

Los mapas conceptuales en el aula: construcción de gráficos bidimensionales (*)

E.R. Camacho, I. Galache y A. Rodríguez
Universidad de Málaga (**)



RESUMEN

Dada la importancia de las ideas de los alumnos para el diseño curricular y considerando la dificultad de diagnosticar con rapidez, de forma objetiva, el esquema conceptual de un grupo de alumnos en un contexto determinado, se pretende exponer en el presente trabajo un procedimiento objetivo para obtener mapas conceptuales de grupos de alumnos de forma rápida, expresando la información obtenida en forma de gráficos bidimensionales que representan la distancia entre los términos del mapa estudiado.

La verificación de la validez del procedimiento se ha hecho en base a la comparación de los mapas obtenidos con los resultados de entrevistas realizadas para estudiar el mismo mapa conceptual. También se han comparado los tiempos de ejecución de estos dos procedimientos para la obtención de mapas conceptuales.

Introducción

En los últimos años se ha venido señalando la importancia de las ideas de los alumnos sobre los conceptos científicos para el desarrollo del curriculum (Gilbert 1982).

Los conceptos e ideas de los alumnos que se han estudiado abarcan, desde diferentes perspectivas, todas las ciencias, principalmente la física, pero también han alcanzado a la biología y a la química (Posada 1988).

Para conocer estas ideas se han utilizado múltiples técnicas, desarrollando métodos diferentes para presentar la relación entre conceptos (Sutton 1980).

El objetivo de esta investigación ha sido desarrollar un procedimiento rápido para obtener objetivamente mapas conceptuales reales de un grupo de alumnos (una clase); información de interés para profesores en su aula, así como, para investigadores y formadores de profesores.

Los términos del mapa se han seleccionado utilizando técnicas de asociación de palabras (Preece 1976 y 1978) muy eficaces para este fin (Kempa 1989). Para la construcción del mapa se ha utilizado parcialmente la técnica descrita por Matthews (1984). Esta técnica permite representar en un gráfico bidimensional los conceptos, estableciendo su relación en función de las distancias que se observan entre ellos.

(*) Investigación financiada por la DGICYT, Proyecto PS87-0075.

(**) Campus de Teatinos. 29071 Málaga



Se ha elegido el término ION, como ejemplo, por ser básico en la química y por las conexiones que mantiene con todos sus contenidos, siendo por tanto, un concepto adecuado para desarrollar esta experiencia.

Se han obtenido los mapas correspondientes a tres grupos de alumnos: 1º de B.U.P., C.O.U. y 2º curso de la Licenciatura de Ciencias Químicas, de centros educativos de Málaga, poniendo así de manifiesto la utilidad de esta técnica en estos niveles.

Método de construcción del mapa

Se ha realizado en cinco etapas:

1. *Asociación de palabras*: se ha pedido a los alumnos que nombren tres conceptos que se relacionen con el término ION. De estos conceptos se han seleccionado 9 ó 10 atendiendo a su frecuencia y relación con ION.

2. *Diagrama en árbol*: cada alumno ha construido un diagrama en árbol con los términos seleccionados, numerando las conexiones que ha establecido de 1 en adelante (sin repetir) de mayor a menor relación (Anexo I).

3. *Evaluación de los diagramas*: en una tabla de doble entrada, donde se relacionan los términos entre sí, se han anotado las distancias reflejadas en los diagramas, eligiendo la menor de las distancias, cuando había varios caminos para relacionar dos términos (fig. 1).

4. *Tratamiento de los datos*: se ha calculado la media de las distancias entre cada dos términos, obteniéndose una matriz de desemejanza para cada grupo de alumnos.

5. *Gráficos bidimensionales*: como término central se ha elegido el correspondiente a la menor suma de distancias entre términos, ordenándose los restantes con el mismo criterio.

Al término central se le asignaron las coordenadas (0,0) y al siguiente se le situó, en (0,d); siendo "d" la distancia al término central dada por la matriz. A partir de aquí las coordenadas en el gráfico bidimensional se calculan utilizando un programa para ordenador PC (Anexo II), que minimiza la función:

$$\Omega = \sum [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 - (d_{ij})^2]^2$$

donde: d_{ij} es la distancia entre términos dada por la matriz de distancias ($x_i - x_j$) y ($y_i - y_j$) son las coordenadas de los términos i y j en el gráfico bidimensional (Camacho 1988).

Se obtienen de esta forma las distancias entre términos en un espacio euclideo bidimensional a partir de la matriz de semejanza que presenta las distancias entre términos en el espacio multidimensional correspondiente (figs. 2, 3 y 4).

Análisis de los mapas

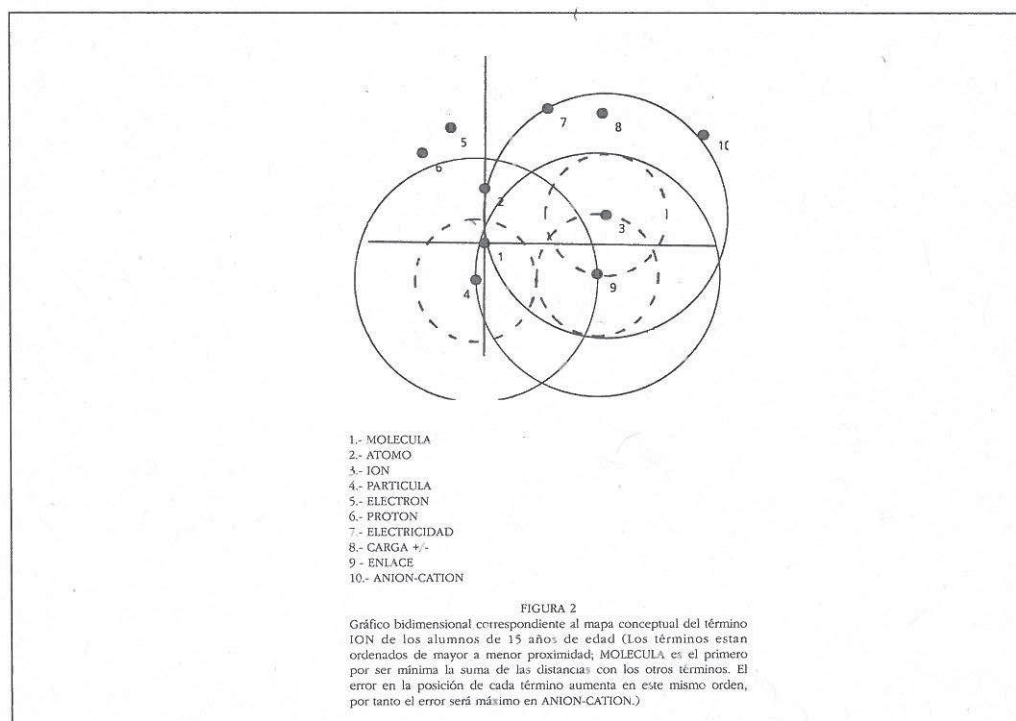
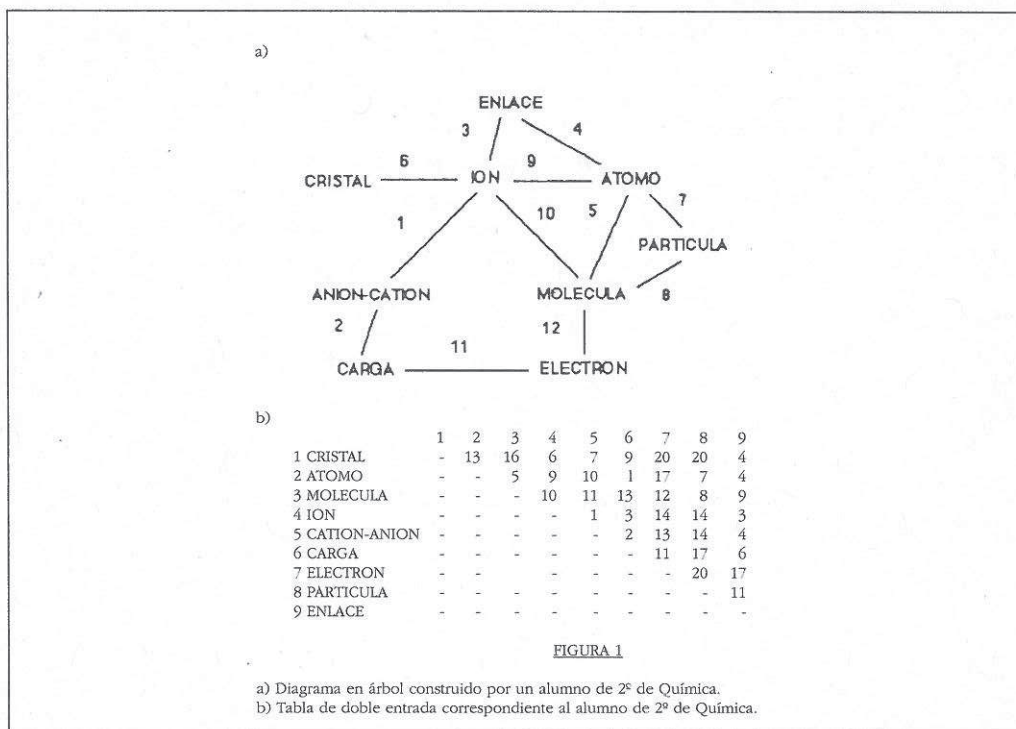
Los gráficos muestran la proximidad entre conceptos y permiten observar analogías y diferencias entre grupos o niveles. Para su mejor análisis se han seleccionado varios conceptos, obteniendo de este modo unas nuevas subrelaciones dadas por dichos conceptos y aquellos otros que están más próximos a ellos.

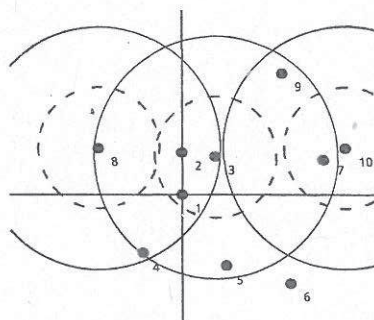
Se han elegido como radios de entorno para las subrelaciones: la mitad y la cuarta parte de la mayor de las distancias entre un término central y cualquier otro término (molécula/anión-cation en 15 años), obteniendo las subrelaciones dadas en la tabla 1.

Se puede resaltar:

1º) Las subrelaciones con PARTICULA son parecidas en los alumnos de 1º de B.U.P. y C.O.U., pero casi inexistentes en los alumnos de 2º de químicas.

2º) Las subrelaciones de ION con los términos que lo definen son similares en

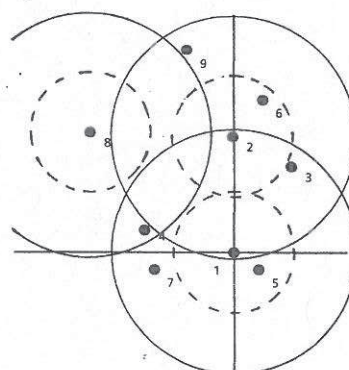




- 1.- ATOMO
- 2.- MOLECULA
- 3.- PARTICULA
- 4.- PROTON
- 5.- ELECTRON
- 6.- ELECTRICIDAD
- 7.- CARGA +/-
- 8.- ENLACE
- 9.- ANION-CATION
- 10.- ION

FIGURA 3

Gráfico bidimensional correspondiente al mapa conceptual del término ION de los alumnos de 17 años de edad.



- 1.- ENLACE
- 2.- ION
- 3.- ANION-CATION
- 4.- ATOMO
- 5.- CRISTAL
- 6.- CARGA +/-
- 7.- MOLECULA
- 8.- PARTICULA
- 9.- ELECTRON

FIGURA 4

Gráfico bidimensional correspondiente al mapa conceptual del término ION de los alumnos de 19 años.

los tres grupos, aunque aparezcan más alejados en 1º de B.U.P.

3º) Las subrelaciones con ENLACE parecen indicar que los alumnos de 1º de B.U.P. tienen una visión del enlace de tipo iónico (ion, molécula y partícula). Para los alumnos de C.O.U. está más próxima a enlace covalente (átomo, molécula, partícula y protón) y los de 2º de químicas tienen una idea más amplia y completa (cristal, molécula, átomo, ion y anión-catión).

Análisis del procedimiento descrito

Los datos obtenidos se han contrastado con los resultados de entrevistas realizadas a alumnos de los niveles mencionados

(Camacho 1989a), cuyos resultados se presentan en la tabla 2.

También se han analizado directamente los datos reflejados en las matrices de semejanza (Camacho 1989b), obteniendo subrelaciones similares a las indicadas en la tabla 1. Este procedimiento parece tener una gran capacidad potencial para el análisis de estos mapas, pues puede reconocer mapas divergentes dentro de un grupo de alumnos y comparar colectivos de alumnos entre sí.

El procedimiento descrito no necesita un tiempo especialmente largo para su desarrollo, si se considera la amplitud de conexiones que puede reflejar y el tiempo de ejecución de cualquier otro medio (Tabla 3).

TABLA 1

Subrelaciones de ion, enlace y partícula en los tres niveles (Aparecen subrayados aquellos términos cuya distancia es inferior a la cuarta parte de la mayor de las distancias entre el término central y cualquier otro término).

	1º de B.U.P.	C.O.U.	2º de Q.
ION	<u>Enlace</u> Molécula Atomo Electricidad Carga	<u>Carga</u> Anión-catión	<u>Carga</u> An-catión Enlace Electrón
ENLACE	<u>Ion</u> Molécula Partícula	Atomo Molécula Partícula Protón	<u>Cristal</u> Molécula Atomo Ion An-catión
PARTICULA	<u>Molécula</u> Atomo Enlace	<u>Atomo</u> <u>Molécula</u> Enlace Protón Electrón Carga Anión—catión	Atomo

TABLA 2

Network utilizado para analizar las entrevistas (cuatro en cada nivel), aparecen los resultados obtenidos.

				(%) 1ºBUP			COU 2º Quím			
El alumno	Reconoce la plata depositada	[Si		0	50	100				
		[No		100	50	0				
	Explica el Fenómeno	Cambian las sustancias	[Si		25	75	100			
			[No		75	25	0			
		Utiliza Ion	[Si		0	75	100			
			[No		100	25	0			
		Define Ion	[Si	[Atomo con carga		0	75	0		
				[Atomo o grupo de atomos con carga		0	25	100		
		[No		100	0	0				
		Utiliza Reaccion Química	[No			25	0	0		
				[Si	Escribe Rección	[No	75	100	0	
			[Si	[Ionca		0	0	25		
				[Molecular	0	0	0			
				[Ambas	0	0	75			
	Relaciona con los potenciales	[Si			0	0	75			
[No				100	100	25				
Relaciona con electricidad	[Si			0	0	100				
	[No			100	100	0				
Interpreta la Conductividad en	Metales	[Si		25	66	100				
		[No		75	33	0				
	Disolucion	[Si			0	33	100			
		[No			100	66	0			

TABLA 3

Tiempos aproximados dedicados a la realización del gráfico bidimensional de una clase (40 alumnos) referido al término ION y análisis de 4 entrevistas realizadas con el mismo fin, de 20 minutos cada una.

<u>Mapa</u>		<u>Entrevista</u>	
Tarea	Tiempo	Tarea	Tiempo
Asociación de palabras	30	Diseño	60
Diagrama en árbol	15	Realización	80
Evaluación de diagramas	90	Transcripción	180
Tratamiento de datos	45	Análisis	90
Gráficos y análisis	60	Estadística	15
TOTAL: (min)	240		425
Aprox.:(horas)	4		7

Conclusiones

Estos gráficos representan la proximidad media entre conceptos para un colectivo de personas, pero no permiten conocer el tipo de relación entre conceptos (Stewart, 1979). Sin embargo, con este mé-

todo se puede obtener una información objetiva sobre el mapa conceptual de un grupo de alumnos, de forma relativamente rápida. Permiten ayudar a enfocar diseños curriculares y orientar investigaciones de las estructuras cognoscitivas sin perjuicio del uso de otras técnicas.

ANEXOS

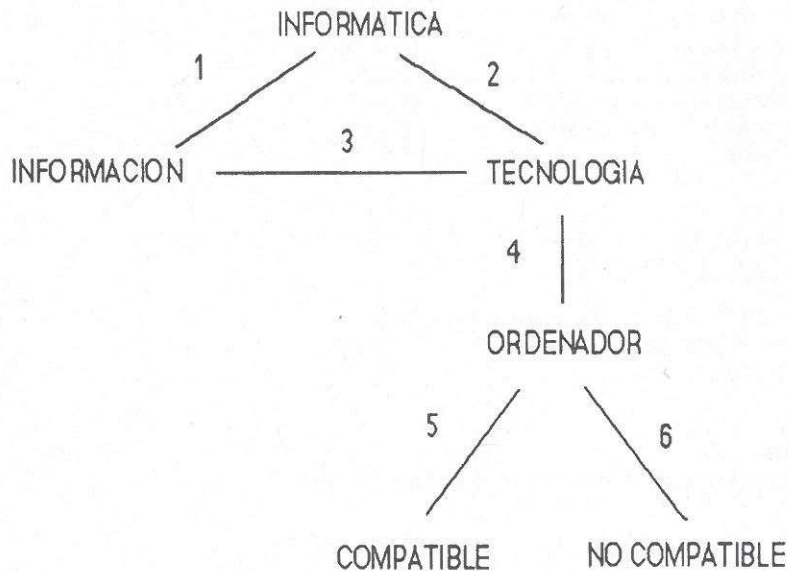
ANEXO I

Hoja entregada a los alumnos para realizar el diagrama en árbol.

Construye un diagrama en árbol con las palabras que se te indicaran más adelante, y numera las uniones que establezcas entre ellas de "1" en adelante según su importancia. (Sin repetir los números y añade algún otro término, si te parece necesario).

Ejemplo:

Compatible, no compatible, ordenador, informática, información y tecnología.



Construye el diagrama con las siguientes palabras: CRISTAL, ATOMO, MOLECULA, ION, CARGA, CATION-ANION, ENLACE, PARTICULA y ELECTRON.

ANEXO II

Programa para la obtención de los gráficos bidimensionales (PC)

```

10 CLS
20 DIMENSIONES DE LAS MATRICES
30 DIM CRD (12,2)
40 DIM DST (2,12)
50 DIM OMEGA (12)
60 DECLARACIONES DE OTRAS VARIABLES
70 LOCATE 10,10:INPUT 'ABSCISA MENOR: ',XMIN
71 LOCATE 11,10:INPUT 'ABSCISA MAYOR: ',XMAX
72 LOCATE 12,10:INPUT 'ORDENADA MENOR: ',YMIN
73 LOCATE 13,10:INPUT 'ORDENADA MAYOR: ',YMAX
75 CLS
80 LOCATE 10,10:INPUT 'SALTO DE MALLA: ',XTEP
85 LOCATE 11,10:INPUT 'NUMERO DE TERMINOS: ',TRM
90 '
100 'Introduccion de los primeros valores.
105 DST(1,1)=0:CRD(1,1)=0:CRD(1,2)=0
107 CLS
110 LOCATE 10,10:INPUT 'DISTANCIA 2.1 = ',DST(2,1):DST(1,2)=DST(2,1)
120 CRD(2,2)=DST(1,2):CRD(2,1)=0
125 CLS
130 LOCATE 10,10:INPUT 'DISTANCIA 3.1 = ',DST(3,1):DST(1,3)=DST(3,1)
140 LOCATE 11,10:INPUT 'DISTANCIA 3.2 = ',DST(3,2):DST(2,3)=DST(3,2)
150 'Calculo de las coordenadas del punto 3
160 CRD(3,2)=(CRD(2,2))^2+DST(3,1)^2-DST(3,2)^2/2/CRD(2,2)
170 CRD(3,1)=(DST(3,1))^2-(CRD(3,2))^2/2/5
180 'Calculo de las coordenadas de los puntos
190 FOR CNT=4 TO TRM
195 CLS
200   FOR I=1 TO CNT-1
210     LOCATE 9+I,10:PRINT 'DISTANCIA ',CNT,' ',I,' = ':INPUT DST(CNT,I)
220     DST(I,CNT)=DST(CNT,I)
225   NEXT I
227   FOR I=1 TO CNT-1:LOCATE 6+I,60:PRINT USING '##.##';
      CRD(I,1),CRD(I,2),OMEGA(I):NEXT I
230   GOSUB 1000
240 NEXT
250 CLS
260 FOR I=1 TO TRM
270 LOCATE 4+I,15:PRINT USING '##.##';CRD(I,1),CRD(I,1),CRD(I,2),OMEGA(I)
280 NEXT I
290 END
1000 'Aqui va la subrutina.
1005 CLS
1010 SWITCH=0
1020 FOR X=XMIN TO XMAX STEP XTEP
1030   FOR Y=YMIN TO YMAX STEP XTEP
1035     OMEG.T=0
1040     FOR I=1 TO CNT-1
1050       OMEG.T=OMEG.T+((X-CRD(I,1))^2+(Y-CRD(I,2))^2-DST(I,CNT))^2/2
1060     NEXT I
1062     IF SWITCH=0 THEN SWITCH=1:OMEGA(CNT)=OMEG.T

```

```

1100 NEXT X
1105 'Micrómetro
1106 MINX.MICRO=CRD(CNT,1)-XTEP:MAXX.MICRO=CRD(CNT,1)+XTEP
1107 MINY.MICRO=CRD(CNT,2)-XTEP:MAXY.MICRO=CRD(CNT,2)+XTEP
1110 FOR X=MINX.MICRO TO MAXX.MICRO STEP XTEP/10
1120   FOR Y=MINY.MICRO TO MAXY.MICRO STEP XTEP/10
1130     OMEG.T=0
1140     FOR I=1 TO CNT-1
1150       OMEG.T=OMEG.T+(((X-CRD(I,1))^2+(Y-CRD(I,2))^2-DST(I,CNT)^2)^2)
1160     NEXT I
1165     LOCATE 4,5:PRINT CNT,OMEG.T,X,Y
1170     IF OMEGA(CNT)>OMEG.T THEN OMEGA(CNT)=OMEG.T:CRD(CNT,1)=X:CRD(CNT,2)=Y
1180     LOCATE 10,5:PRINT CNT,OMEGA(CNT),ORD(CNT,1),CRD(CNT,2)
1190   NEXT Y
1200 NEXT X
1210 MINX.MICRO=CRD(CNT,1)-XTEP/10:MAXX.MICRO=CRD(CNT,1)+XTEP/10
1220 MINY.MICRO=CRD(CNT,2)-XTEP/10:MAXY.MICRO=CRD(CNT,2)+XTEP/10
1230 FOR X=MINX.MICRO TO MAXX.MICRO STEP .1
1240   FOR Y=MINY.MICRO TO MAXY.MICRO STEP .1
1250     OMEG.T=0
1260     FOR I=1 TO CNT-1
1270       OMEG.T=OMEG.T+(((X-CRD(I,1))^2+(Y-CRD(I,2))^2-DST(I,CNT)^2)^2)
1280     NEXT I
1290     LOCATE 4,5:PRINT CNT,OMEG.T,X,Y
1300     IF OMEGA(CNT)>OMEG.T THEN OMEGA(CNT)=OMEG.T:CRD(CNT,1)=X:CRD(CNT,2)=Y
1310     LOCATE 12,5:PRINT CNT,OMEGA(CNT),ORD(CNT,1),CRD(CNT,2)
1320   NEXT Y
1330 NEXT X
1340 RETURN

```

REFERENCIAS

- CAMACHO, E.; BLANCO, A.; GALACHE, I.; PRIETO, T. y RODRIGUEZ, A. (1988). Construcción de un mapa conceptual referido al término ión. Poster presentado a la XXII Bienal de la Real Sociedad Española de Química, Murcia.
- CAMACHO, E.; GALACHE, I. y RODRIGUEZ, A., (1989a). Estudio de las ideas de los alumnos sobre interacciones electricidad-materia en distintos niveles educativos, Comunicación presentada al Seminario del Grupo Especializado de la Física y de la Química (R.S.E.Q.). Madrid.
- CAMACHO, E.; GALACHE, I. y RODRIGUEZ, A., (1989b) Los mapas conceptuales y el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, Num. Extra, pp. 151-152.
- GILBERT, J.K.; OSBORNE, R. and FENSMAN, P. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66 (4), pp. 623-633.
- KEMPA, R., (1989). Students Learning Difficulties in Science Causes and Remedies. Ponencia presentada al III Congreso Internacional sobre Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas, Santiago de Compostela.
- MATTHEWS, G.P.; BROOK, V.G. and KHAN-GANDAPUR, T.H. (1984). Cognitive structures determinations as a tool in science teaching, Part 1: A new method of creating concept maps. *European Journal of Science Education*, vol. 2, No. 2, pp. 169-177.
- POSADA, J.M^a.; PRIETO, T. y RODRIGUEZ, A., (1989). Las ideas previas de los alumnos: estudio crítico. Comunicación presentada al Seminario del Grupo Especializado de Didáctica de la Física y de la Química (R.S.E.Q.), Madrid.
- PREECE, P. (1976). Mapping cognitive structure: a comparison of methods, *Journal of Educational Psychology*, Vol. 68, 1, pp. 1-8

- PREECE, P., (1978) Exploration of semantic space: review of research on organization of scientific concepts in semantic memory, *Science Education*, 62(4), pp. 547-562.
- STEWART, J. (1979). Content and cognitive structure: critique of assessment and representation techniques used by science education researchers, *Science Education*, 63(3), pp. 395-405.
- SUTTON (1980). The Learner's Prior Knowledge: a critical review of techniques for probing its organization. *European Journal of Science Education*, vol. 2, 2, pp. 107-120.

SUMMARY

Thinking about the relevance of the pupil's ideas in the curriculum design, and the difficulty of a quick and objective diagnosis of the pupils group conceptual schema in a concrete context, we try to expose in this paper an objective process to obtain pupils group conceptual maps in a quick way, giving the information we obtain in bidimensional graphics, in which we try to present the distance among the words of the map we are studying.

The process outcomes validation is made by the comparison of the maps we obtain in this way and the ones we obtain as outcomes of interviews with the pupils about the same subject. We try to compare the fulfilment times of the two different conceptual maps processes.

RESEMÉE

Etant donnée l'importance des idées des élèves pour le dessin curriculaire et en considérant la difficulté de diagnostiquer avec vitesse, objectivement, le schéma conceptuel d'un groupe d'élèves dans un contexte donné, on essaie d'exposer dans ce travail une procédure objective pour obtenir des cartes cognitives de groupes d'élèves d'une façon rapide, en donnant l'information obtenue dans de graphiques bidimensionnels où on représente la distance entre les mots de la carte étudiée.

La vérification de la validité des procédures a été faite en comparant les cartes obtenues avec les résultats des interviews réalisées pour étudier la même carte conceptuelle. On a comparé aussi les temps d'exécution des ces deux procédures pour l'obtention de cartes conceptuelles.