

Estructuración y evaluación de las dificultades del aprendizaje de cuestiones de metrología de longitudes*

Por Joaquín RODRIGUEZ GUARNIZO y Justa BARRANTES BRESO

Escuela Universitaria del Prof. de E.G.B. - Toledo

Preocupados por mejorar la calidad de nuestra enseñanza, lograr una más adecuada programación de sus contenidos y de alguna manera, auto-evaluar nuestro cometido docente, hemos centrado nuestra experiencia en el capítulo relativo a la Metrología de Longitudes. A tal fin, hemos creído interesante proceder a la *estructuración* conceptual de los objetivos que son propios de esta temática, siguiendo un criterio de jerarquización análogo al que se sugiere en la teoría del aprendizaje de Ausubel (1) (2). Y hemos determinado el perfil de *dificultad de aprendizaje*, para cada uno de los objetivos que nos preocupaba alcanzar, atendiendo a la dificultad encontrada por el propio grupo de sujetos cuestionados, en el logro de cada uno de los eslabones conceptuales en los que se apoya su captación.

Hemos creído interesante la obtención de estos perfiles de dificultad de aprendizaje, a pesar de la subjetividad de los resultados, como punto de partida de la ulterior enseñanza correctiva y para una programación más acorde con la naturaleza de las cuestiones cuya captación interesa.

Motivados por la línea de investigación propuesta por Ursula Hofacker (3), animados por los resultados anteriormente obtenidos (4) (5), y plena-

* Comunicación presentada al Simposio sobre Didáctica de la Física y de la Matemática, su interrelación. Organizado por el INCIE y celebrado en Madrid del 25 al 28 de junio de 1980.

(1) Ausubel, D. P.: **Educational psychology: a cognitive view**. New York. Holt, Rinehart and Winston. 1968.

(2) Dawson, C. J.: **Pupils' difficulties: what can the teacher do?** Educ. Chem. vol. 15. N.º 4. 1978.

(3) Hofacker, U.: **Mejor comprensión de los procesos psicológicos en el aprendizaje de la Química**. Nuevas tendencias en la enseñanza de la Química. Vol. IV. Montevideo. Ed. de la UNESCO, 1975. Págs. 65-79.

(4) Rodríguez Guarnizo, J.: **Una experiencia para la valoración de dificultades en el aprendizaje de temas básicos en la enseñanza de la Química**. Vida Escolar, n.º 167 (marzo 1975). Págs. 29-39.

(5) Rodríguez Guarnizo, J. y Barrantes Bresó, J.: **Evaluación de las dificultades en el aprendizaje de la Física**. Rev. Esp. de Pedagogía, n.º 143 (enero-marzo 1979). Págs. 65-130.

mente convencidos de la necesidad de estructurar el aprendizaje con el fin de lograr una mayor rentabilidad en el mismo, procedimos al diseño de unos *organigramas de aprendizaje*, en los que se muestran en sentido ascendente y se explicitan, las interrelaciones de cada uno de los peldaños que constituyen el entramado conceptual de cada objetivo.

ESTRUCTURACION DEL APRENDIZAJE

Desde un punto de vista psicológico (6), el construir organigramas de aprendizaje, o más concretamente estructurar el aprendizaje, implica el dotar de un característico significado a los términos *concepto*, *principio*, y a los órdenes de prioridad de los mismos. Pero en nuestro caso concreto, habida cuenta del grado de nivel formativo de nuestros alumnos, no podemos atender estrictamente a los mencionados conceptos psicológicos básicos en los que se apoya el aprendizaje, desde un punto de vista integral, sino que sólo nos interesa o nos es suficiente el considerar como puntos básicos: a) los conceptos y b) los principios desde un punto de vista físico, junto con c) el simple conocimiento de hechos y d) el dominio de técnicas operativas.

La inclusión de un capítulo dedicado a la Metrología de Longitudes, dentro de un programa de Física para alumnos de Escuelas Universitarias del Prof. de E.G.B., estimamos que está justificado por su importancia didáctica y su repercusión inmediata en la enseñanza de la Física en los primeros niveles educativos. Hemos estimado objetivos parciales de su aprendizaje los siguientes:

I.—*Metrología de longitudes del orden del metro.*

II.—*Metrología de pequeñas longitudes.*

II - a.—*Manejo del calibre.*

II - b.—*Manejo del palmer.*

II - c.—*Manejo del esferómetro.*

III.—*Metrología de grandes longitudes.*

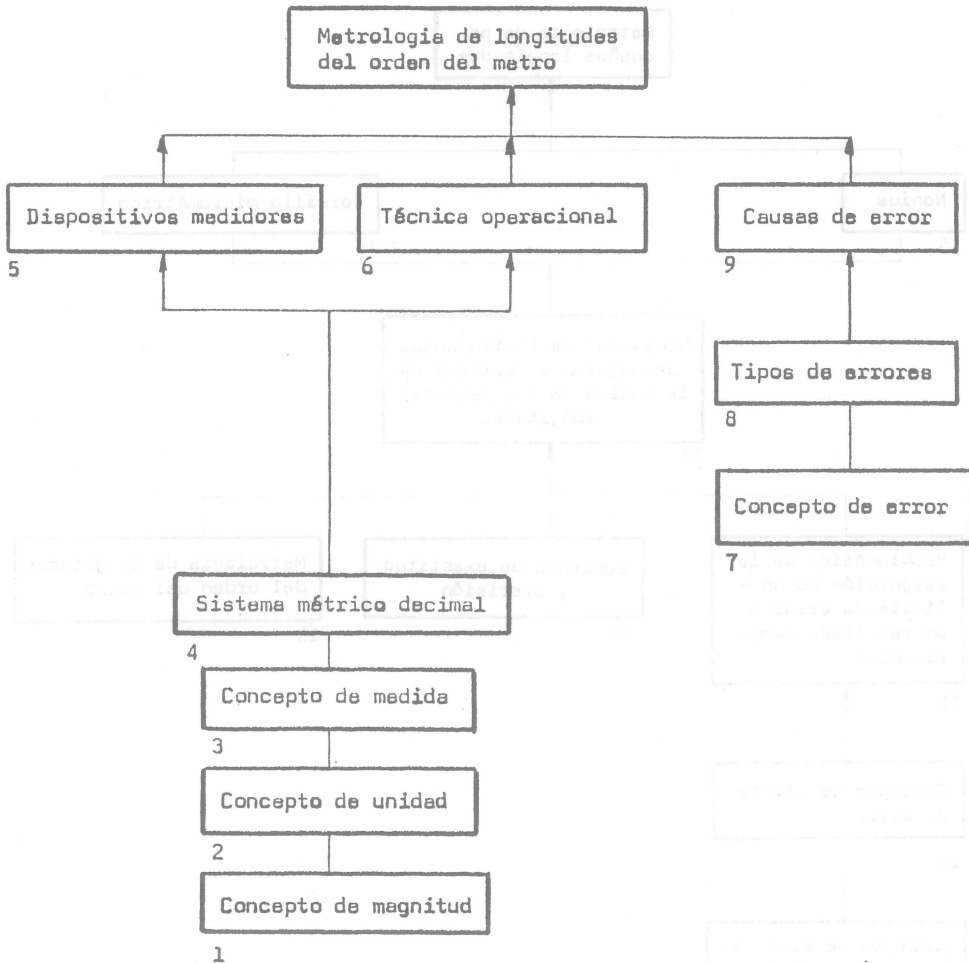
III - a.—*Procedimientos basados en consideraciones geométricas.*

III - b.—*Procedimientos basados en la medida de ángulos.*

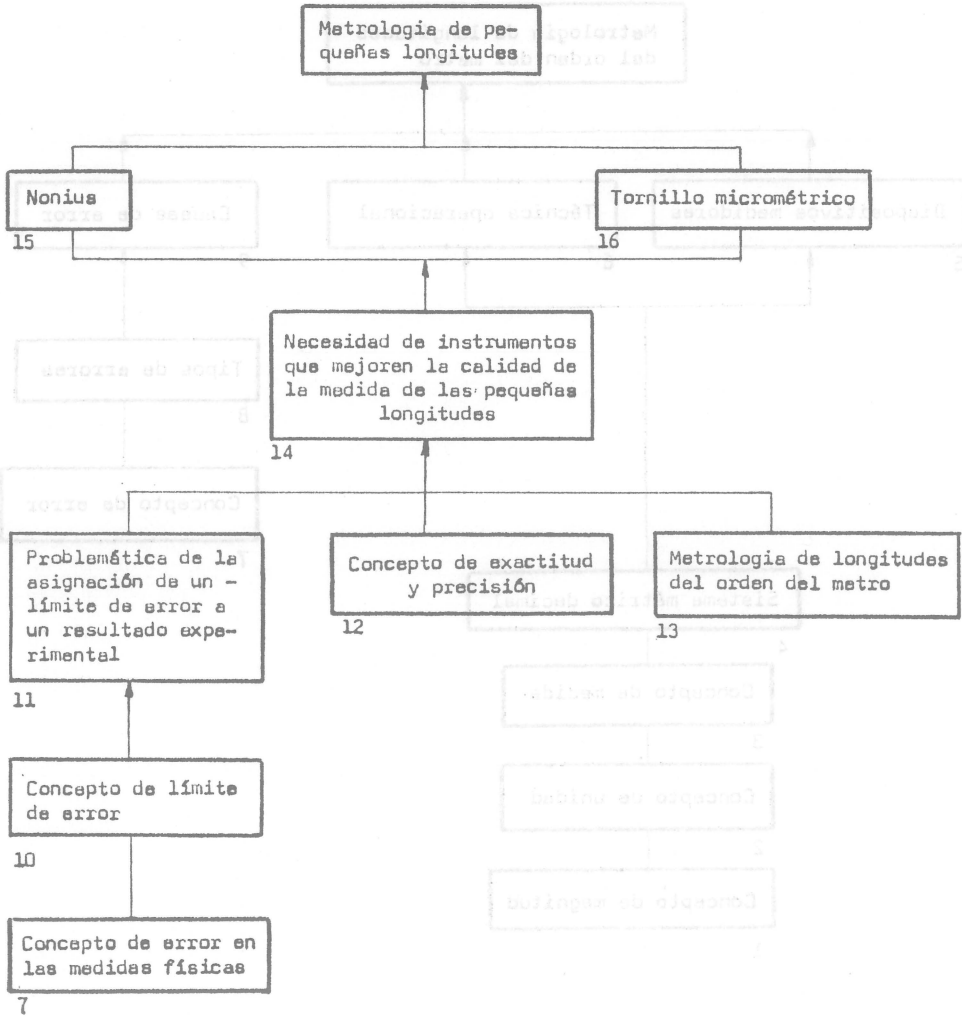
A continuación mostramos los organigramas referentes a cada uno de estos objetivos, en los que se presenta, desde nuestro punto de vista, la gradación de conceptos necesaria y la precisa ligazón e interdependencia de los mismos, para alcanzar cada uno de los objetivos parciales de aprendizaje propuestos.

(6) Gagné, R.: **Las condiciones del aprendizaje**. Madrid. Editorial Aguilar, 1971.

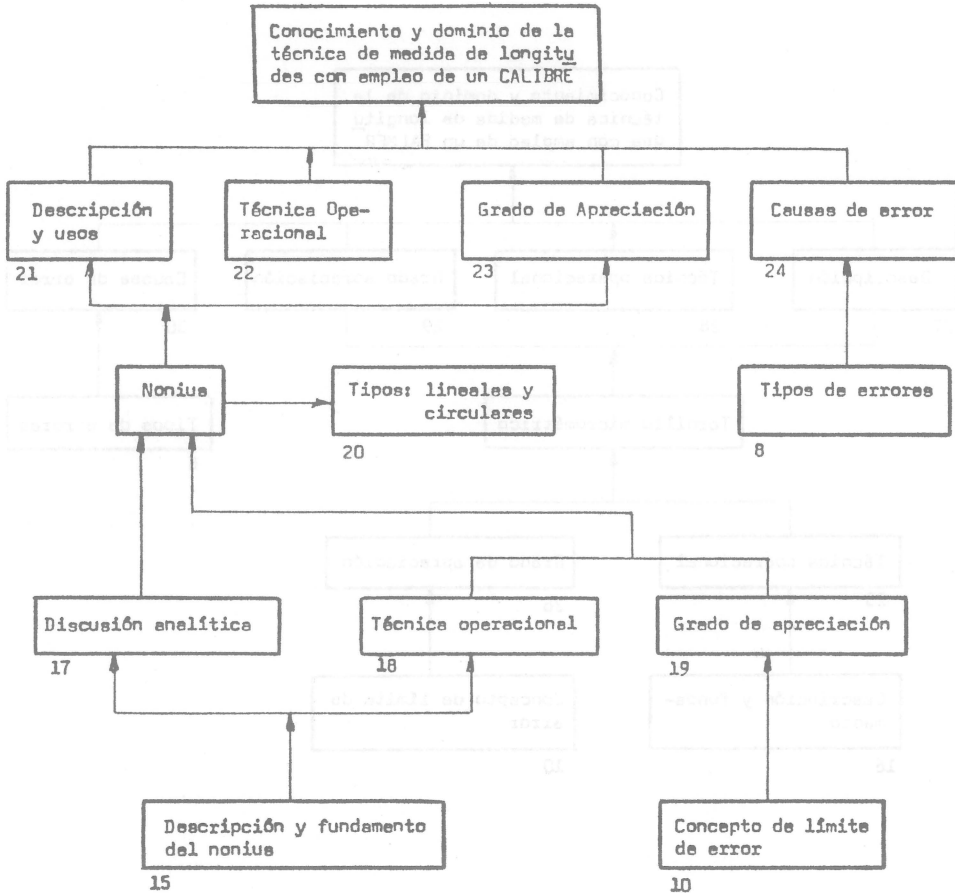
Objetivo: METROLOGIA DE LONGITUDES DEL ORDEN DEL METRO (I)



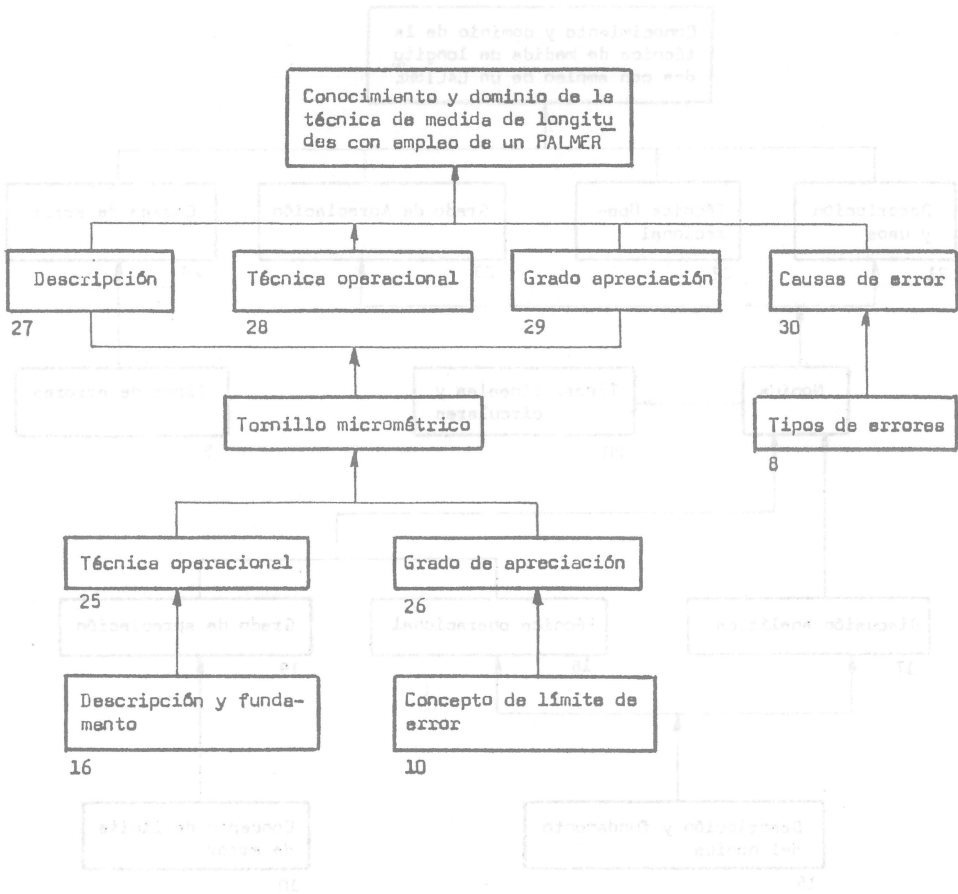
(I) OBJETIVO: METROLOGÍA DE PEQUEÑAS LONGITUDES (II)



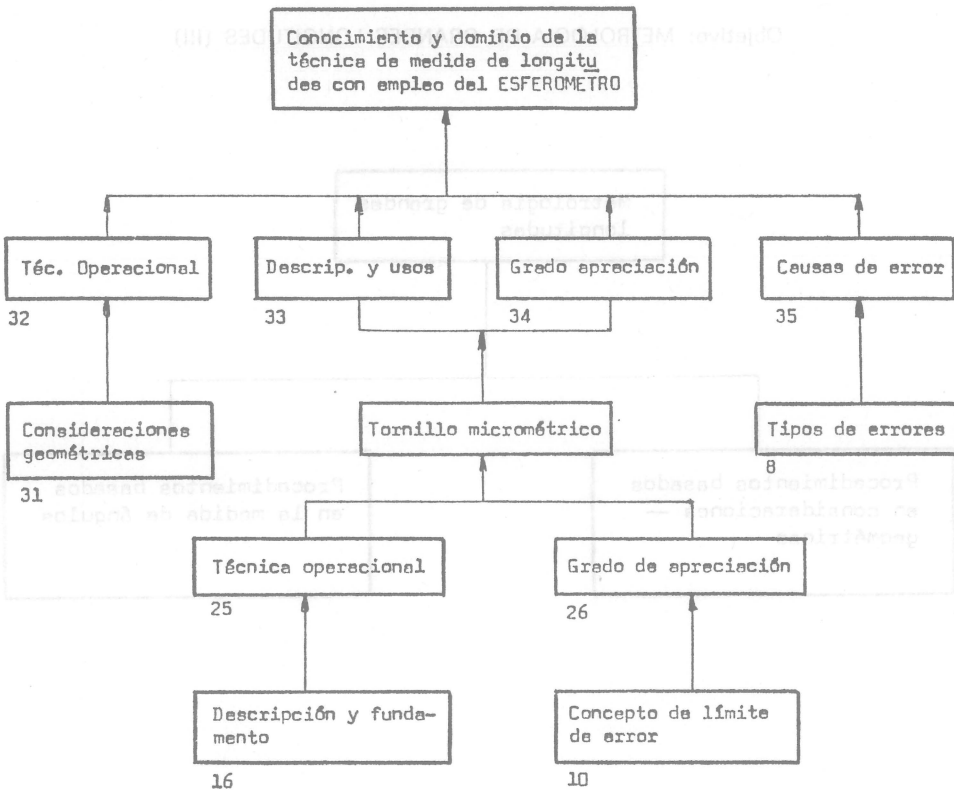
Objetivo: MANEJO DEL CALIBRE (II-a)



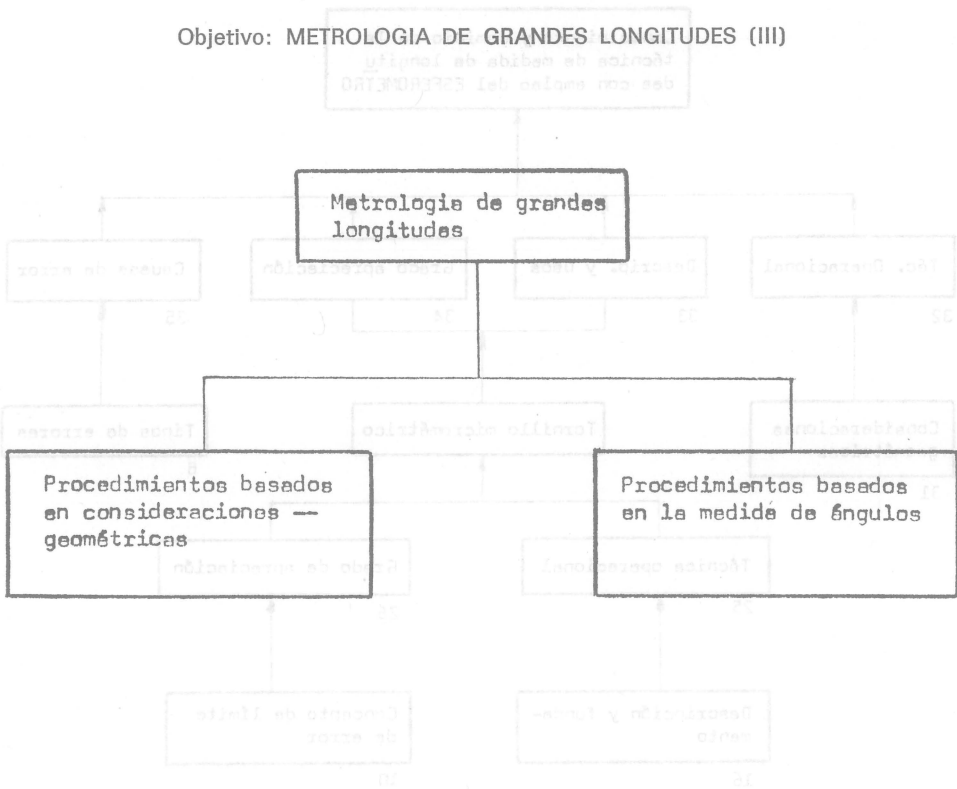
Objetivo: MANEJO DEL PALMER (II-b)



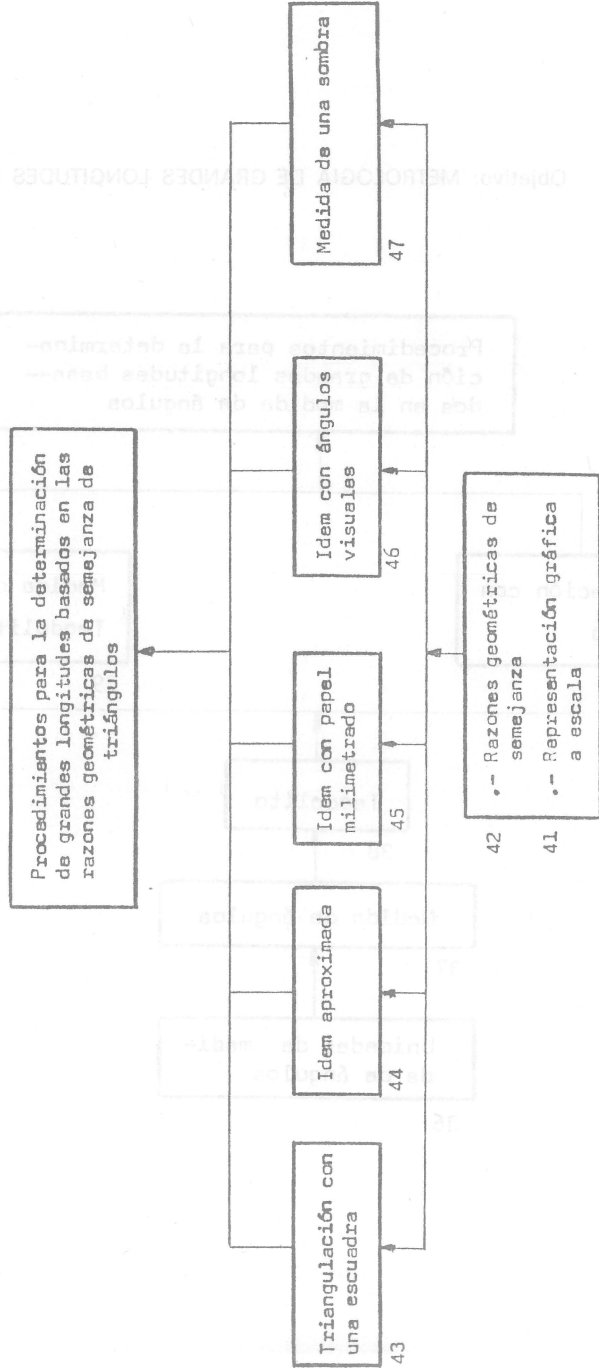
Objetivo: MANEJO DEL ESFEROMETRO (II-c)



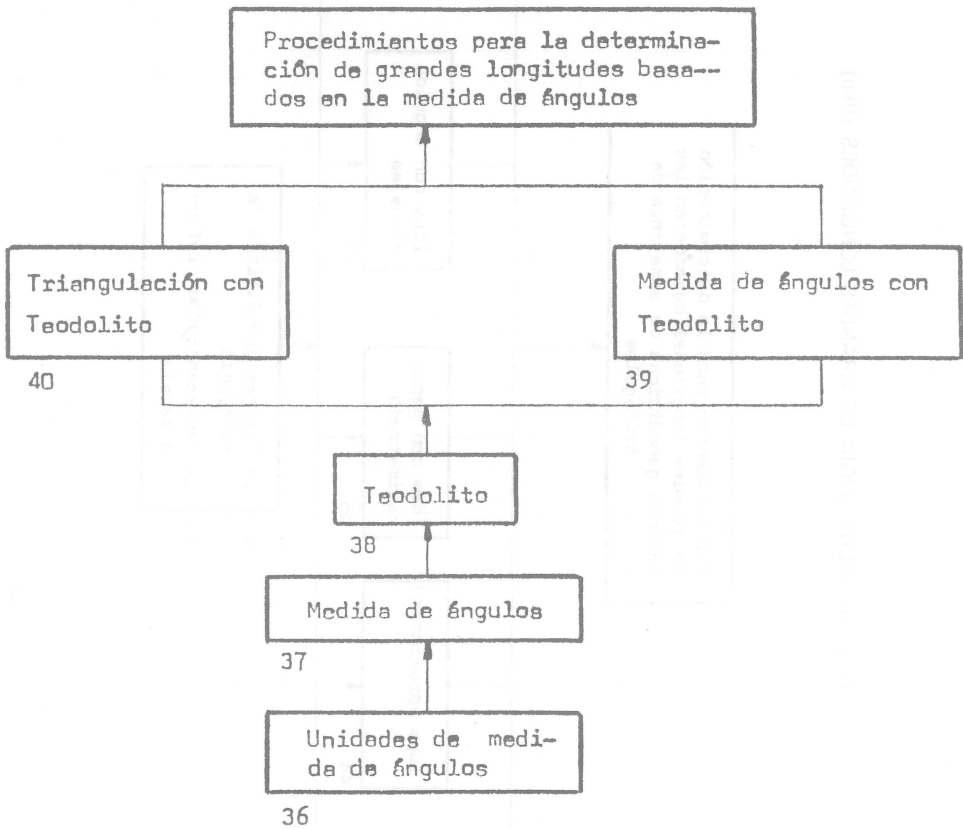
Objetivo: METROLOGIA DE GRANDES LONGITUDES (III)



Objetivo: METROLOGIA DE GRANDES LONGITUDES (III-a)



Objetivo: METROLOGIA DE GRANDES LONGITUDES (III-b)



EVALUACION DE LAS DIFICULTADES DE APRENDIZAJE

Objetivos de la experiencia

Siguiendo la línea ya iniciada en otros trabajos (7) (8), nuestro objetivo, en este caso, no ha sido medir resultados relativos al nivel de conocimientos adquiridos, sólo nos preocupó la dificultad de aprendizaje, interpretada por el propio alumno, independientemente de si el sujeto en cuestión superó o no las pruebas al efecto.

Provocamos la experiencia atendiendo a la necesidad de evaluar dificultades de aprendizaje, (como punto de partida para una más adecuada programación de los contenidos y como un elemento valioso para la auto-evaluación del profesorado) y procedimos a la medida de dichas dificultades, presentando un cuestionario (C-1) que encuadraba cuestiones inherentes al aprendizaje de la Metrología de Longitudes, a los alumnos del Plan de Estudios 1971, en el curso 1974-75, de la Escuela Universitaria del Prof. de E.G.B. de Toledo.

Los objetivos que pretendimos alcanzar fueron:

- 1.º Lograr una base real para realizar una programación más adecuada en la enseñanza de la Metrología de Longitudes, a nivel de preparación de Profesores de E.G.B.
- 2.º Determinar las cuestiones de mayor dificultad, y poder acentuar sobre ellas nuestra atención en cursos posteriores.
- 3.º Considerar como afecta a la dificultad de aprendizaje el que los alumnos hubiesen cursado o no Física en el C.O.U.

Planteamiento de la experiencia

Una vez elaborado el cuestionario adjunto (C-1), este fue rellenado por los alumnos que integraban el segundo curso del plan de estudios 1971, que constaba de 36 sujetos, de los que 18 habían cursado la asignatura de Física entre las C.O.U. y otros 18 que no la habían elegido. Cumplimentándose inmediatamente después de la discusión y tratamiento de las cuestiones que nos preocupan.

(8) Rodríguez Guarnizo, J. y Barrantes Bresó, J.: Op. Cit.

(7) Rodríguez Guarnizo, J.: Op. cit.

**CUESTIONARIO DE EVALUACION DE LA DIFICULTAD DE
APRENDIZAJE (C-1)**

Cátedra de Física y Química
Escuela Universitaria Prof. E.G.B. de Toledo
Nombre y apellidos:

¿Cursó Física en el C.O.U.? Fecha:

Calificando la máxima dificultad de una cuestión con 10, y la mínima con 1, asigne Vd. a cada cuestión una nota que indique la dificultad que encontró en su aprendizaje.

- 1.—Concepto de magnitud.
- 2.—Concepto de unidad.
- 3.—Concepto de medida.

.....
.....
.....
.....

(Por economía de espacio se muestran conjuntamente el cuestionario y los datos obtenidos, en la siguiente Tabla).

Elaboración de resultados

Con los resultados se han elaborado los datos que figuran en la Tabla 1, en las que se muestran las dificultades medias ponderadas encontradas por los diferentes tipos de alumnos, y la media del grupo ensayado, para cada cuestión. Las dificultades medias ponderadas fueron obtenidas a partir del nivel de dificultad asignado —subjetivamente— a cada una de las cuestiones, por cada sujeto consultado, y teniendo presente en su determinación el peso de cada nivel de dificultad (9).

(9) Rodríguez Guarnizo, J. y Barrantes Bresó, J.: *Ibidem*.

TABLA 1

DIFICULTAD MEDIA PONDERADA		A	B	C
1.	Concepto de magnitud *	2,56	3,40	3,00
2.	Concepto de unidad *	2,12	2,06	2,09
3.	Concepto de medida *	2,00	2,78	2,39
4.	Sistema métrico decimal	3,56	4,01	3,79
5.	Dispositivos medidores de long. orden del m.	2,78	2,45	2,62
6.	Técnica operacional de los mismos	3,17	2,56	2,86
7.	Concepto de error en las medidas físicas **	2,73	3,01	2,87
8.	Clasificación y tipos de errores *	3,39	3,23	3,31
9.	Causas de error con anteriores dispositivos	3,11	2,73	2,92
10.	Concepto de límite de error	3,51	4,28	3,90
11.	Problemática asignación límite de error **	4,27	4,71	4,49
12.	Concepto de exactitud y precisión **	2,78	2,65	2,71
13.	Metrología longitudes orden del metro **	2,82	2,91	2,87
14.	Necesidad instrumentos que mejoren la calidad de medida de las pequeñas longitudes	3,12	3,51	3,31
15.	Descripción y fundamento del nonius	3,61	4,06	3,83
16.	Descripción y fundamento tornillo micrométrico	3,51	3,44	3,47
17.	Discusión analítica del nonius	3,72	4,28	4,00
18.	Técnica operacional con el nonius	3,73	4,18	3,95
19.	Grado de apreciación del nonius	3,45	3,90	3,67
20.	Tipos de nonius	2,73	2,95	2,84
21.	Descripción y usos del calibre	3,34	3,23	3,28
22.	Técnica operacional con el calibre	3,17	3,28	3,22
23.	Grado de apreciación del calibre	3,39	3,79	3,59
24.	Causas de error con el calibre	3,34	3,11	3,23
25.	Técnica operacional con tornillo micrométrico	3,50	3,89	3,70
26.	Grado de apreciación del tornillo micrométrico	2,83	3,67	3,25
27.	Descripción y usos del palmer	3,23	3,73	3,48
28.	Técnica operacional con el palmer	3,23	3,73	3,48
29.	Grado de apreciación del palmer	3,22	3,33	3,28
30.	Causas de error con el palmer	3,45	3,40	3,42
31.	Consideraciones geométricas	4,33	4,78	4,53
32.	Técnica operacional con el esferómetro	4,56	4,50	4,53
33.	Descripción y usos del esferómetro	4,45	4,28	4,36
34.	Grado de apreciación del esferómetro	4,05	3,89	3,97
35.	Causas de error con el esferómetro	4,22	4,06	4,13
36.	Unidades de medida de ángulos	2,61	2,95	2,75
37.	Dispositivos medidores de ángulos	3,45	3,12	3,28
38.	Fundamento y empleo del teodolito	4,22	4,17	4,20
39.	Medida de ángulos con el teodolito	4,12	3,94	4,03
40.	Método de triangulación con el teodolito	4,40	4,28	4,33

TABLA I

	A	B	C
41. Representación gráfica a escala	2,73	3,50	3,11
42. Razones geométricas de semejanza	2,84	3,50	3,17
43. Método de triangulación con una escuadra	3,12	3,56	3,33
44. Idem. aproximada	3,40	3,84	3,62
45. Idem. con papel milimetrado	3,68	3,79	3,73
46. Idem. mediante procedimiento ángulos visuales	3,72	3,95	3,83
47. Medida de una sombra	2,83	2,84	2,83

A.—Alumnos que cursaron Física en el C.O.U.

B.—Alumnos que no cursaron Física en el C.O.U.

C.—Media del grupo.

* Dificultad asignada a estas cuestiones en anterior experiencia.

** Valor medio de las dificultades asignadas a cada una de las cuestiones de este objetivo.

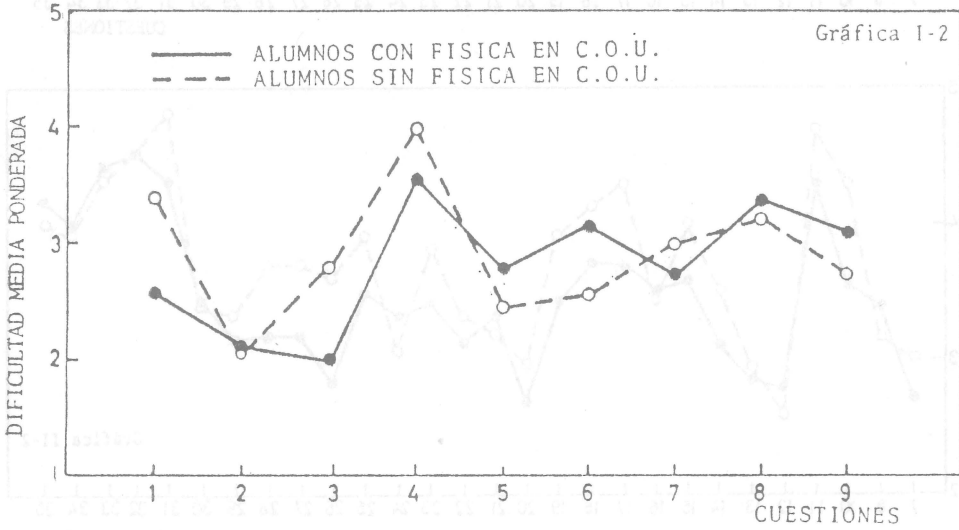
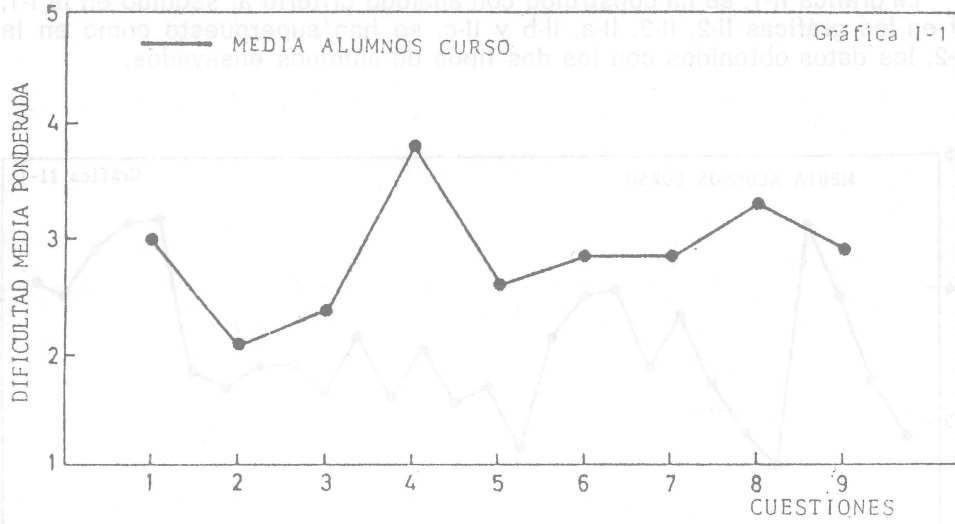
Representación de resultados

Para cada uno de los objetivos parciales de aprendizaje propuestos, se obtienen los correspondientes perfiles de dificultad de aprendizaje, considerando las dificultades medias ponderadas para cada una de las cuestiones que integran su organigrama.

I.1. Metrología de longitudes del orden del metro

La gráfica I-1, se ha construido representando las dificultades medias ponderadas de aprendizaje, encontradas por la media del grupo ensayado, para cada una de las cuestiones presentadas.

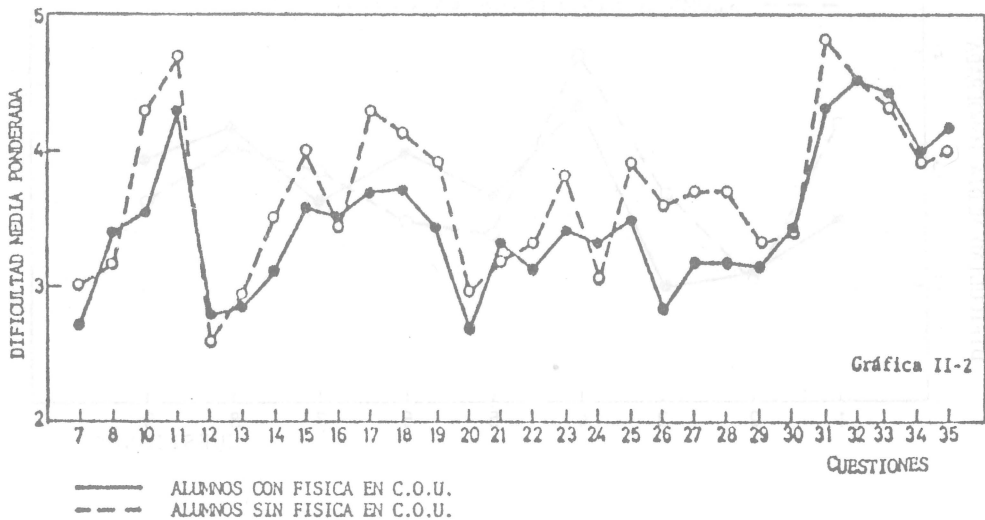
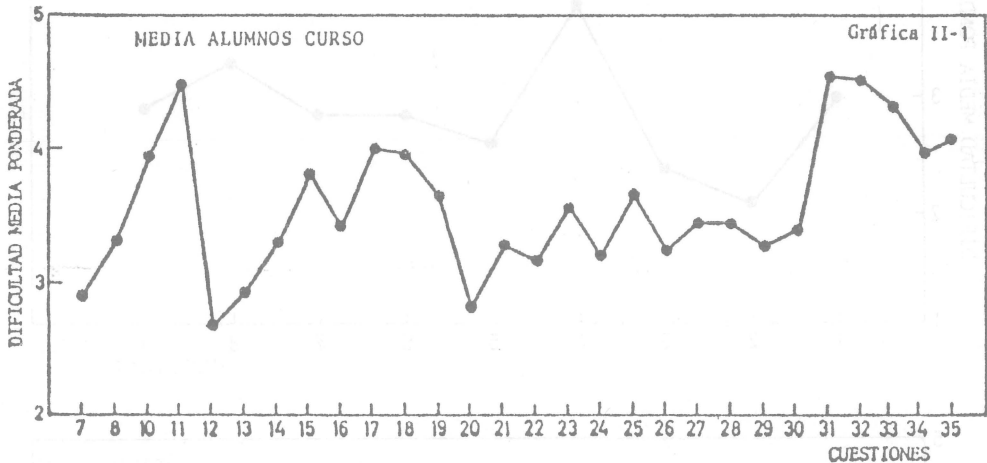
En la gráfica I-2, se han superpuesto los datos correspondientes a los alumnos que cursaron Física en el C.O.U. y los de aquellos otros que no lo hicieron.

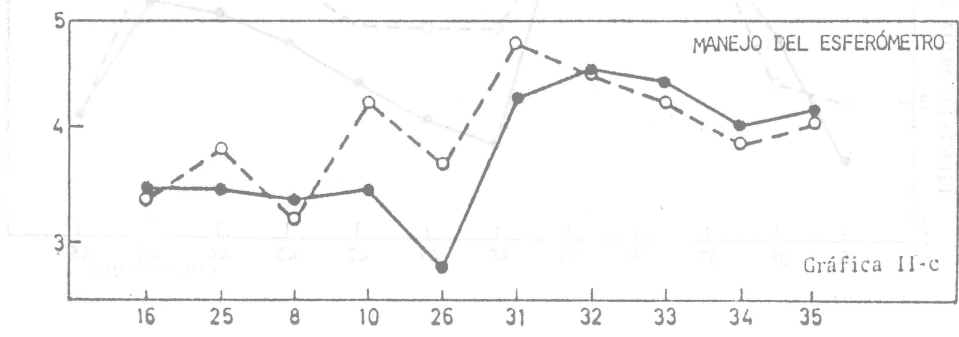
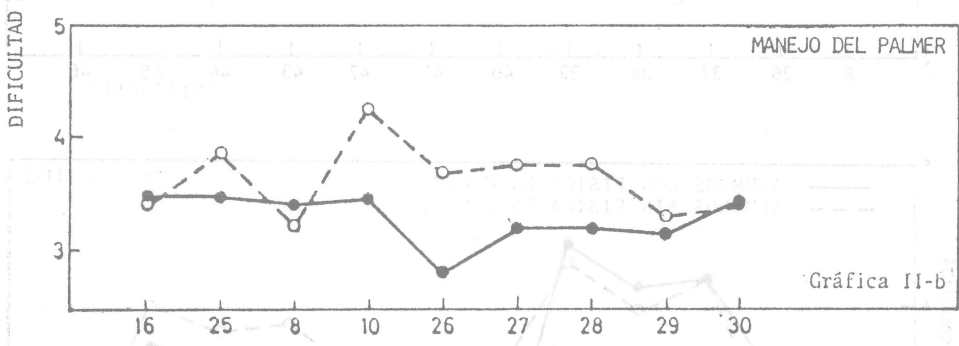
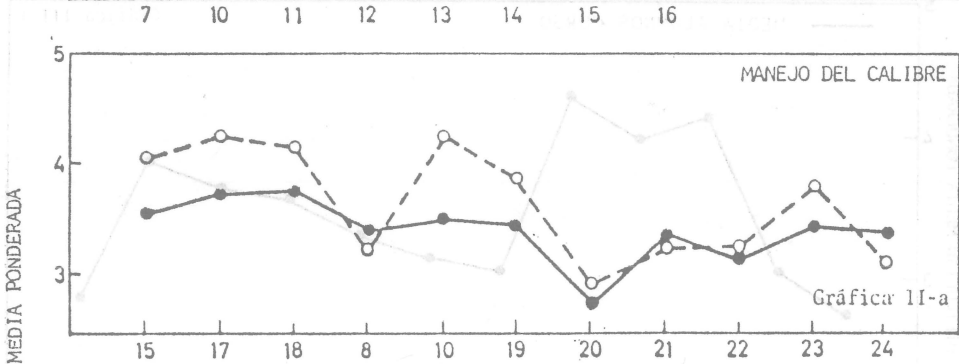
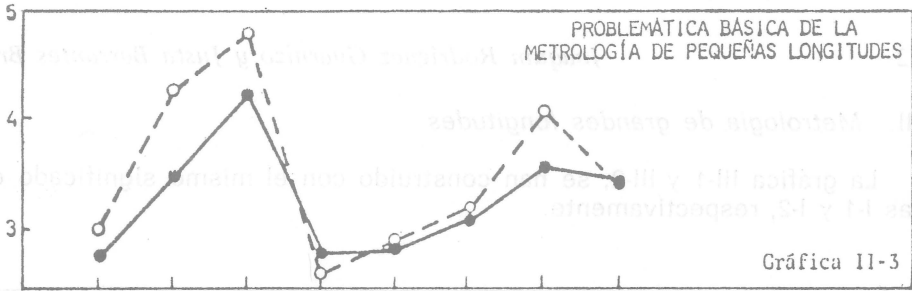


METROLOGIA DE LONGITUDES DEL ORDEN DEL METRO

II. Metrología de pequeñas longitudes

La gráfica II-1, se ha construido con análogo criterio al seguido en la I-1, y en las gráficas II-2, II-3, II-a, II-b y II-c, se han superpuesto como en la I-2, los datos obtenidos con los dos tipos de alumnos ensayados.



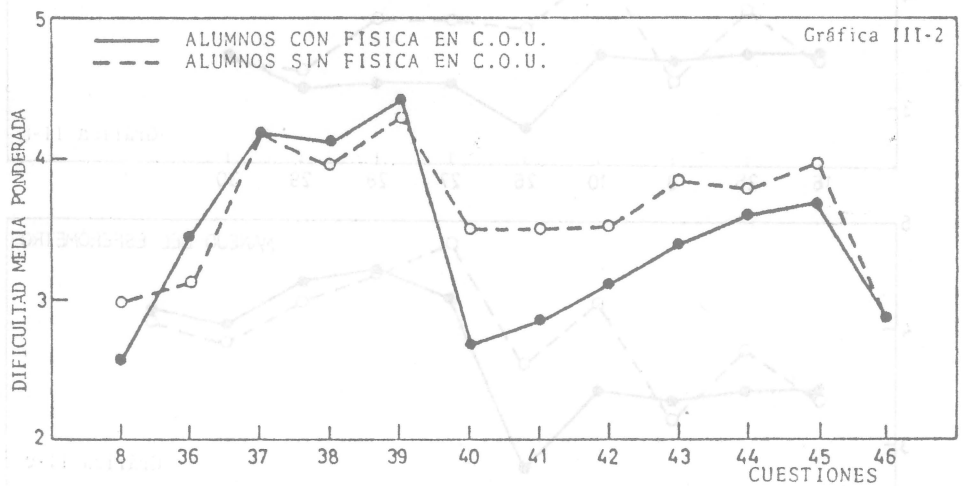
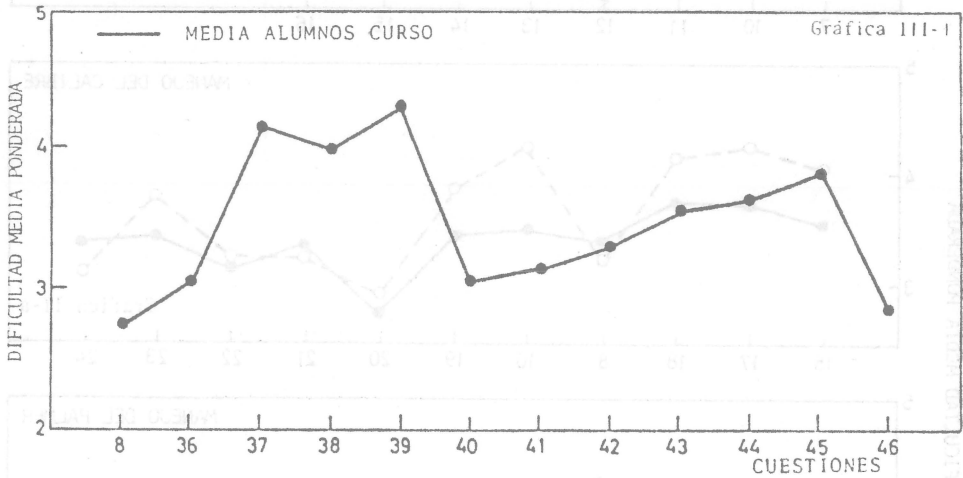


— ALUMNOS CON FISICA EN C.O.U.
 - - - ALUMNOS SIN FISICA EN C.O.U.

METROLOGIA DE PEQUEÑAS LONGITUDES

III. Metrología de grandes longitudes

La gráfica III-1 y III-2, se han construido con el mismo significado que las I-1 y I-2, respectivamente.



METROLOGIA DE GRANDES LONGITUDES

CONCLUSIONES

Admitimos la importancia de proceder a la estructuración del aprendizaje, tanto por su contribución a la asimilación conceptual, como por su utilidad para evaluar las dificultades que en dicho proceso se presentan. Las gráficas muestran sin necesidad de insistir en comentarios, la importancia de la evaluación de las dificultades de aprendizaje —aunque éstas sean subjetivas—, para cada uno de los eslabones conceptuales en los que se apoya la captación de los objetivos que nos preocupan, para así conocer cuál o cuáles son los conceptos que comportan una mayor dificultad y poder incidir convenientemente sobre ellos, mejorando la calidad de nuestra enseñanza y facilitando en suma el aprendizaje.

Todo ello, creemos proporciona un valioso instrumento de autoevaluación del profesorado y un punto de partida sobre el que realizar una programación realista de los contenidos.