

**LAS TECNICAS CUANTITATIVAS EN LA
GEOGRAFIA FISICA ESPAÑOLA EN LA
DECADA DE LOS AÑOS 80. UNA
APLICACION DEL CALCULO DE
PROBABILIDADES EN CLIMATOLOGIA.**

Javier MARTIN VIDE

**Departament de Geografia Física i Anàlisi
Geogràfica Regional
Universitat de Barcelona
Baldri i Reixac s/n
E-08028 Barcelona**

INTRODUCCION.-

Esta ponencia doble -para la que tan amablemente he sido invitado-, la dividiré en dos partes. Una primera, a modo de breve repaso, o, mejor, constatación testimonial, de la década última en cuanto al progreso del uso de procedimientos cuantitativos en la Geografía Física española, a partir, sobre todo, de una fuente bien conocida por parte de la comunidad geográfica. Y una segunda que recogerá una aplicación del cálculo de probabilidades en Climatología. Con esta segunda parte pretendo lavar, en cierta medida, la mala conciencia que me produce la osadía de analizar y calificar aportaciones de compañeros y propias aún calientes, tarea de la que en Geografía se ha abusado hasta lo histriónico.

Precisamente, porque valoro con alta puntuación la importancia, y soy consciente de la dificultad, que tal tarea tiene, creo que ha de realizarse con extremado cuidado y conocimiento, y ello exige al menos, obvia y obligadamente, objetividad, perspectiva histórica y un conocimiento más que mediano de lo analizado. La

revisión histórica y testimonial de las aportaciones de la propia disciplina, que contemplo como necesaria, no justifica la premura, el desatino y la demagogia con la que se han repudiado, tildado con desprecio y menoscabado trabajos y autores, métodos y técnicas, planteamientos y conclusiones, desde una supuesta superioridad -petulante y narcisista-. Y creo, dicho sea de paso, que desde la Geografía cuantitativa española, y, de un modo muy claro, desde nuestro Grupo de métodos cuantitativos, no se ha caído en esas posturas acientíficas y desconsideradas. Y si se hizo, fue más en una primera etapa, que contaría con la atenuante del deslumbramiento que produce todo nuevo paradigma (que algún brillo tiene -se ha reconocido- en nuestro caso en cuanto a su aparato "técnico") y con la exigencia de que apenas hay pruebas escritas de ello. Por el contrario, los trabajos en esta línea de algunos compañeros, como, por citar dos, los de BOSQUE SENDRA *et al.* (1983) y ESTEBANEZ (1989) son buena muestra de una bien realizada labor de repaso y reflexión sobre las aportaciones y la imagen del colectivo: recorrido objetivo en el primer caso, que si ahora, lustro y medio después de aparecer, merece una crítica es por su pesimismo, derivado de la exigencia de criterios y rigor de sus autores; y juicios lúcidos y mesurados de quien ya posee una buena perspectiva, en el segundo.

APORTACIONES Y NOVEDADES "CUANTITATIVAS" EN GEOGRAFIA FISICA EN EL PERIODO 1979 - 1989, A PARTIR DE LAS COMUNICACIONES PRESENTADAS A LOS CONGRESOS DE GEOGRAFOS ESPAÑOLES.-

Aunque el uso de una sola fuente ha significado, en ocasiones, sesgos en la información de partida, que en unos casos han podido ser corregidos en los análisis posteriores y en otros han significado conclusiones

erróneas al no advertirse las deficiencias de los datos primigenios, aquí se ha optado por ello, aunque no de un modo absoluto, por varias razones. La fuente elegida para el análisis de las aportaciones y novedades que se produjeron en cuanto a técnicas cuantitativas en la Geografía Física española durante la pasada década puede considerarse un buen indicador, regularmente espaciado en el tiempo, normado en la presentación formal de los trabajos y, sobre todo, escaparate de estudios recientes y, en gran porcentaje, de autores jóvenes, más sensibles a los nuevos procedimientos y técnicas.

En efecto, las actas o volúmenes de comunicaciones de los coloquios, luego congresos, de Geografía, de Geógrafos Españoles o Nacional de Geografía, que la Asociación de Geógrafos Españoles, con la colaboración de los departamentos y secciones de Geografía de las universidades españolas, ha organizado cada dos años, en la última década, constituye un buen muestrario de los progresos metodológicos de nuestra disciplina. Ello porque muchas de las comunicaciones presentadas han sido resúmenes, partes o investigaciones colaterales de tesis de doctorado y de licenciatura y de otros estudios recientes. También, porque sus autores han sido, en elevado número, representantes de las nuevas generaciones, que han visto en esos coloquios la plataforma desde donde dar a conocer, con mayor o menor acierto, sus trabajos (tampoco negaremos que en algunos casos se han visto "obligados" a ello para iniciar o completar su *curriculum científico*), inéditos y nuevos, unos, y sólo pretendidamente innovadores, otros. Las actas de los coloquios presentan la asequibilidad bibliográfica de reunir en unas publicaciones bien conocidas un conjunto amplio de aportaciones y la ventaja, de cara a su comparación, de que ellas están normadas por unas limitaciones de extensión y de otro tipo. Del mismo

modo, la periodicidad lineal de los congresos permite tener una secuencia temporal suficientemente fina del período analizado. Sin embargo, existen, como ya se habrá notado, algunas dificultades en la homogeneización de la información. La principal, la derivada del hecho de que las comunicaciones analizadas se agrupan bajo los títulos de unas ponencias, encuadrados en las diferentes ramas de la Geografía Física, que son bastante dispares en cuanto a la permeabilidad ante los métodos cuantitativos.

Se han analizado las aportaciones de seis coloquios: el VI (Palma de Mallorca), celebrado en 1979, el VII (Pamplona), en 1981, el VIII (Barcelona), en 1983, el IX (Murcia), en 1985, el X (Zaragoza), en 1987, y el XI (Madrid), en 1989. Queda así cubierta la década de los años ochenta, constituyendo el primer coloquio de los analizados, el VI, no correspondiente a ella, el necesario punto de referencia, máxime teniendo en cuenta -como se verá- que es precisamente el tránsito de los setenta a los ochenta un período destacado en el progreso del uso de procedimientos cuantitativos en Geografía Física. El número de ponencias con temática de Geografía Física ha sido de 14, de ellas dos parcialmente. Cada coloquio ha contado con dos, salvo el IX y el XI, con tres, aunque en ambos una de las tres no ha sido exclusivamente física. Se da, pues, en este parámetro cierto equilibrio. El número total de comunicaciones a las ponencias, excluyendo las que no corresponden por su contenido a la rama de Geografía Física, ha sido de 174, con valores extremos de 41, en el VII Coloquio, y de 18, en el VIII. De los 174 trabajos analizados, 55 hacen uso, en mayor o menor grado, de técnicas cuantitativas, lo que representa el 31,6%.

Cronológicamente, el porcentaje de trabajos cuantitativos sobre el total presenta una clara tendencia.

Así, si en 1979 menos del 10% (9,4%) de las comunicaciones de Geografía Física empleaban algún procedimiento cuantitativo, dos años después se produce un salto espectacular: casi la mitad (48,8%) se apoya en su desarrollo en técnicas estadísticas o probabilísticas. El cambio de década parece significar, en consecuencia, un nítido umbral en el uso de métodos cuantitativos en Geografía Física. Sin embargo, a partir de esa fecha se da una disminución clara y sin excepción del porcentaje de trabajos cuantitativos sobre el total. Disminución que por continuada parece traducir una tendencia real hacia la merma en la producción científica cuantitativa del área de Geografía Física: del 48,8% en 1981, a diez puntos menos (38,9%) en 1983, a 34,4% en 1985, a 30,4% en 1987 y a la cuarta parte (25,0%) en el último coloquio. Aunque en el máximo porcentaje, el del coloquio de 1981, pueda influir el que hubiera una ponencia exclusivamente climatológica, temática más abierta a los tratamientos cuantitativos que las de otras ramas de la Geografía Física, el fuerte tirón hacia arriba con respecto a 1979 y la tendencia posterior permiten fijar en aquel año de comienzos de los ochenta el nivel más alto de intereses e inquietudes por los tratamientos cuantitativos.

Profundizando en el tipo de procedimientos utilizados, se han considerado tres niveles o categorías. La primera es la que agrupa a los trabajos que realizan un uso de técnicas muy básicas, para las que sólo con un abuso de lenguaje podemos conferir el carácter de cuantitativas. Esto es, se trata de simples distribuciones de frecuencias o de representaciones gráficas del tipo de histogramas o diagramas polares -de empleo generalizado hasta en los medios de comunicación-. La segunda comprende los trabajos que usan técnicas y parámetros estadísticos básicos, desde curvas de acumulación y diagramas semi/logarítmicos (prácticamente en el nivel anterior), al cálculo de

parámetros de tendencia central y de dispersión, cuantiles y períodos de retorno, correlación y regresión lineal, análisis de muestras, ley normal y otras usuales, progresión geométrica y algunas ecuaciones, hasta el análisis de varianza -techo de este nivel-. Por último, el nivel tres es el que comprende los trabajos que hacen uso de técnicas estadísticas no básicas, o, lo que es lo mismo, que no son comunes en los manuales generales y básicos de técnicas cuantitativas y de estadística, como curvas y distribuciones de probabilidad no usuales, métodos de cartografía automática y procesos estocásticos.

Con la anterior clasificación, tan sólo 8 aportaciones alcanzan el nivel tres, lo que supone un menguado 14,5% sobre el total de 55 cuantitativas, o sólo el 4.6% sobre las físicas. En consecuencia, y simplemente de este resultado, puede afirmarse que el número de aportaciones en el que se emplean técnicas cuantitativas de cierto nivel en Geografía Física ha sido, en la fuente analizada, muy escaso. Y la distribución de esas 8 aportaciones vuelve a encumbrar al primer lugar, destacado, al VII Coloquio, con 5 de ellas, quedando las restantes en el VIII (dos) y en el IX (una). Se sigue marcando así el avance que supuso el primer coloquio de la década de los ochenta sobre el último de la de los setenta y la tendencia regresiva desde 1981.

Tal estado de cosas, esa tendencia a la disminución de las aportaciones de Geografía Física apoyadas o basadas en métodos cuantitativos que revela el material presentado a los congresos de Geografía españoles, no parece corresponderse con el uso que se ha venido efectuando de los procedimientos cuantitativos en las tesis doctorales presentadas a lo largo de la última década. Del análisis de un cierto número de ellas, las publicadas en ese decenio, se advierte que no sólo no ha decrecido el empleo de procedimientos estadísticos en

Geografía Física, sino que se ha generalizado su utilización, excepto en temáticas menos flexibles a su empleo (Geomorfología estructural, por ejemplo). Las últimas tesis publicadas raramente dejan de contemplar, en algún apartado, procedimientos cuantitativos. En ciertos casos su empleo podría haberse obviado, respondiendo su presencia más a la moda o al *pedigree* que puedan otorgar que a fines metodológicos y científicos. Pero la tendencia hacia un mayor empleo es muy clara, particularmente en Climatología, donde ninguna tesis doctoral deja hoy de hacer un uso importante de la herramienta cuantitativa, aún en el tratamiento de los temas tradicionalmente menos permeables a ella (Climatología sinóptica, por ejemplo).

La falta de correspondencia entre los resultados del análisis efectuado sobre las actas de los congresos de Geografía y lo que revelan las tesis de doctorado publicadas es ciertamente llamativa y no explicable por el desfase temporal que supone la conclusión de una tesis y su publicación del momento de su concepción e inicio. Tal discrepancia puede proponerse como hipótesis de trabajo de próximas investigaciones sobre el tema.

BALANCE, A MODO DE CONCLUSION.-

- Cerca de un tercio de las comunicaciones de Geografía Física presentadas a los Congresos de geógrafos españoles, desde el VI al IX, han hecho uso, en mayor o menor grado, de técnicas cuantitativas.

- El porcentaje de trabajos cuantitativos sobre el total de Geografía Física presenta una clara tendencia: el salto espectacular producido desde finales de los años setenta al coloquio de 1981, en que cerca de la mitad utilizan la herramienta cuantitativa, es seguido por una disminución continuada y sin excepción hasta el de 1989, en el que ya sólo la cuarta parte de las

comunicaciones emplean técnicas cuantitativas.

- Sólo el 14,5% de las comunicaciones usaron procedimientos cuantitativos no básicos, acaparando, igualmente, el primer coloquio de la década de los ochenta la mayoría de ellas.

- Las tesis de doctorado de Geografía Física publicadas en la última década contradicen la citada tendencia regresiva en el empleo de métodos cuantitativos, mostrando por el contrario un claro incremento en su uso.

LA ALTA PROBABILIDAD DE BATIR RECORDS CLIMATICOS.-

Con harta frecuencia los medios de comunicación anuncian que el mes recién acabado ha sido, en un lugar u otro, el más o el menos lluvioso, o el que ha dado promedios de temperatura más altos o más bajos, en los últimos veinte, treinta o cincuenta años, en lo que va de siglo o desde que existen registros meteorológicos. Otras veces se hace referencia no a un mes, sino a un año determinado. Tales noticias suelen ir acompañadas por comentarios, la mayor parte de las veces innecesarios y, sobre todo, injustificados, acerca de los presuntos cambios climáticos que estaríamos ya viviendo. El caso es que, aun sin esas consideraciones a la noticia de que se ha batido un récord climático, el destinatario del mensaje puede extraer la conclusión de que en la actualidad se está asistiendo a un auténtico desbarajuste meteorológico, a un tiempo atmosférico verdaderamente extraordinario. Y esto no es así, en general, ya que la probabilidad de batir records climáticos es, contra lo que pudiera parecer, muy alta.

En efecto, mediante unas sencillas consideraciones del cálculo de probabilidades puede verse que cada año hay una elevadísima probabilidad de superar uno, si no varios, records climáticos en un observatorio

meteorológico. Supóngase, para empezar, que comienza a funcionar un observatorio que tan sólo registra la cantidad de precipitación. Si centramos nuestra atención exclusivamente en el total anual, el del primer año establece, claro está, un récord inicial, sea cual sea su valor. El del segundo año será mayor o menor que el primero (el caso de igualdad puede excluirse de estas consideraciones o incluirse en uno de los dos). La probabilidad de que el total del segundo año supere el del primero es de 0,5. El del tercer año, al compararse con los de los dos anteriores, los rebasará con una probabilidad de $1/3$, ó 0,33 (de las seis posibles secuencias de tres totales anuales, en dos de ellas el mayor valor ocupa el tercer lugar o año). Iterando este proceso, se ve, naturalmente, que la probabilidad de batir un récord va disminuyendo a medida que aumenta el número de años en funcionamiento del observatorio. Y así, al llegar al décimo la probabilidad de que su total pluviométrico rebase los anteriores será de 0,1 y al cumplirse un siglo, de 0,01, ya bastante pequeña. En resumen, es de $1/n$, para el año n-ésimo.

Pero nótese que hemos considerado la expresión batir un récord en el sentido dado en ciertas especialidades deportivas, en cuanto a superar un umbral establecido, por arriba en nuestro análisis, como es la altura o la longitud en el caso de los saltos o los lanzamientos. Sin embargo, climáticamente también se establece un récord totalizando la cantidad más baja, como, con el ejemplo del deporte, el tiempo en las carreras. La consideración conjunta de batir el umbral superior o el inferior multiplica las probabilidades establecidas por dos. Así, por ejemplo, en el segundo año se batirá con total certeza el récord establecido el primer año, porque su total será mayor o menor que éste. Resumiendo, la probabilidad de establecer un nuevo récord pluviométrico, por arriba o por debajo, en el año n-ésimo es de $2/n$, lo que para un observatorio

con una antigüedad de un siglo -algo no frecuente- supone un valor de 0,02, o, lo que es lo mismo, de un 2%.

Todavía ese valor no es, ciertamente, alto, pero repárese que tan sólo se ha considerado la serie de totales anuales de precipitación. Pensemos ahora en los totales mensuales de cada mes del año. La probabilidad de que se consiga, por arriba o por abajo, en uno u otro mes, un récord mensual aumenta apreciablemente, con respecto a lo hallado para el año. Tal probabilidad puede evaluarse considerando que no se batiera récord en enero, lo que vale $1-2/n$, y lo mismo en los demás meses, en total: $(1-2/n)^{12}$. De modo que la probabilidad de que en alguno de los doce meses se bata el correspondiente récord será: $1-(1-2/n)^{12}$, siendo n el número de años de registros. Entonces, por ejemplo, la probabilidad de que la precipitación de al menos un mes del año que completa un siglo de registros sea la más alta o la más baja del correspondiente mes asciende a un 21,5%, valor ya considerable. Si sólo se poseen 30 años de registros, esa probabilidad es nada menos que del 56,3% -con lenguaje llano, en más de la mitad de los años trigésimos uno de sus meses recibe la cantidad más alta o más baja registrada hasta entonces en él- (puede prescindirse en estas notas del hecho de que la precipitación está acotada inferiormente por el 0). Considerando, también mensualmente, los records en las correspondientes series, doce en cada caso, de precipitación y de temperatura media, la probabilidad de que se dé alguno en un período de 30 años es del 80,9%. Por tanto, en las estaciones termopluviométricas, aun con 30 años, es bastante fácil conseguir un valor mensual de lluvia o de temperatura hasta entonces no alcanzado.

Finalmente, para no cansar al lector con el lenguaje siempre árido de la estadística, piénsese en el fuerte

incremento de la probabilidad en un observatorio que disponga, además de la cantidad de precipitación y la temperatura media mensuales, de series de temperaturas medias de las máximas y de las mínimas, temperaturas extremas, humedad relativa, velocidad del viento, presión atmosférica, insolación, etc. Y no digamos si se consideran los records relativos a cada fecha del año. Así, y sólo para la temperatura media diaria y para un siglo de observaciones, se obtiene una probabilidad del 99,9% de que alguno de los 365 días sea, en ese año centenario, el más frío o el más cálido de la correspondiente fecha del calendario.

Generalizando, la expresión que permite obtener cualquier probabilidad al respecto es:

$$1 - (1 - 2/n)^r$$

siendo n el número de años de registros y r el número de variables consideradas (12, en el caso de las temperaturas medias mensuales, 24, si añadimos las precipitaciones mensuales, etc.). En la figura se representa la función:

$$y = 1 - (1 - 2/n)^x$$

con $0 \leq x \leq 96$, para $n = 20, 30$ y 100 (construcción realizada mediante el programa MATHCAD).

En consecuencia, esta sencilla y simplificada aplicación del cálculo de probabilidades nos advierte que no es, ni mucho menos, raro que se batan records climáticos, aun sin haber claras tendencias en los valores objeto de análisis, o sea, considerándolos aleatorios. Al contrario, es fácil que se supere uno u otro récord mensual de algún elemento climático cada año. De ahí que ante las llamativas noticias acerca de haber vivido el mes más seco o el más cálido en los

últimos treinta o cincuenta años no deba inferirse que la atmósfera se haya vuelto "loca" o que el clima esté cambiando.

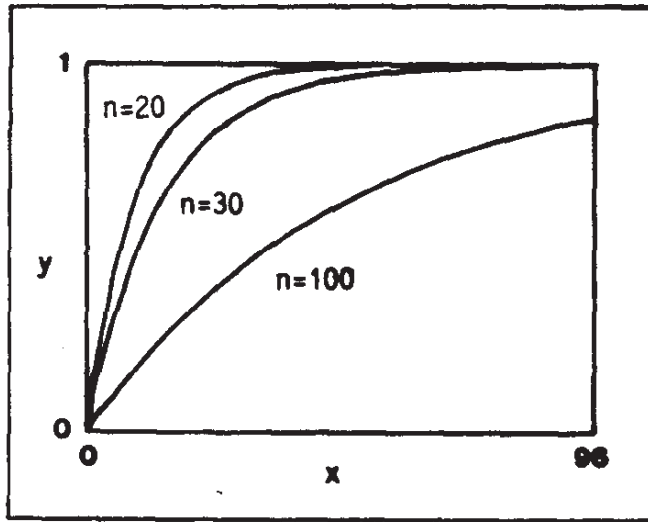


Figura: Representación gráfica de la función $y=1-(1-2/n)^x$, con $0 \leq x \leq 96$, para $n=10, 30$ y 100 .

Congreso	Comunic.GªFca.	Comun."cuantit!"	%	Comun."cuant!" no básicas
VI/1979	32	3	9,4	0
VII/1981	41	20	48,8	5
VIII/1983	18	7	38,9	2
IX/1985	32	11	34,4	1
X/1987	23	7	30,4	0
XI/1989	28	7	25,0	0

Cuadro: Resumen del número de comunicaciones de Geografía Física que hacen uso de técnicas cuantitativas presentadas a los Congresos de geógrafos españoles desde el VI al XI.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.-

BOSQUE SENDRA, J.; RODRIGUEZ RODRIGUEZ, V. y SANTOS PRECIADO, J.M. (1983): La Geografía cuantitativa en la universidad y la investigación española. Geo-Crítica, 44.

ESTEBANEZ ALVAREZ, J. (1989): Nuevas tendencias en Geografía Humana y sus repercusiones en la Geografía Cuantitativa. X Congreso Nacional de Geografía, Ponencias, pp. 131-144, A.G.E., Universidad de Zaragoza.

Agradecimiento.-

A Helena Miró Ibars, por su ayuda técnica.