

Foll.
378.014.57
1

13715

ENRIQUE A. BOUR
ALCIDES H. SALDIVIA

ESTRUCTURA ECONOMICA DE LAS
UNIVERSIDADES NACIONALES
Un Ensayo de Agrupamiento

CONSEJO DE RECTORES DE UNIVERSIDADES NACIONALES

Secretaria Permanente

BIBLIOTECA	
Entró	29.7.74
Destino	CRUN
Intervino	<i>[signature]</i>

ENRIQUE A. BOUR
ALCIDES H. SALDIVIA

INV	013715
SIG	1011
	378.0145
LIB	1

ESTRUCTURA ECONOMICA DE LAS UNIVERSIDADES NACIONALES

Un Ensayo de Agrupamiento

q. i. 11932

CENTRO NACIONAL
DE DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN EDUCATIVA
Av. Eduardo Madero 235 - 1º Piso - Buenos Aires - Rep. Argentina

CONSEJO DE RECTORES DE UNIVERSIDADES NACIONALES

Secretaría Permanente

ESTRUCTURA ECONOMICA DE LAS UNIVERSIDADES NACIONALES

UN ENSAYO DE AGRUPAMIENTO

ENRIQUE A. BOUR

ALCIDES H. SALDIVIA

CONSEJO DE RECTORES DE UNIVERSIDADES NACIONALES

Buenos Aires, Abril de 1973.

Naturaleza del problema e información de base

Dados un conjunto de unidades y una serie de variables observadas respecto de cada unidad, hallar un "agrupamiento" de unidades consistente con el siguiente criterio de homogeneidad: la "distancia" entre "unidades" que pertenecen a un mismo "grupo" debe ser a lo sumo igual a la "distancia" entre "unidades" ubicadas en "grupos" diferentes. Tal es la formulación de un "problema de agregación" específico (2) que, en este trabajo, se ha intentado resolver respecto de un conjunto de unidades convenientemente definidas del sistema de universidades nacionales.

Las unidades consideradas, denominadas de aquí en adelante "áreas", corresponden, discriminadas por universidad, a las dos ramas de estudio "Ciencias básicas y tecnológicas" y "Ciencias médicas" y a una compuesta, integrada por "Ciencias sociales" y "Humanidades", de acuerdo a la nomenclatura usual (Ver, por ejemplo, CRUN /57). La nómina de áreas figura en el cuadro Nº 1; no se incluyen las áreas de la Universidad Nacional de La Plata, por no disponerse de la información requerida, ni las correspondientes a la Universidad Nacional del Sur, por carecer los datos disponibles del grado apropiado de discriminación (3).

En cada área se determinó el número de alumnos y la composición del gasto, para los años 1970 y 1971 (cuadros Nos. 2 y 3). A efectos de la determinación de los "tipos de gasto" (los cuales corresponden a los incisos de la clasificación del presupuesto, con una excepción: Inversión Física resulta de agregar todas las partidas de capital; Transferencias incluye tanto las destinadas al Sector público como al privado) se recurrió a la información volcada por los organismos en sus respectivas Cuentas de Inversión de los años citados, considerándose en todos los casos los montos destinados a las erogaciones en Educación Superior y Universitaria.

CUADRO Nº 1

RAMAS DE ESTUDIO POR UNIVERSIDAD

<u>Area</u>	<u>Universidad</u>	<u>Ramas de Estudio</u>
1	Buenos Aires	Ciencias básicas y tecnológicas
2	Buenos Aires	Ciencias Sociales y Humanidades
3	Buenos Aires	Ciencias Médicas
4	Córdoba	Ciencias básicas y tecnológicas
5	Córdoba	Ciencias Sociales y Humanidades
6	Córdoba	Ciencias Médicas
7	Cuyo	Ciencias básicas y tecnológicas
8	Cuyo	Ciencias Sociales y Humanidades
9	Cuyo	Ciencias Médicas
10	Litoral	Ciencias básicas y tecnológicas
11	Litoral	Ciencias Sociales y Humanidades
12	Nordeste	Ciencias básicas y tecnológicas
13	Nordeste	Ciencias Sociales y Humanidades
14	Nordeste	Ciencias Médicas
15	Rosario	Ciencias básicas y tecnológicas
16	Rosario	Ciencias Sociales y Humanidades
17	Rosario	Ciencias Médicas
18	Tecnológica	Ciencias básicas y tecnológicas
19	Tucumán	Ciencias básicas y tecnológicas
20	Tucumán	Ciencias Sociales y Humanidades
21	Tucumán	Ciencias Médicas

ALUMNOS Y ESTRUCTURA DEL PRESUPUESTO POR AREA.- AÑO 1970

(en miles de pesos)

AREA	ALUMNOS	Presupuesto Ejecutado			
		Personal	Bs. y Ss. no Pers.	Transf.	Inv. Física
1	26.100	44.578,3	4.517,3	49,5	19.095,9
2	47.500	19.761,3	1.481,5	-	1.108,6
3	11.700	33.813,5	3.510,8	81,0	1.492,1
4	8.192	11.399,2	802,5	17,3	2.548,8
5	14.431	7.326,2	337,1	6,0	171,1
6	10.447	15.677,6	2.042,8	5,6	1.320,4
7	3.159	10.607,7	791,8	73,8	2.078,6
8	2.993	10.391,9	569,3	124,7	1.748,3
9	708	3.892,5	213,6	67,3	301,5
10	1.944	3.778,5	281,6	62,9	227,7
11	5.761	4.478,4	210,9	3,8	1.210,5
12	3.812	2.197,3	159,5	12,0	287,9
13	3.288	4.859,5	423,4	49,9	2.010,2
14	1.015	4.094,9	283,6	17,8	160,7
15	4.714	8.309,5	275,7	15,1	1.409,7
16	8.500	5.637,4	213,9	12,7	282,6
17	4.825	15.183,6	2.179,2	18,4	1.898,8
18	11.894	19.083,8	1.274,5	96,2	5.448,1
19	4.338	14.377,6	551,1	227,8	5.671,5
20	5.832	6.871,3	218,4	86,5	126,2
21	1.322	3.946,4	119,9	38,4	174,2

CUADRO N° 3

ALUMNOS Y ESTRUCTURA DEL PRESUPUESTO POR AREA.- AÑO 1971

(En miles de pesos)

AREA	ALUMNOS	Presupuesto Ejecutado			
		Personal	Es. y Ss. no Pers.	Transf.	Inv.Física
1	28.235	71.720,1	6.569,5	169,7	19.964,1
2	49.082	32.857,3	1.956,9	-	1.739,8
3	11.311	61.739,7	5.108,1	18,5	1.798,9
4	9.114	11.586,1	735,3	160,0	4.839,5
5	17.602	7.783,7	247,8	130,6	253,7
6	10.472	17.785,9	107,9	112,8	1.883,6
7	3.711	17.732,6	1.312,7	171,4	2.689,0
8	3.123	15.474,9	795,2	111,6	2.661,4
9	745	5.809,9	282,6	61,7	2.216,8
10	2.792	6.474,4	388,5	62,9	1.413,7
11	7.744	5.949,2	253,4	3,8	158,6
12	4.651	9.360,1	834,4	40,0	1.144,0
13	4.348	4.793,6	344,7	33,2	334,6
14	1.295	3.346,3	370,5	21,1	3.944,0
15	5.588	14.300,9	563,4	6,8	960,9
16	8.614	9.054,2	388,0	7,1	151,7
17	4.440	22.526,5	3.133,0	18,4	1.210,6
18	17.846	29.731,9	1.945,4	502,1	3.225,8
19	5.214	23.128,7	1.018,9	520,7	6.158,8
20	6.840	10.684,9	483,6	343,6	787,2
21	1.588	5.957,7	236,0	382,5	204,1

Método de agrupamiento y resultados

La idea subyacente en el algoritmo de agrupamiento es intuitivamente sencilla (en la Nota Complementaria al texto, se encontrará una descripción más precisa; ver también $\underline{3}$ y $\underline{4}$, de quienes se adopta además parte de la terminología); se define, en primer lugar, una medida de la "distancia" entre áreas. Calculadas todas las distancias entre pares de áreas existentes (en número igual a $(21 \times 20) : 2 = 210$), se disponen ordenadamente los valores hallados en una matriz cuadrada, que se denominará "matriz de distancias entre áreas". Es preciso ahora adoptar una medida de la "distancia" entre "grupos de áreas" y una medida del diámetro medio de cada grupo (el cual está inversamente relacionado, por definición, a la "compacidad" del mismo). Definidas éstas (cf. Nota Complementaria, (3) y (4)) se procede a un agrupamiento progresivo de áreas, comenzando por aquel par cuya distancia mutua es menor; e incorporando a este par que por definición constituye el primer grupo, el área que, a su vez, se halla separada de él en menor grado, si la medida de la separación existente no supera un valor fijado "a priori". Si esto último no se verifica, el primer grupo queda formado, y se recommienza seleccionando del conjunto de áreas no agrupadas aquel par cuya distancia mutua es menor, una vez más bajo la condición de que la misma no supere el valor prefijado mencionado, el cual se mantiene invariable en el curso del algoritmo (4). El resultado final es una "partición" (N.C.. (6)) del conjunto de áreas en grupos de variable grado de homogeneidad (compacidad).

Se procedió, en base a este esquema, a agrupar las áreas seleccionadas, en función de los datos del año 1971; con respecto al año 1970, el análisis no se efectuó con un grado similar de complejidad (en el sentido que se advertirá más adelante) aunque es indispensable para evaluar el grado de permanencia de los grupos formados.

Dividiendo los montos del cuadro N° 3 por la población estudiantil de cada área, se obtiene la "matriz del gasto-alumno por área", con la cual se ela-

bora la "matriz de distancias entre áreas", que conduce a la Variante A de agrupamiento (Ver cuadro Nº 4 y N.C., (1) y (2)). Si la población estudiantil puede ser considerada como un índice de la escala de operaciones ("tamaño") del área, el agrupamiento resultante dejará de reflejar, por lo menos directamente, dicho aspecto (5). En el cuadro Nº 5 se da la partición resultante y la correspondiente "matriz de compacidad y distancias entre grupos"; la figura 5-a resume gráficamente la forma aproximada de la partición en el plano (6).

Como observa 47, la partición de la Variante A puede estar altamente influida por el peso excesivo de algún tipo de gasto, con lo cual los tipos restantes no tienen prácticamente significación en la determinación de los grupos. Tal es, en este caso, la situación de los gastos en personal (7). Para remover la incidencia señalada, como Variante B se "normalizó" la matriz del gasto-alumno por área (N.C., (2)) y se procedió al agrupamiento, a partir de la matriz de distancias entre áreas, Variante B (cuadro Nº 6). La partición resultante figura en el cuadro Nº 7. El efecto de la normalización se puede apreciar comparando los elementos de la diagonal principal de las dos primeras matrices de covarianzas del cuadro Nº 8.

Un examen del mismo cuadro permite extraer la importante correlación existente entre ciertos tipos de gasto; se hace máxima (medida por $R=0.781$) cuando se comparan las variaciones conjuntas del Gasto en Personal-alumno y Bienes y Servicios no Personales-alumno, correspondiendo el valor mínimo ($R=0.038$) cuando la comparación se efectúa entre este último tipo y Transferencias-alumno. Una transformación de los valores de la matriz normalizada de tal forma que las áreas quedan determinadas mediante tipos incorrelacionados constituye la esencia de la Variante C, cuya matriz de distancias entre áreas corresponde al cuadro Nº 9 (8). La partición (Variante C) figura en el cuadro Nº 10.

Sólo el agrupamiento correspondiente a la Variante B fué efectuado para las mismas áreas respecto del año 1970 (Cuadros Nos. 11 y 12). Como alternativa al procedimiento que se siguió, podría haberse realizado un análisis único con los datos consolidados de ambos años. Esta posibilidad no fué explorada en este trabajo.

CUADRO Nº 4 - DISTANCIAS ENTRE AREAS - VARIANTE A - 1971

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	-	3,989	8,863	1,664	4,929	1,036	5,025	5,854	32,818	0,099	3,652	0,494	2,095	5,471	0,287	3,473	6,829	1,057	3,826	1,335	0,796
2	-	23,120	0,610	0,048	1,081	17,459	19,084	59,588	2,951	0,010	0,044	0,539	15,383	3,594	0,146	19,894	1,021	15,530	0,807	9,577	
3		-	17,807	25,373	14,333	0,793	0,773	13,417	10,078	22,192	11,957	19,486	16,617	8,528	19,607	0,225	14,498	2,166	15,329	3,064	
4			-	0,959	0,310	12,411	13,705	48,668	1,100	0,517	0,640	0,085	8,086	1,788	0,314	14,912	0,280	10,453	0,259	6,367	
5				-	1,605	19,421	21,128	63,017	3,777	0,107	2,546	1,010	13,849	4,514	0,372	21,990	1,535	17,347	1,269	11,035	
6					-	9,901	11,119	45,163	0,507	0,891	0,132	0,707	9,069	0,750	0,446	11,808	0,011	8,535	0,028	4,289	
7						-	0,089	14,189	6,145	16,681	7,911	13,592	10,206	5,295	14,487	0,417	10,040	0,354	10,794	1,489	
8							-	12,607	12,306	18,274	9,035	14,884	10,432	6,228	15,983	0,555	11,290	0,386	12,090	2,027	
9								-	36,188	58,280	40,971	49,798	27,204	35,388	54,390	14,844	45,489	14,562	47,164	24,562	
10									-	2,651	0,163	1,552	6,539	0,172	1,854	7,965	0,532	4,946	0,730	2,244	
11										-	0,073	0,675	12,513	3,235	0,080	19,049	0,839	14,831	0,643	8,981	
12											-	1,112	8,173	0,311	0,994	9,647	0,129	6,754	0,233	3,093	
13												-	7,419	2,480	0,569	16,408	0,666	11,301	0,641	7,487	
14													-	8,289	11,577	14,060	11,015	6,916	9,677	9,940	
15														-	2,301	6,696	0,798	4,556	1,000	1,482	
16															-	16,677	0,410	12,839	0,274	7,370	
17																-	11,972	1,502	12,757	2,134	
18																	-	8,682	0,017	4,396	
19																		-	9,408	1,599	
20																			-	4,834	
21																				-	

CUADRO Nº 5

Partición - Variante A - 1971

($\alpha = 0,33$)

GRUPO	CIENCIAS BASICAS Y TECNOLOGICAS	CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES	CIENCIAS MEDICAS
I	Buenos Aires (1) Córdoba (4) Litoral (10) Nordeste (12) Rosario (15) Tecnológica (18)	Buenos Aires (2) Córdoba (5) Litoral (11) Nordeste (13) Rosario (16) Tucumán (20)	Córdoba (6)
II	Cuyo (7) Tucumán (19)	Cuyo (8)	Buenos Aires (3) Rosario (17) Tucumán (21)
III			Nordeste (14)
IV			Cuyo (9)

Compacidad y Distancias entre Grupos (*)

(Ver Figura 5 - a)

	I	II	III	IV
I	1,05	3,42	3,13	6,89
II		1,08	3,37	3,96
III			0	5,21
IV				0

(*) En la diagonal principal figuran los valores de $C(N)$; fuera de ella, los de $\Delta(N,M)$.

Figura 5-a

Distancias intra e intergrupales

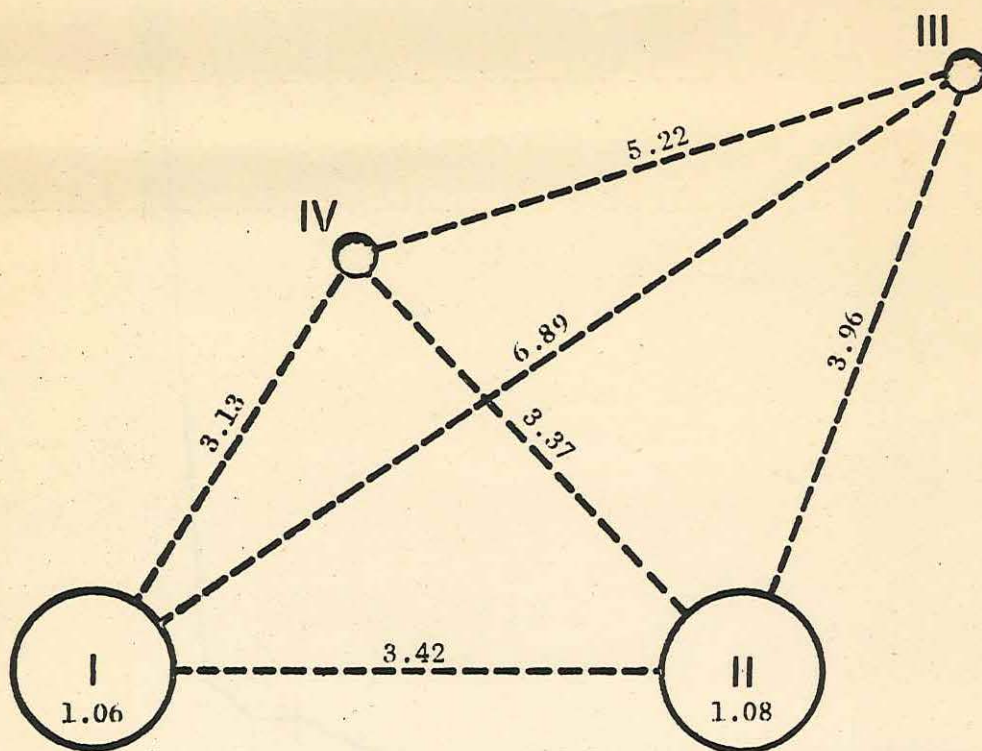
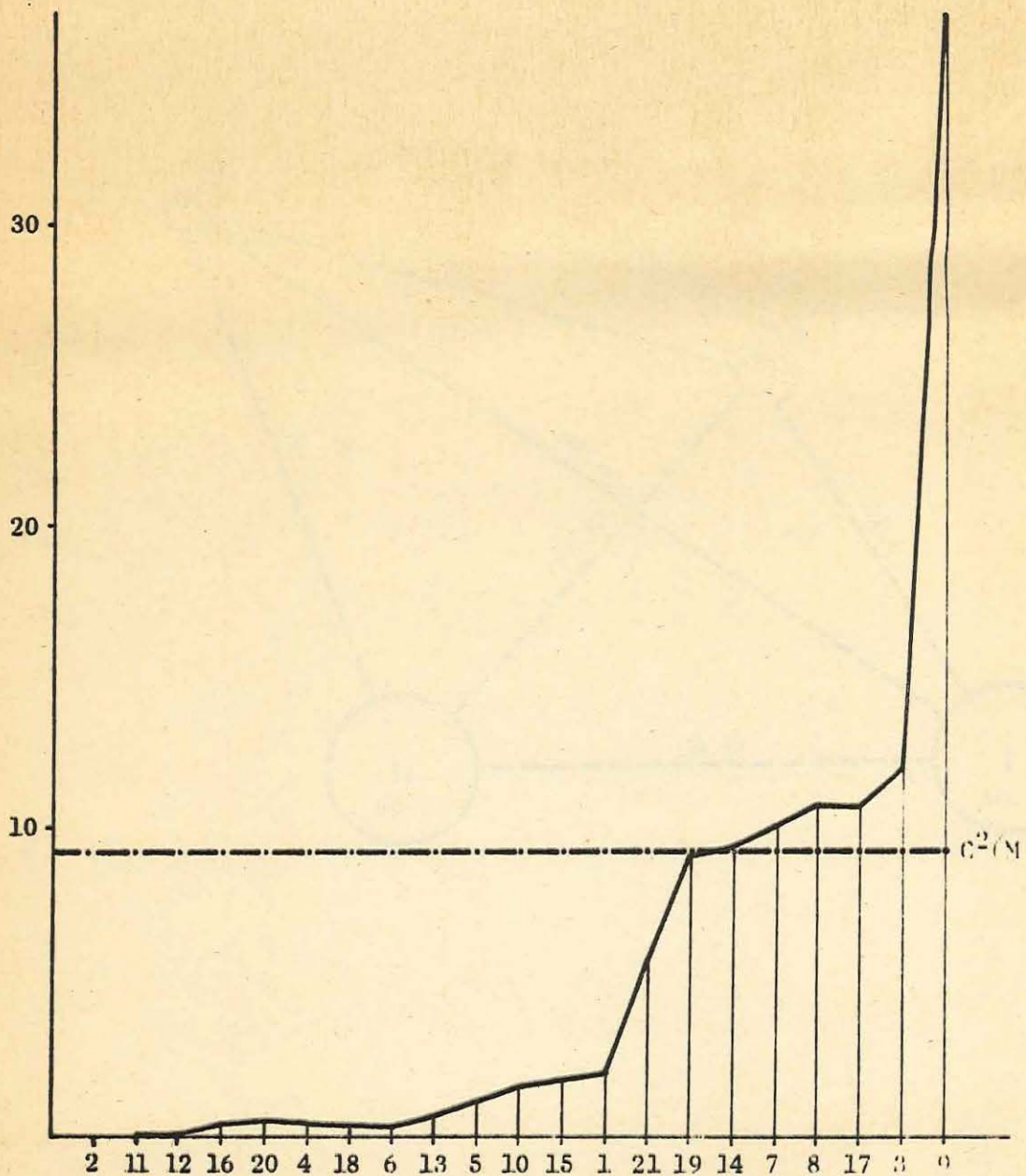


Figura 5-b

La función cuyo gráfico se incluye se obtiene a partir de los datos del cuadro N° 4, e indica cómo evoluciona la distancia al grupo ya existente, cuando se incorpora al mismo el área más próxima. El "núcleo" está formado por las dos áreas más próximas entre sí, la 2 y la 11. El valor numérico de $C^2(M)$ es de 9,162. Obsérvese el papel de "discriminador" que desempeña la elección de la proporción α .



CUADRO Nº 6 - DISTANCIAS ENTRE AREAS - VARIANTE B - 1971

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	-	0,628	0,852	0,268	0,755	0,528	0,514	0,357	4,287	0,117	0,646	0,127	0,265	2,445	0,260	0,570	2,038	0,326	1,322	0,631	6,971
2		-	2,244	0,171	0,013	0,074	1,908	1,549	7,611	0,342	0,000	0,246	0,263	4,633	0,184	0,006	4,175	0,181	2,550	0,345	7,527
3			-	1,855	2,507	2,075	0,472	0,652	4,545	1,254	2,258	1,066	2,007	4,249	1,286	2,067	0,496	1,571	2,159	2,020	7,757
4				-	0,194	0,104	1,187	0,872	5,590	0,073	0,178	0,140	0,038	3,176	0,159	0,164	3,588	0,073	1,526	0,212	6,446
5					-	0,080	2,058	1,686	7,816	0,398	0,012	0,330	0,302	4,815	0,259	0,028	4,525	0,195	2,554	0,305	7,241
6						-	1,565	1,160	6,643	0,203	0,065	0,223	0,206	4,235	0,104	0,054	4,133	0,109	1,966	0,215	6,738
7							-	0,096	2,772	0,691	1,924	0,827	1,314	2,718	1,069	1,772	1,246	1,023	0,631	1,204	5,130
8								-	2,716	0,462	1,553	0,654	0,945	2,412	0,761	1,418	1,804	0,810	0,588	1,000	5,516
9									-	4,814	7,635	5,656	5,377	1,738	5,990	7,416	5,071	2,177	6,073	7,719	5,911
10										-	0,348	0,070	0,145	3,012	0,117	0,297	2,802	0,075	1,143	0,223	5,973
11											-	0,257	0,274	4,687	0,180	0,004	4,225	0,185	2,556	0,344	7,518
12												-	0,231	3,565	0,069	0,203	2,090	0,093	1,654	0,321	6,734
13													-	2,709	0,251	0,264	3,723	0,224	1,677	0,422	7,152
14														-	3,925	4,610	4,989	3,902	2,582	4,321	10,107
15															-	0,129	3,034	0,123	1,840	0,342	7,067
16																-	3,990	0,152	2,446	0,322	7,429
17																	-	3,242	3,453	3,832	9,248
18																		-	1,437	0,073	5,701
19																			-	1,263	2,959
20																				-	4,670
21																					-

CUADRO Nº 7

Partición - Variante B - 1971

($\alpha = 0,33$)

GRUPO	CIENCIAS BASICAS y TECNOLOGICAS	CIENCIAS SOCIALES y HUMANIDADES	CIENCIAS MEDICAS
I	Buenos Aires (1) Córdoba (4) Litoral (10) Nordeste (12) Rosario (15) Tecnológica (18)	Buenos Aires (2) Córdoba (5) Litoral (11) Nordeste (13) Rosario (16) Tucumán (20)	Córdoba (6)
II	Cuyo (7)	Cuyo (8)	Buenos Aires (3)
III	Tucumán (19)		
IV			Nordeste (14)
V			Rosario (17)
VI			Cuyo (9)
VII			Tucumán (21)

Compacidad y Distancias entre Grupos

	I	II	III	IV	V	VI	VII
I	14,77	34,48	42,90	62,04	62,25	77,82	81,87
II		20,16	33,55	55,91	34,38	57,83	78,32
III			0	50,81	58,76	77,93	54,40
IV				0	70,63	41,69	100,53
V					0	71,21	96,16
VI						0	76,88
VII							0

TIPOS DE GASTO.- MATRICES DE VARIANZAS Y COVARIANZAS

Año 1971 - Variante A

	Personal	Bienes y Ser- vicios no Personales	Transferencias	Inv. Física
Personal	3,6622	0,2603	0,0384	0,8218
Bienes y Servicios no Personales		0,0286	0,0003	0,0490
Transferencias			0,0028	0,0063
Inversión Física				0,7068

Año 1971 - Variante B

	Personal	Bienes y Ser- vicios no Personales	Transferencias	Inv. Física
Personal	0,0155	0,0143	0,0085	0,0111
Bienes y Servicios no Personales		0,0217	0,0010	0,0090
Transferencias			0,0335	0,0054
Inversión Física				0,0313

Año 1971 - Variante C

	Personal	Bienes y Ser- vicio no Personales	Transferencias	Inv. Física
Personal	0,0155	-	-	-
Bienes y Servicios no Personales		0,0085	-	-
Transferencias			0,0234	-
Inversión Física				0,0231

CUADRO Nº 9 - DISTANCIAS ENTRE AREAS - VARIANTE C - 1971

[illegible]

Partición - Variante C - 1971(α = 0,33)

GRUPO	CIENCIAS BASICAS Y TECNOLOGICAS	CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES	CIENCIAS MEDICAS
I	Buenos Aires (1) Córdoba (4) Litoral (10) Nordeste (12) Rosario (15) Tecnológica (18)	Buenos Aires (2) Córdoba (5) Litoral (11) Nordeste (13) Rosario (16) Tucumán (20)	Córdoba (6)
II	Cuyo (7)	Cuyo (8)	Buenos Aires (3)
III			Cuyo (9)
IV			Nordeste (14)
V			Rosario (17)
VI	Tucumán (19)		
VII			Tucumán (21)

Compacidad y Distancias entre Grupos

	I	II	III	IV	V	VI	VII
I	13,86	29,61	50,87	57,95	42,67	27,46	68,75
II		19,62	43,63	69,86	36,29	29,22	72,94
III			0	52,37	62,82	36,49	85,10
IV				0	71,66	55,12	90,21
V					0	44,03	68,17
VI						0	54,09
VII							0

CUADRO Nº 11 DISTANCIAS ENTRE AREAS - VARIANTE B - 1970

[illegible]

Partición - Variante B - 1970

($\alpha = 0,5$)

GRUPO	CIENCIAS BASICAS Y TECNOLOGICAS	CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES	CIENCIAS MEDICAS
I	Córdoba (4) Litoral (10) Nordeste (12) Rosario (15) Tecnológica (18)	Buenos Aires (2) Córdoba (5) Litoral (11) Nordeste (13) Rosario (16) Tucumán (20)	Córdoba (6) Tucumán (21)
II	Buenos Aires (1)		
III	Cuyo (7)		Buenos Aires (3) Nordeste (14) Rosario (17)
IV		Cuyo (8)	
V	Tucumán (19)		
VI			Cuyo (9)

Compacidad y Distancias entre Grupos

	I	II	III	IV	V	VI
I	21,42	32,94	40,79	40,89	68,24	83,24
II		0	34,63	35,50	50,66	82,84
III			25,44	33,32	62,54	68,59
IV				0	36,89	47,89
V					0	61,06
VI						0

Análisis

Considerando las particiones resultantes para el año 1971, es interesante destacar ciertos aspectos. En primer lugar, se puede apreciar que las Variantes B y C conducen a una partición idéntica. De lo cual se infiere que los cambios en el agrupamiento de la Variante A se deben a la mayor relevancia en la Variante B de los tipos de gasto de menor cuantía, y no a la transformación de variables operada mediante la Variante C.

No se advierten variaciones abruptas en la constitución de los grupos, a medida que se pasa de la Variante A a la B ó C. En particular, para la constante de agrupamiento fijada ($\alpha = 0,33$), hay tres grupos integrados por las mismas áreas en las diversas variantes: el de orden mayor y las áreas aisladas 9 y 14. En cuanto a las áreas que integran el grupo II en las Variantes B ó C, también lo hacen en la Variante A; en otros términos, las Variantes B ó C inducen una partición más fina que la Variante A (Ver N.C.(7)(9)). Ello, de alguna manera, implica que la consideración de las últimas variantes hace surgir una mayor diferenciación entre algunas áreas. Esta diferenciación se da principalmente entre las representativas de Ciencias Médicas, cada una de las cuales se encuentra en un grupo diferente, formando la mayoría de ellas un grupo por sí solas.

Las áreas representativas de la rama combinada Ciencias Sociales-Humanidades se hallan en su casi totalidad en el grupo I, con la excepción de 8, ubicada en el grupo II. Algo similar acontece con las áreas de Ciencias Básicas y Tecnológicas, con las excepciones de 7 y 19. Dicho grupo I está formado por áreas de bajo coeficiente gasto total: alumno; en realidad, la Variante A casi reproduce íntegramente un agrupamiento que se practicara según esta variable. La excepción está dada por 14, la cual, según su coeficiente, integraría el grupo II; el método que se ha utilizado la separa del grupo, aislándola.

La comparación de la partición B entre los años 1970 y 1971 arroja como saldo un agrupamiento algo diferente. Fijando un valor algo superior de la constante de agrupamiento ($\alpha = 0,50$) se obtiene una partición de orden similar

a la de 1971. Esto trae aparejado, por otra parte, que el grupo 1 conserve una composición bastante similar entre ambos años (10). Debe notarse que, en este año, el área 1 no integra el grupo I, mientras que 14 se aproxima a otras áreas, integrando con ellas un grupo (11).

Observaciones finales

Es necesario, a esta altura, una referencia al significado de los agrupamientos obtenidos mediante el procedimiento utilizado. En primer lugar, es claro que una partición, interpretada a la luz de los datos de base, enfatiza ciertas similitudes y diferencias entre las áreas en cuanto depende: i) de su asignación estática de recursos, y ii) de la cuantía de sus recursos en relación a su escala. Dentro de estos límites, las particiones buscadas facilitan una descripción sintética y unitaria de un sistema caracterizado por un alto grado de complejidad; y, aunque el parámetro principal de una partición debe situarse a nivel de la estructura de los cuadros Nos. 2 y 3 (12), no siempre resulta evidente, de una consideración detenida de los mismos, cuál es el tipo y el grado de homogeneidad que implican en el sistema universitario. De hecho, sin embargo, no es una implicación necesaria del análisis que las condiciones detectadas correspondan a un concepto de homogeneidad en un sentido diferente. A guisa de conclusión y con carácter de aspectos problemáticos, conviene entonces señalar:

- a) Desde un punto de vista correspondiente a una "crítica interna" del método en sí, el orden de la partición goza de cierta estabilidad respecto de las transformaciones efectuadas de las variables (Variantes A, B, y C), como también el orden y composición del grupo de mayor orden; variantes distintas implican, en general, un mayor o menor refinamiento de las particiones (13). Por otra parte, para inducir una modificación en la línea de división entre los grupos es preciso variaciones apreciables en el valor de α ; de la figura 5-b (Variante A) y del análisis de las distancias intra e intergrupales (para todas las variantes) puede deducirse que valores superiores o inferiores a los escogidos inducen particiones demasiado finas o de orden

muy bajo, respectivamente, como para ser consideradas significativas, lo cual fue confirmado numéricamente (14).

- b) Ni la naturaleza, calidad y precios de los "insumos" combinados por las unidades de producción del sistema universitario (áreas), ni la naturaleza y calidad de sus "productos", ni los "procesos de transformación" de los primeros, empleados para producir los segundos, ni las "condiciones de gestión" (instituciones, objetivos, reglas de decisión, eficiencia, etc.) en las diferentes áreas, ni la pertinencia misma de la extensión del concepto "área", parecen aspectos plausibles de ser incluidos en un análisis tan circunscripto como el presente, si bien constituyen, en realidad, los elementos necesarios para un conocimiento adecuado del sistema; pero es precisamente este conocimiento el presupuesto indispensable de un "análisis de homogeneidad" que se quiera integral (15).

Aún aceptando que, para la economía de la educación que tal vez, no está a gran distancia de "aquellas disciplinas en cuyos campos faltan de manera esencial conceptos básicos y fructíferos" y en las cuales, por muchos motivos, "ha sido difícil concebir experimentos cruciales", un enfoque de naturaleza exploratoria puede ser de cierta utilidad (16), un análisis económico, histórico y econométrico se torna indispensable para corregirlo. Aunque, como es bien sabido, tampoco es suficiente para tomar decisiones de asignación de recursos compatibles con necesidades sociales históricamente determinadas.

NOTAS

- (1) Los autores agradecen la colaboración de la Sta. Lidia de Cos Estrada, quien tuvo a su cargo la porción más extensa del trabajo de computación, y de la Sra. Gerta R. Fischer de Marcolini, quien realizó el trabajo de tipeado; así como el apoyo prestado por la Secretaría de Informaciones; y en especial, los valiosos comentarios de H.L.P. Piffano.
La redacción de la Nota Complementaria estuvo a cargo de Enrique Bour.
- (2) Que aparece formalmente en varias disciplinas, al encarar mediciones estadísticas complejas, y cuya solución fue condicionada históricamente por los objetivos propios de cada análisis; véase por ejemplo Rao [37] y Stone [47], a quienes, por otra parte, este estudio debe notablemente. En el último se pone énfasis en la relación entre tal formulación y los métodos usuales en análisis factorial. En economía cae dentro del campo de los llamados "problemas de agregación" (ver por ejemplo Fisher [17]). Los términos entre comillas de la primera frase del texto designan entes que más adelante son re-denominados o, en algún caso, definidos en forma explícita.
- (3) La consolidación de Ciencias Sociales y Humanidades en una rama única de estudio fué efectuada a fin de simplificar el análisis, reduciendo el número de áreas observadas. Este artificio debe tenerse presente al evaluar los resultados; empero, en un análisis de carácter preliminar como el presente, semejante postulado de homogeneidad no introduce restricciones indeseables.
- (4) Dicho valor en este análisis es un múltiplo (en la proporción α , menor que uno) de la medida del diámetro medio del conjunto de áreas. Para una definición alternativa, en que dicho valor se altera en el proceso de agrupamiento, cf. [47].
- (5) La razón por la cual se efectúa la transformación no es que la escala sea juzgada irrelevante para un agrupamiento de las áreas; si lo que se pretende es un agrupamiento de las mismas en función de ese aspecto, un mero orden lineal según la variable de escala es, con mucho, preferible al método utilizado.

Nótese que existe, al menos, un deflactor alternativo: el gasto total por área. La información que en tal caso se tendría en cuenta sería menos rica que la utilizada, induciendo tal vez una partición diferente.

- (6) Es conveniente hacer notar que el orden de los grupos, en principio, es enteramente arbitrario; en general, tanto las áreas como los grupos sólo son susceptibles de un orden parcial.
- (7) Que en 1971 constituyen, en promedio, el 77,2% de las erogaciones del sistema universitario, siendo tal proporción del 71,6% en el período 1965-1971 (/67), p. 48).
- (8) En /37 se ofrecen diversas transformaciones que pueden servir en tal sentido. Los elementos de la matriz del cuadro Nº 9 constituyen la "distancia generalizada entre áreas" (Mahalanobis, /27. cf. N.C., (2)).
- (9) En cambio se puede comprobar que esta afirmación no es válida respecto de la estructura del grupo I; en efecto, una "partición" del grupo de orden mayor permite integrar los siguientes "subgrupos", manteniendo la constante $\alpha = 0,33$:

<u>SUBGRUPO</u>	<u>AREAS</u>	
	<u>Variante A</u>	<u>Variante B</u>
I. 1	4-6-12-18-20	18-20
I. 2	1-10-15	12-15
I. 3	2-11	2-5-6-11-16
I. 4	5-16	10
I. 5	13	4-13
I. 6		1

Las "particiones" del grupo II, bajo cada alternativa, resultan las siguientes:

II. 1	7-8-19	7-8
II. 2	3-17	3
II. 3	21	

- (10) La necesidad de aumentar el valor de α para reproducir una estructura dada puede considerarse como un índice de disminución de la "homogeneidad media" del conjunto de áreas; interpretado de esta manera, el análisis mostraría un incremento de la misma entre 1970 y 1971. Cf. [6], p.52.
- (11) Esta observación es válida aún manteniendo $\alpha = 0,33$.
- (12) No es, por supuesto, el único parámetro; cf. N.C., observación ii).
- (13) Obsérvese que las Variantes A - B - C pueden considerarse como definiciones alternativas del concepto "distancia entre áreas".
- (14) No se ha intentado analizar la sensibilidad de las particiones respecto de definiciones alternativas del concepto "distancia entre grupos".
- (15) A no ser que, por una hipótesis incontrastada e incontrastable (al menos actualmente) se acepte que la estructura del presupuesto es un índice uniforme de todas esas variables. Pero éste es un supuesto demasiado simplista.
- (16) Las expresiones entre comillas pertenecen a Thurstone ("The Vectors of Mind"), citado en [4].

NOTA COMPLEMENTARIA

Esta nota incluye un conjunto de definiciones y una descripción formal del algoritmo de agrupamiento.

(^iX) designa, en este apéndice, a un vector fila, (X^j) un vector columna. La notación X^T se utiliza para representar al vector X , traspuesto; de modo que $(^iX)^T = (X^i)$. El producto interno de dos vectores X e Y se designa por X^TY . $\{^iX^j\}$ representa una matriz con elemento $^iX^j$ en la fila i y la columna j . La notación conjuntística es la habitual; $\mathcal{P}^m$ representa el conjunto de partes de $\{1, 2, \dots, m; m \text{ natural}\}$. Dado $N \in \mathcal{P}^m$, de n elementos, se define el vector de m componentes

$$e_N = (e^k) \quad e^k = \begin{cases} 1/n & \text{si } k \in N \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

(1) Matriz del gasto-alumno por área

Con m áreas y n tipos de gasto, se conviene en designarla por $X = \{^iX^j\}$ de dimensión $m \times n$; las únicas restricciones impuestas a X son su no-negatividad y la independencia entre sus columnas.

El subíndice A en X_A se referirá a la correspondiente variante, etc.

(2) Distancia entre áreas

$$\delta^2(i, j) = (^iX - ^jX)^T (^iX - ^jX)$$

Se define la Matriz de distancias entre áreas:

$$d^2 = \{ \delta^2(i, j) \} \quad (i, j = 1, 2, \dots, m).$$

Los cuadros Nos. 4, 6-11 y 9 dan los valores numéricos de las matrices siguientes:

Variante A: $d_A^2 = \{ \delta_A^2(i, j) \}$ donde δ_A^2 corresponde a la matriz X_A .

Variante B: $d_B^2 = \{ \delta_B^2(i, j) \}$ donde δ_B^2 corresponde a la matriz
 $X_B = X_A D$, $D = \text{diag.} \{ (X_A^T X_A)^{-\frac{1}{2}}, \dots, (X_A^T X_A)^{-\frac{1}{2}} \}$

Variante C: $d_C^2 = \{ \delta_C^2(i, j) \}$ donde

$$\delta_C^2(i, j) = (^iX_B - ^jX_B)^T R^{-1} (^iX_B - ^jX_B)$$

R^{-1} = inversa de la matriz de correlaciones entre tipos de gasto.

(3) Distancia entre grupos

Sean los grupos $N \in \mathcal{P}^m$, $M \in \mathcal{P}^m$. La "distancia entre N y M " se define (a partir de la noción de distancia promedio) como

(4) Sea $N \in \mathcal{P}^m$ de $\mu > 0$ elementos. La noción de Compacidad de grupo está vinculada con el valor de

$$C^2(N) = \begin{cases} (\mu/\mu-1) \Delta^2(N, N) & \text{si } \mu > 1 \\ 0 & \text{si } \mu = 1 \end{cases}$$

Obsérvese que, salvo el caso trivial $N=M=\{x\}$, la igualdad entre N y M no implica $\Delta(N, M)=0$. (En términos técnicos, Δ es una pseudo-métrica del conjunto $\{N; N \in \mathcal{P}^m\}$.)

(5) El procedimiento de agrupamiento corresponde al algoritmo iterativo que se describe a continuación.

Sea $M = \{1, \dots, m\}$, α un número positivo, $1 \leq j \leq m$, $0 \leq k \leq m$ y $L_k^j \subset M$. En L_k^j , el superíndice j identifica el grupo; el subíndice k está vinculado al número de áreas ya incluidas en un grupo dado. Luego, inicialmente $j=1$, $k=0$.

En la etapa (k, j) -ésima, caben dos alternativas:

A) Si $k=0$, $L_0^j = \emptyset$

A.1. Hallar (i^0, h^0) tal que $\delta^2(i^0, h^0) = \min_{i \neq h, i, h \in M - \bigcup_{\pi=1}^j L_\pi^\pi} \delta^2(i, h)$

A.2. Si $\delta^2(i^0, h^0) \leq \alpha C^2(M)$, se define $L_1^j = \{i^0, h^0\}$

A.3. Si $\delta^2(i^0, h^0) > \alpha C^2(M)$ ó $M - \bigcup_{\pi=1}^j L_\pi^\pi = \emptyset$, el agrupamiento ha terminado.

En el primer caso, cada área no agrupada constituye, de por sí, un grupo; en el segundo, $\{L_\pi^\pi\}_{\pi=1, \dots, j}$ constituye el conjunto de grupos buscado.

B) Si $k > 0$, $L_k^j \neq \emptyset$

B.1. Hallar h^0 tal que $\Delta^2(h^0, L_k^j) = \min_{h \in M - \bigcup_{\pi=1}^{j-1} L_\pi^\pi - L_k^j} \Delta^2(h, L_k^j)$

B.2. Si $\Delta^2(h^0, L_k^j) \leq \alpha C^2(M)$, se define

B.3. Si $\Delta^2(h^0, L_k^j) > \alpha C^2(M)$ ó $M - \bigcup_{\pi=1}^j L_\pi^\pi - L_k^j = \emptyset$, se define $L_{k+1}^j = L_k^j \cup \{h^0\}$ y se recomienda con L_0^{j+1} .

(6) Una partición de orden g es una familia $\{L^1, \dots, L^g\}$ tal que

$$\bigcup_{j=1}^g L^j = M \quad \text{y}$$

$$L^i \cap L^j = \emptyset \quad \text{para } i \neq j.$$

L^j , de k elementos, se denominará grupo de orden k .

- (7) Una partición $\{L^i\}$ de orden k es más fina que otra $\{N^j\}$ de orden q si k es mayor que q y todo N^j es unión de algunos L^i

Pueden verificarse las siguientes propiedades del algoritmo descrito en (5):

- i) Para todos L^k y L^q de una partición $\{L^i\}$ ($k \neq q$) y $\alpha > 0$.

$$\Delta^2(L^k, L^q) > \alpha C^2(M) \geq C^2(L^k)$$

Si además, $\alpha \leq 1$, $C^2(M) \geq C^2(L^k)$.

- ii) Obsérvese la dependencia de la partición respecto de los valores de X , α y de la forma funcional de δ^2 y Δ^2 . Trivialmente, $\{L^i\}$ no se ve alterada si d^2 es multiplicada por un escalar. Claramente, la propiedad de generar una partición dada es un invariante métrico del espacio (n -dimensional) de definición de X , respecto de la métrica δ^2 .

Referencias bibliográficas

- /1/ FISHER, W.D. "Simplification of Economic Models", Econometrica, Vol. 34, Nº 3, (1966).
- /2/ MAHALANOBIS, P.C. "On the generalized distance in Statistics", Proc. Nat. Inst. Sc. (India), 12, 49 (1936)
- /3/ RAO, C.R. Advanced Statistical Methods in Biometric Research (1952), Cap. 8 y 9.
- /4/ STONE, R. "A Comparison of the Economic Structure of regions based on the Concept of Distance" (in Mathematics in the Social Sciences and other Essays, M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1966)
- /5/ Universidades Argentinas. Guía de Carreras 1971-1972, Consejo de Rectores de Universidades Nacionales, Departamento de Estadística (1971).
- /6/ Estructura Financiera de las Universidades Nacionales, Consejo de Rectores de Universidades Nacionales, Secretaría de Evaluación (1972). Publicado en Revista del Consejo de Rectores de U. Nacionales, Nº 4 (1972).

Este trabajo se imprimió en Mayo de 1973 en el
Consejo de Rectores de Universidades Nacionales