

SESGOS DEBIDOS AL CONCEPTO INTUITIVO DE
AZAR. ALGUNOS RESULTADOS SOBRE DISTRIBU-
CION ESPACIAL Y ASIGNACION NUMERICA

JAVIER TOMAS MORER y ANTONIO NOGUE XARAU

Departamento de Química Analítica.
Instituto Químico de Sarriá. Barcelona



INTRODUCCION

Si bien en Control de Calidad, los modelos estadísticos desarrollados desde la aparición de las teorías sobre muestras pequeñas hasta el momento actual, permiten el tratamiento objetivo de los resultados experimentales, existen algunas situaciones en las que la intervención humana (y por tanto subjetiva) resulta, si no imprescindible, frecuente.

Por otra parte, la propia metodología utilizada lleva a una concatenación entre las etapas que constituyen el proceso de decisión, de forma que la objetividad y validez de la conclusión final queda limitada por la etapa más deficiente. Es por ello que la ingerencia, obligada o no, de una acción subjetiva puede llegar a ser crítica, como de hecho ocurre en Control Sensorial o *Muestreo*.

Ante tal riesgo, debe investigarse la existencia de algún sesgo preferencial, y si ésta se comprueba, actuar de forma que la imparcialidad de la conclusión final quede inalterada.

Es evidente que la decisión a tomar frente a la existencia de un sesgo depende básicamente del tipo de problema, por ejemplo: en la elección «al azar» de un número determinado de muestras, dejando al criterio personal el concepto «azar», la existencia de alguna preferencia específica obliga a recurrir a las tablas de números aleatorios para seleccionar dichas muestras.

En cuanto a la significación que puedan tener las tendencias y motivaciones que dan lugar a este tipo de sesgos, es un punto que desborda los campos específicos de la Estadística y la Ingeniería de Control, siendo fundamentalmente la Psicología quien lo puede estudiar con una mejor base científica.

En el presente trabajo se exponen dos casos concretos, que se presentan frecuentemente en Control, en los que en principio se requiere una intervención personal directa.

En ambos se intenta probar que el significado intuitivo del concepto «azar» no se corresponde con su significado estadístico, es decir, que al intentar una elección «al azar», la persona tiende a una elección sesgada.

En el primer caso se prueba que en una disposición espacial existen unos puntos de preferencia, y en el segundo caso se estudia la preferencia por una determinada combinación de marcas, en concreto dígitos.

DISTRIBUCION ESPACIAL

La prueba que se expone a continuación ha sido realizada con la finalidad de mostrar la absoluta necesidad del uso de las tablas de números aleatorios en el muestreo de un producto almacenado.

Sin entrar en consideraciones específicas de control, se toma como plan de muestreo el muestreo aleatorio simple, es decir, las muestras deben ser seleccionadas estadísticamente al azar.

La trascendencia de esta condición se intuye fácilmente dada la existencia de relaciones entre espacio de almacenamiento y tiempo de llegada del producto, así como espacio y evolución de la calidad (alteración de la misma debida a humedad, acción de la luz sobre el producto, etc.). Ante esto, una extracción no aleatoria puede dar lugar a que las muestras seleccionadas no sean representativas, y en consecuencia, a conclusiones erróneas.

Desde el punto de vista estadístico, la garantía más rigurosa de efectuar una extracción al azar la da el empleo de las tablas de números aleatorios para asignar qué unidades serán inspeccionadas, sin embargo, es frecuente sustituir este procedimiento por el de dejar la elección a la libre intuición personal.

Para probar que dicha intuición no se corresponde con el concepto estadístico de azar, se diseñó la siguiente experiencia (*):

A cada una de las 384 personas entrevistadas se le entregó una hoja (Fig. 1) en la que se había dispuesto 64 cuadrados de 1 cm de lado, distribuidos en ocho filas y ocho columnas, indicando que se señalaran trece cuadrados al azar.

Para evitar que durante la entrevista, tanto el texto como el propio entrevistador pudieran predisponer a la persona encuestada hacia una determinada elección, se tomaron las siguientes precauciones:

El entrevistador únicamente solicitó la colaboración personal del entrevistado, sin explicarle en absoluto la finalidad de la prueba.

Se procuró que la redacción del texto no incluyera números, signos o palabras que pudieran ser relacionados con formas geométricas. («Señale con una X 13 cuadrados»).

Obviamente se tuvo especial cuidado en que la figura que aparece en la hoja de encuesta resultara equilibrada, es decir, que no existieran diferencias ostensibles entre los cuadrados.

Los resultados obtenidos se resumen en la tabla 1 y figura 2.

(*) Si para que la similitud con un «stock» fuera completa se tendría que haber planteado la prueba en un espacio tridimensional, la falta de un local apropiado así como la imposibilidad de desplazar hasta el mismo a todas las personas encuestadas, han obligado a realizar la experiencia en dos dimensiones.

Tiene ante usted un conjunto de celdas.
Le rogamos que señale, de forma lo más
aleatoria posible, trece de ellas.

Nombre:

Fecha:

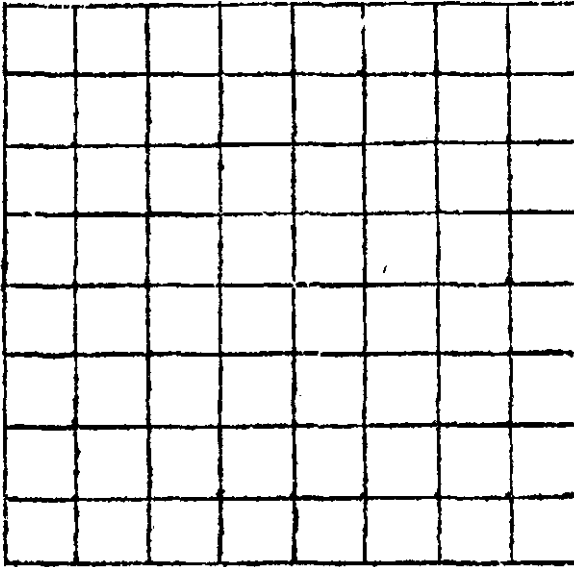


FIG. 1. Hoja de encuesta.

Tratamiento de resultados

Hipótesis: Si la elección se realiza al azar, debe obtenerse una distribución birrectangular, correspondiendo a cada uno de los cuadrados elementales una frecuencia absoluta igual a 78.

Ello equivale a considerar que la frecuencia con que un cuadrado elemental ha sido elegido en «B» ocasiones, sigue una ley binomial de:

$$\text{Media} = n \cdot p = 78.$$

$$\text{Desviación standard} = \pm (n p q)^{1/2} = \pm 7.884.$$

PRUEBA DE HIPOTESIS

La prueba del ajuste a la distribución binomial que se acaba de definir se realiza mediante el test de χ^2 que se presenta en la tabla 2.

CONCLUSIONES

Como era fácil intuir a la vista de los resultados experimentales (tablas 1 y 2 y figuras 2 y 3), la prueba de χ^2 demuestra que las distribu-

ciones teórica y experimental no pueden asimilarse, y por tanto se concluye que la elección, aun indicando explícitamente que se realizara al azar, resulta sesgada.

Es de remarcar que los cuadrados situados sobre las diagonales han sido elegidos un número de veces superior o igual a $\mu + 2$ (Fig. 4).

RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ELECCION
TAMAÑO DE MUESTRA = 384

*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	135	* 58	* 52	* 73	* 75	* 38	* 62	* 125	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	41	* 135	* 80	* 91	* 76	* 98	* 98	* 30	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	31	* 83	* 111	* 93	* 95	* 101	* 79	* 40	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	55	* 104	* 83	* 127	* 113	* 82	* 80	* 57	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	61	* 73	* 108	* 113	* 112	* 87	* 78	* 43	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	40	* 52	* 96	* 80	* 90	* 106	* 69	* 36	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	44	* 95	* 49	* 85	* 67	* 65	* 93	* 34	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	95	* 57	* 47	* 64	* 72	* 46	* 59	* 35	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

TABLA I. Resultados de la encuesta.

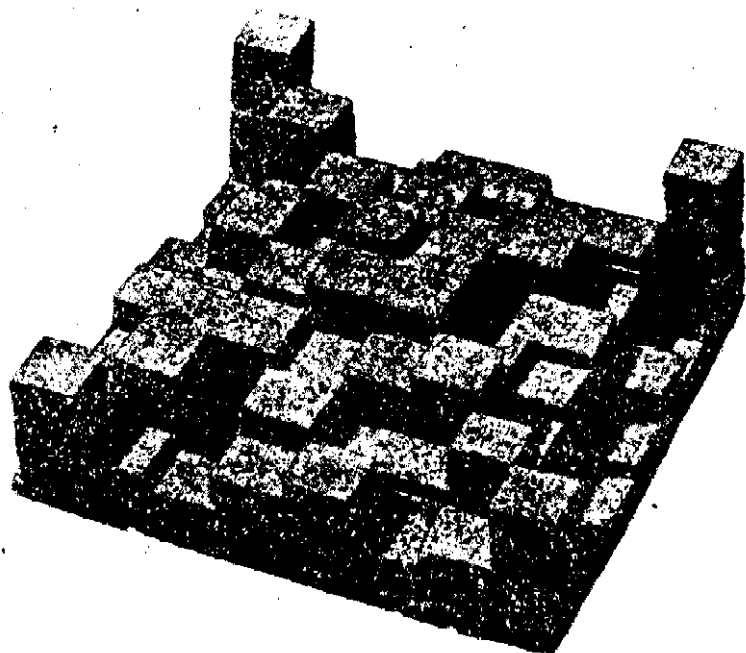


FIG. 2. Distribución espacial.

TABLA 2

X	f	B	f	G
0-9	0		0	
10-19	0		0	
20-29	0		0	
30-39	5		0	
40-49	8		0.0064	19984.
50-59	5		0.4992	40.77
60-69	7		8.3718	0.22
70-79	7		27.8912	15.64
80-89	8		21.8880	8.81
90-99	12		4.4352	12.90
100-109	4		0.2432	57.05
110-119	4		0.0064	8325.
120-129	2		0	
130-139	1		0	
140-149	0		0	
150-159	1		0	
160-169	0		0	

$$X^2_{0.05;11} = 31.26$$

$$G_{exp.} > 28444.$$

ASIGNACION NUMERICA

Con esta prueba se pretende investigar si una elección realizada entre muestras con diferente presentación, puede considerarse aleatoria.

Esta situación, que suele ser frecuente, y debida a un parcial deterioro de los envases durante el transporte, obsolescencia de los mismos, diferente etiquetado, color o diseño del envase, procedencia de distinta partida de fabricación, etc., puede predisponer a la persona encargada de la elección de las unidades a inspeccionar hacia un juicio subjetivo de la calidad del producto.

Es obvio señalar que, aun en el caso de que existiera una relación entre la presentación y calidad del producto, no tiene base el emitir un juicio *a priori* sobre la misma.

Diseño de la experiencia

Se parte del supuesto de que ante dos presentaciones distintas del mismo producto, la persona que debe seleccionar una combinación de muestras manifestará intuitivamente una preferencia hacia una de las formas de presentación, y, por exclusión tendrá tendencia a no elegir la otra.

Ello ha llevado a simular el factor presentación mediante la asignación a cada muestra de un dígito que simbolizara este carácter preferencial («0», «1»).

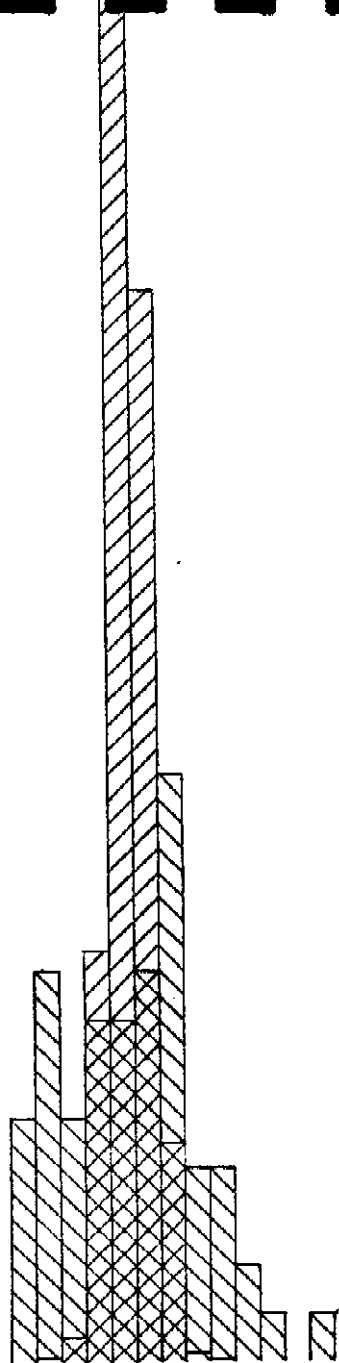
B

/// BINOMIAL
\\ EXPERIMENTAL

20

10

0



1200

x 1

Fig 3

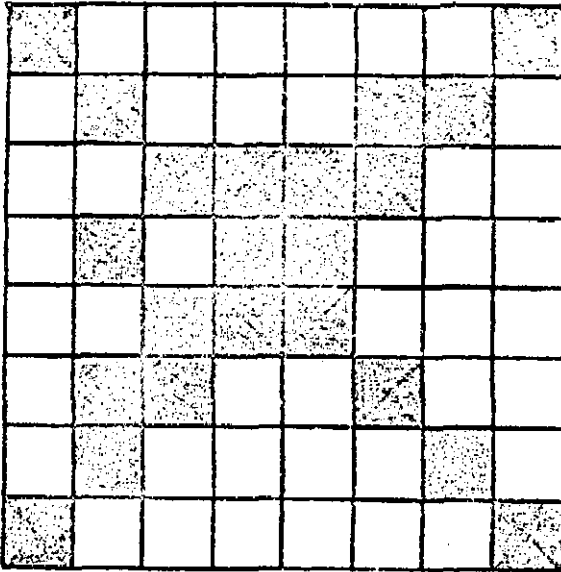


FIG. 4. Cuadrados cuya frecuencia supera o iguala $\mu + 2 \sigma$.

Por otra parte, con el objeto de estudiar la influencia de la disposición personal en el momento de la elección, la prueba se realizó en dos fases: la primera de ellas al iniciar la jornada, y la segunda una hora después de dicho inicio.

A cada una de las 468 personas encuestadas, 233 y 235 en cada fase, se le entregó una hoja como la que se muestra en la figura 5, tomándose las mismas precauciones que en la prueba anterior.

Le rogamos que coloque, de la forma más aleatoria posible, un cero o un uno en cada casilla de la figura.

Nombre:

Fecha:

--	--	--

FIG. 5. Hoja de encuesta. Asignación numérica.

Los resultados obtenidos se resumen en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados de la prueba de asignación.

FASE	Combinación			
	111	110	100	000
1.ª hora	30	96	73	34
2.ª hora	21	115	67	32

PRUEBA DE HIPOTESIS

El ajuste entre ambas distribuciones se prueba mediante el test de χ^2 (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba de χ^2 .

Combinación	Fase 1.ª hora		Fase 2.ª hora	
	f_e	f_i	f_e	f_i
111	30	29.125	21	29.375
110	96	87.375	115	88.125
100	73	87.375	67	88.125
000	34	29.125	32	29.375

$$G_{\text{exp}} = 4.057$$

$$G_{\text{exp}} = 15.880$$

$$\chi^2_{3,0.05} = 7.81$$

Tratamiento de resultados

Hipótesis: Dado que no se tiene en cuenta el orden en que se han colocado los dígitos, la hipótesis a comprobar es que la distribución experimental se ajusta a la siguiente distribución teórica:

Combinación	Frecuencia relativa
111	1/8
110	3/8
100	3/8
000	1/8

CONCLUSIONES

Tras el tratamiento de los resultados experimentales se puede concluir que existe una influencia significativa de la disposición personal en el momento de realizar la elección.

Es de notar que la combinación formada por "dos «1» y un «0»" resulta preferida en los dos casos, aunque en el primero no pueda considerarse significativo.

Por último, de ambas pruebas se deduce la no correspondencia entre el concepto intuitivo de azar y el concepto estadístico de azar, se evidencia la aparición de sesgos preferenciales al realizar una elección, y, por tanto, se señala la imperiosa necesidad de utilizar unas tablas de números aleatorias acreditadas para efectuar una elección al azar.

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos en dos pruebas, la primera relativa a una distribución espacial, y la segunda a una asignación numérica, efectuadas con objeto de estudiar las preferencias individuales en una elección «al azar».

El análisis estadístico de los datos prueba la no aleatoriedad de los mismos en ambas situaciones.

RESUME

Nous présentons les résultats obtenus au moyen de deux épreuves élaborées à l'objet d'étudier les préférences individuelles dans une élection «au hasard».

La première des épreuves concerne à une distribution spatiale et la deuxième à une attribution numérique.

L'analyse statistique prouve la condition non-aleatoire des données obtenus dans les deux situations.

SUMMARY

This article presents the results obtained by two tests concerning respectively a spatial distribution and a numerical assignation, intended to allow the study of individual preferences in a «random» choice. The statistical analysis of the data proves their non aleatory character in both situations.

BIBLIOGRAFIA

- N. L. JOHNSON, F. C. LEONE: «*Statistics and Experimental design*». J. Wiley, New York, 1964.
 Rand Corporation «*A million random digits*». The Free Press of Glencoe, 1955.
 A. H. BOWKER, G. J. LIEBERMAN: «*Méthodes statistiques de l'ingénieur*». Dunod, Paris, 1965.
 J. M. JURANS: «*Quality Control Handbook*». McGraw-Hill, New York, 1962.
 J. M. HARRIES: *Food Tech.* 10, (2), 86, (1956).
 R. E. WENK: *Anal. Letters.* 4 (12), 807, (1971).
 N. H. ISHLER, E. A. LAUE: *Food Tech.* 8 (9), 389, (1954).