárcer, 1983).

### 3. DISCUSION

En esta sección vamos a ensayar una interpretación de los resultados obtenidos, atendiendo a las posibles causas y consecuencias del nivel de conocimientos en biología observando en el momento de iniciar los estudios universitarios. En particular confrontaremos nuestros datos con dos hipótesis: el examen de selectividad de biología condiciona la preparación que adquieren los estudiantes de C.O.U.; y el «*numerus clausus*» provocaría una fuerte disminución del «*fracaso escolar*» en el primer curso universitario.

#### 3.1. El examen de selectividad como causa

La preparación que se proporciona en C.O.U. está fuertemente condicionada por la existencia de las Pruebas de Aptitud Universitaria (Escudero, 1984).

Sabemos que el procedimiento utilizado para evaluar a los alumnos es un factor determinante de la estrategia de estudio que aquellos utilizan; estas estrategias dan lugar a unas formas específicas de codificar y recuperar la información (Anderson y col., 1977). Es decir, los conocimientos asimilados con el fin de comprender algún fenómeno producen una facilidad para recuperar la información, inferior a la que se obtiene mediante una estrategia que pretenda memorizar contenidos. De la misma forma, se produce poca comprensión cuando el alumno estudia teniendo en cuenta que

en el examen le pedirán que muestre toda la información que dispone sobre algún tema.

El análisis del procedimiento con que se evalúan los conocimientos en las Pruebas de Aptitud Universitaria, por tanto, debe informarnos de la estrategia de estudio presumiblemente utilizada en C.O.U. Para efectuar este análisis no sólo es necesario considerar los enunciados de las preguntas, también debemos disponer de información precisa sobre los criterios utilizados en la calificación de las respuestas. Sin embargo, en este estudio carecemos de este último tipo de información, por lo que nos vemos obligados a utilizar una metodología distinta.

Sabemos que la facilidad para recuperar una información determinada, se deteriora con el tiempo, cuando no se utilizan técnicas para impedir su olvido. Pero cabe esperar que los estudiantes que manifestaron poseer mayores conocimientos cinco meses después de haber terminado de adquirirlos estuviesen mejor preparados que el resto de sus compañeros inicialmente. Esta relación supuestamente lineal entre conocimientos iniciales y conocimientos recuperables meses más tarde nos permite indagar sobre el nivel de preparación en el momento de las Pruebas de Aptitud a partir de los conocimientos mostrados meses después (Prueba A).

Hemos examinado la calificación media obtenida en el ejercicio de biología de las Pruebas de Aptitud Universitaria de los grupos de estudiantes que meses más tarde mostraron diferentes niveles de conocimientos (número de criterios superados). La Tabla 3 proporciona los datos del análisis de varianza realizado.

El análisis de varianza revela que las calificaciones medias en ese ejercicio no son estadísticamente diferentes (con una probabilidad inferior al 5% para los distintos niveles de conocimientos).

Esta ausencia de relación entre los conocimientos disponibles en el momento de las Pruebas de Aptitud Universitaria y los conocimientos mostrados meses más tarde parece sugerir una calificación deficiente (fiabilidad y validez) de los conocimientos en las pruebas, pero también, como veremos más tarde, admite explicaciones alternativas más pausibles.

Tabla 3

Nº Criterios superados	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Calificación media obtenida P.P.A.U.(desviación estándar)	2.66 (4.61)	5.83 (0.75)	2.43 (2.94)	3.10 (3.60)	2.70 (3.24)	3.50 (2.87)	3.75 (2.95)	1.81 (2.71)	1.00 (1.00)	1.50 (2.07)

Análisis de Varianza

df	F	Sig.Est.
9	1.39	n.s. (p=0.2)

Los Tribunales de Selectividad están compuestos por ocho miembros, que deben evaluar el nivel de conocimientos de los alumnos en 13 asignaturas. Así tenemos que, en ocasiones, los ejercicios de biología de las P.P.A.U. son corregidos por un profesor que no es especialista en la materia, dando lugar a unas calificaciones muy poco válidas y no fiables.

El problema de la validez y fiabilidad de las calificaciones otorgadas a los ejercicios de biología de esa convocatoria fue analizada en otro estudio (Nieda y col. 1983). En este trabajo se afirma que, salvo en determinados casos (cuando no había especialistas de la materia en el tribunal) las calificaciones otorgadas en ese ejercicio y en aquella convocatoria pueden considerarse válidas y fiables. Por ello, creemos que este factor, aunque hay que tenerlo en cuenta, no puede explicar, por completo, el fenómeno que estamos analizando.

En el estudio al que acabamos de referirnos se recorrieron más de un centenar de ejercicios mediante un procedimiento válido y fiable. Los autores del trabajo indican que tuvieron la impresión de que la mayoría de los candidatos vertían en los ejercicios los contenidos impartidos por su profesor, que en aquel momento lograban recordar; hasta el punto que dado un ejercicio su contenido permitía intuir el Centro en el que cursó C.O.U. (Nieda y col. 1983).

Esta impresión apunta hacia la hipótesis de que la preparación para las Pruebas de Aptitud es una preparación básicamente memorística y puntual. Aceptando esta hipótesis quizá podamos explicarnos la falta de relación entre las calificaciones obtenidas en las Pruebas de Aptitud y los conocimientos manifestados cinco meses después. Los conocimientos acumulados memorísticamente para un momento concreto se extinguen rápidamente e implican mecanismos cognoscitivos distintos a los necesarios para incorporar los contenidos en la memoria a largo plazo. Esto explicaría que unos alumnos que lograron memorizar unos contenidos en el mes de junio (como probaría las calificaciones que obtuvieron en las P.P.A.U.) no lograron contestar correctamente a los criterios que exigían únicamente recordar (criterios de conocimientos). Por otro lado la

utilización de una estrategia de memorización no sólo no da lugar a una comprensión del contenido sino que posiblemente sea en alguna medida incompatible con ese objetivo. Los niveles de realización en los criterios que evaluaban comprensión de conocimientos parecen apuntar hacia esta explicación.

3.2 La solución del «numerus clausus»

Examinemos ahora los efectos que tienen estos conocimientos iniciales sobre el rendimiento al terminar el primer año universitario. Esta cuestión en la actualidad es de gran importancia para la ordenación educativa del nivel de enseñanza que estamos analizando.

En efecto, a medida que se acentúa la crisis educativa y del modelo universitario actual, aumenta el número de profesores universitarios que exige el establecimiento de un «numerus clausus» generalizado como fórmula para resolver el problema del «fracaso escolar» en la Universidad. De acuerdo con los profesores que mantienen esta opinión, si los alumnos ingresaran en la Universidad con mayores conocimientos se evitaría el fracaso en los primeros cursos. En lo que sigue intentaremos indagar si esta hipótesis es plausible.

En esta ocasión, para evaluar la hipótesis, hemos examinado el nivel de conocimientos iniciales en biología (número de criterios superados en la Prueba B) y la calificación media que obtuvieron en la asignatura «Biología General» del primer curso de la Especialidad Ciencias Biológicas en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid.

La Tabla 4 resume el análisis de varianza efectuado.

El análisis de varianza revela que los grupos de alumnos que manifestaron poseer al iniciar el curso distintos niveles de conocimientos en biología obtuvieron unas calificaciones medias en «Biología General» diferentes pero estas diferencias no son estadísticamente significativas (probabilidad menor que el 5%). Es decir, los alumnos con menores conocimientos iniciales en los criterios evaluados obtuvieron al terminar el curso unas calificaciones equivalentes a las obtenidas por

Tabla 4

Nº criterios superado	4	3	2	1	0
Calificación en Biología	2.54	2.46	2.04	2.00	1.66
General (desviación standard)	0.85	0.85	0.97	1.09	0.57

Análisis de Varianza

d.f.	F	Sig.Est.
4	1.74	n.s. (p=.14)

Escala calificaciones: 5 Matrícula Honor, 4 Sobresaliente, 3 Notable, 2 Aprobado, 1 Suspenso

sus compañeros con mayores conocimientos iniciales en la asignatura. La relación entre conocimientos iniciales y calificaciones finales es lineal, pero el grado de asociación entre ambas sólo alcanza un 6,03% de variabilidad común.

De confirmarse estos resultados con otras muestras y en otras Universidades, todo parece indicar que de mantenerse el actual modelo de enseñanza universitaria, el establecimiento del «*numerus clausus*» no conduciría a una reducción del fracaso en el primer curso sino únicamente a que los profesores del mismo corrigieran un número menor de ejercicios.

#### 4. CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados exhibidos en las tablas 1 y 2 muestran claramente la discordancia entre los conocimientos pretendidos (programa de C.O.U.) y los logrados (conocimientos al ingresar en la Universidad). Creemos que se puede aumentar sensiblemente la eficacia del C.O.U. pretendiendo unos niveles para este curso más realistas. Ello no implicaba bajar el nivel; todo lo contrario, permitiría que la mayoría de los estudiantes que superan este curso (p.e. el 80%) alcanzasen unos conocimientos básicos en biología imprescindibles para poder interactuar con soltura en la sociedad que les toca vivir. Implica, además, reconocer que buena parte de los conceptos que se imparten en la biología de C.O.U. presentan serias dificultades para su adquisición y asimilación.

Actualmente, se está investigando con intensidad las nociones previas de los estudiantes como una de las fuentes de dificultades en el aprendizaje escolar de conceptos (Brumby 1982; Deadman, J.A. & Kelly, P.I. 1978; Fisher 1983). Estas nociones previas son en la mayoría de los casos incorrectas y extremadamente resistentes al cambio, de forma que podemos detectarlas, incluso en los mejores estudiantes, después de un aprendizaje «satisfactorio» (Brumby 1984).

Sin embargo, no todos los errores conceptuales pueden atribuirse a las nociones previas. En las respuestas de los estudiantes a nuestras pruebas creemos haber detectado la existencia de errores inducidos por la enseñanza. Analicemos las frecuencias de contestación a una de las preguntas del criterio 3.

24. La membrana nuclear es

- a) Una continuación del aparato de Golgi, 11.6%
  - b) Una diferenciación local del retículo endoplasmático, 45.5%
  - c) Una monocapa lipídica con proteínas, 22.1%
  - d) Una estructura cerrada que aísla totalmente al núcleo, 15.1%
- no contestan, 5.7%

La frecuencia de elección de la respuesta d) nos parece sintomática. Al explicar en clase la membrana plasmática se insiste en el intercambio de sustancias con el medio, pero no suele hacerse lo propio al explicar la membrana nuclear. En los esquemas de la pizarra cerramos siempre el núcleo dentro de una línea continua y casi nunca se representa el intercambio núcleo-citoplasma.

Este tipo de errores creemos que se inducen al intentar profundizar en fenómenos muy complejos para los que les falta la base suficiente. Además las explicaciones no son completas ya que esto exigiría un tiempo de explicación mucho más extenso. La necesaria simplificación creemos que facilita la adquisición de ideas erróneas.

Nos gustaría, por último, hacer una consideración de tipo metodológico. En este tipo de estudios hay que tener mucho cuidado al realizar generalizaciones acerca de los conocimientos de los estudiantes basándose en las contestaciones a una pregunta específica. La forma en que se enuncia una pregunta influye decisivamente en la contestación que se obtiene.

Para ilustrar esto compararemos los resultados que obtuvimos sobre la finalidad de las fotosíntesis con los que obtuvieron H. Astudillo y A. Gené.

20. Las plantas verdes realizan fotosíntesis con la finalidad de:

- a) Obtener compuestos orgánicos que puedan ser acumulados como reserva energética, 93,1%
- b) Proporcionar oxígeno a la atmósfera. 1.3%
- c) Eliminar de la atmósfera el exceso de anhídrido carbónico, 5.2%
- d) Proporcionar alimentos orgánicos a los organismos heterótrofos, 0.4%

En el estudio de Astudillo y Gené, utilizando como estímulo una pregunta distinta (Enumera los productos resultantes del proceso fotosintético), obtuvieron resultados muy distintos. El 70.7% de su muestra no citó la formación de hidratos de carbono (Astudillo, Gené 1984). Aunque las muestras de estudiantes son distintas y posiblemente no tengan el mismo nivel de conocimientos en biología, creemos que la disparidad de resultados es achacable, en parte, al formato y enunciado de las preguntas.

## APENDICE I: CRITERIOS PRUEBA A

- A1. Concepto y función primordial del sistema endocrino. Respuesta hormonal de un organismo cuando éste se encuentra en peligro. ¿Qué efectos podría provocar en un organismo deficitario en hormonas paratohormona la administración de dosis elevadas de calcio? ¿Cómo se impide la ovulación durante el embarazo? La píldora anticonceptiva femenina contiene progesterona y estrógeno en cantidades correspondientes a los niveles anteriores a la menstruación ¿Cómo impide esto el embarazo? (Comprensión). Superado por el 15,4% de la muestra.
- A2. Función de la membrana plasmática. Función y naturaleza del aparato de Golgi y el retículo endoplásmico (Comprensión). Superado por el 69,2% de la muestra.
- A3. Estructura del núcleo celular. Papel fundamental de los cromosomas (Conocimiento). Superado por el 58% de la muestra.
- A4. Factores que intervienen en la mitosis. Consecuencias de la meiosis. Diferencias entre la meiosis y la mitosis. Necesidad de una división reduccional. ¿En qué tipo de células se produce este tipo de división? (Comprensión). Superado por el 58% de la muestra.

- A5. Estructura de las proteínas: propiedades y características. Holoproteínas y heteroproteínas (Conocimiento). Superado por el 68% de la muestra.
- A6. Misión esencial del aparato circulatorio. Evolución de los líquidos de transporte. Compara la circulación de vertebrados que poseen pulmones. Funciones del sistema excretor. Breve explicación del proceso de formación de la orina (Comprensión). Superado por el 81,6% de la muestra.
- A7. Metamorfosis sencilla y compleja (Conocimiento). Superado por el 36,7% de la muestra.
- A8. Definición de genotipo, fenotipo, raza pura, factor antagónico. Explicación del resultado del cruzamiento de dos individuos de «razas puras». Ejemplo. Estudio del cruzamiento entre dos individuos híbridos de la F<sub>1</sub> en el caso de que la P fueran guisantes «amarillo liso x verde rugoso» (Aplicación). Superado por el 46,2% de la muestra.
- A9. Definición de Ecología, Ecosistema, Biosfera. Relaciones entre natalidad y mortalidad. Ejemplo explicativo de una sucesión ecológica (Comprensión). Superado por el 49,5% de la muestra.

## APENDICE II: CRITERIOS PRUEBA B

- B1. Conocer las bases de clasificación taxonómica en el reino animal (especie, género, familia, orden). Superado por el 83,2% de la muestra.
- B2. Comprender los siguientes conceptos: neurona, neurona aferente, aferente y de asociación, sinapsis; arco reflejo receptor y efector. Superado por el 27,4% de la muestra.
- B3. Comprender el significado biológico de la fotosíntesis. Superado por el 71,7% de la muestra.
- B4. Comprender la coordinación global neuroendocrina. Superado por el 85% de la muestra.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUIRRE DE CARCER, I., 1983, Opción de estudios y preparación académica de los candidatos. Vicerrectorado de Estudiantes. Universidad Autónoma de Madrid. Diciembre 1983.
- AGUIRRE DE CARCER I., FRANCO D. GUZMAN, J.F., 1984, Las pruebas de Selectividad en la U.A.M. Memoria Final del Proyecto financiado por los Planes Nacionales XI y XII de Investigación Educativa. Centro de Investigación y Documentación Educativa. Madrid, 1984.

- ANDERSON, R.C., SPIRO, R.J., MONTAGNE, W.E., 1977, Schooling and the acquisition of Knowledge. Lawrence Erlbaum Associates. Hillsdale. N.J. 1977.
- ASTUDILLO, H., GENE, A., 1984, Errores conceptuales en biología. La fotosíntesis de las plantas verdes. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 2, nº 1, pp. 15-16.
- BRENNAN, R.L., 1974, The Evaluation of Mastery test items. V.S. Office of Education, Project N° 2B.118, 1974.

- BRUMBY, M., 1982, Student's perceptions of the concept of life. *Science Education* 66 (4), pp. 631-622.
- BRUMBY, M., 1984, Misconceptions about the concept of Natural Selection by medical biology students. *Science Education* 68 (4): 493-503.
- DEADMAN, J.A. & KELLY, P.J., 1978, What do secondary schoolboys understand about evolution and heredity before they are taught the topics?. *Journal of Biological Education*, 12, 7-15, 1978.
- ESCUADERO, T., 1983, La enseñanza en C.O.U. y la obsesión por la Selectividad. *Jornadas sobre el Acceso a la Universidad*. U.A.M. Abril, 1983.
- FISHER, K.M., 1983, Amino acids and translation: a misconception in biology. H. Helm & J.D. Novak (Eds.) *International Seminar: Misconceptions in Science and Mathematics*. (Cornell University).
- MILLMAN, J., 1974, Criterion-Referenced measurement en W.J. Popham (Ed.). *Evaluation in Education: current applications*. (McCuchtan Publishing Corporation: Berkeley).
- NIEDA, J. DIAZ MUJICA, M.V., GARCIA BARQUERO, P., ORTEGA, P., BONILLA, I., AGUIRRE DE CERCER, I., 1983, La fiabilidad de las calificaciones en preguntas abiertas de Biología. *Jornadas sobre el Acceso a la Universidad*. U.A.M. Abril, 1983.
- POPHAM, J.W., 1978, *Criterion-Referenced Measurement* (Prentice-Hall. Inc).