

Arthur H. **Robinson**; Helen M. **Wallis**: "Humboldt's Map of Isothermal Lines: A Milestone in Thematic Cartography". *The Cartographic Journal*, IV : 2 (Londres, 1967); pp. 119 – 123 (*).

Al llarg de quatre sessions repartides durant els mesos de maig i juny de 1817, Alexander von Humboldt va llegir un dilatat informe sobre el tema de les isotermes i la distribució de les temperatures sobre el globus a l'Acadèmia de Ciències de París. Ara, a l'any 1967, en escaure-se'n el cent seixantè aniversari, resultarà ben avinent de publicar una nota a *The Cartographic Journal* per a recordar la representació cartogràfica d'aquelles relacions climatològiques ideada per Humboldt. Si bé ni el concepte d'isaritma com a eina de comunicació i d'anàlisi gràfica, ni l'ús del terme *iso* com a forma preposicional no eren pas desconegudes l'any 1817, l'aplicació de la isoterma que Humboldt va fer sobre un mapa, sembla que va ser l'empenta decisiva per a l'aplicació de la isaritma en molts altres dominis de la cartografia temàtica. La reputació de què Humboldt gaudia, la seva creativitat i el seu lideratge en 'mètodes gràfics' varen contribuir, de ben segur, a l'eixamplament de l'ús de l'isaritma durant els anys a venir.

En sí mateixa, la "Carte des lignes Isothermes par M.A. de Humboldt" (gràfic 1) té, més aviat, l'aparença d'un diagrama que no pas d'un mapa. Bastida com una carta plana (projecció equirectangular amb paral·lel estàndard a 0°) a escala equatorial aproximada d'1:115.000.000, només abasta una part del globus terraquí, això és, l'àmbit situat al nord de l'Equador fins a la latitud de 85° N centrat en el meridià de París i entre 94° de longitud oest fins prop de 122° de longitud est, aproximadament. Ultra la presentació dels paral·lels de deu en deu graus, només mostra tres meridians en un rectangle de 219 x 95 mm. i 13 localitats de les quals facilita el registre de la temperatura mitjana d'estiu i d'hivern. La buidor és la nota dominant a la resta del paper; hi manca qualsevol altra indicació geogràfica, fins i tot la línia de costa.

La publicació de l'informe sobre isotermes de Humboldt no incloïa el mapa (1). El mapa va aparèixer poc després en una altra revista amb l'acompanyament d'un resum força extens de l'informe original. Va ser als *Annales de chimie et de physique* (París) l'any 1817 (2). Les circumstàncies que varen envoltar l'edició del mapa i la confusió que va resultar de la seva no aparició junt amb la publicació de l'informe original han estat aclarides per Körber (3) del tot. El per què de no acompanyar l'informe i el per què, en canvi, de tenir de sortir en una altra revista és un misteri no pas fàcil de desembullar. Körber ha descobert que si bé el mapa va ser gravat per Adam, com ho va fer per a la resta de les il·lustracions del volum 5 i altres dels *Annales*, en canvi no va ser pas ell el gravador de les il·lustracions dels volums 1 i 2 de les *Mémoires... d'Arcueil*. Algunes claus poden ser que (i) no hi hagi il·lustracions en el tercer volum de les *Mémoires... d'Arcueil* (ii) una bona part de l'edició del qual sembla ser que va ser consumida pel foc (4); (iii) les taules amb les dades cartografiades en el mapa varen ser

afegides a l'informe original en la secció d'*errata* del tercer volum de les *Mémoires... d'Arcueil*; i (iv) que si en aquest volum no hi ha il·lustracions, bé n'hi ha en els dos precedents. Aleshores, podem especular amb la possibilitat que la il·lustració existís però que resultés destruïda abans de relligar i escobertar la publicació (5). Certament, no era pas un tret característic de Humboldt el d'escatimar la presentació gràfica de les dades, i no diguem ja de la cartografia; a l'informe fa notar que "...he traçat les línies isotermes sobre un mapa..." (6). No ens podem explicar aquesta nota en l'informe sense donar el benefici del mapa a l'audiència.

La simplicitat del mapa és remarcable pel seu disseny malgrat que avui no dubtaríem de qualificar-lo com una pobra pràctica. Humboldt fou un pensador clar i ordenat i, molt hàbilment, evitava la multiplicació temàtica que pogués enfarfegar els seus escrits. Per exemple, feia adonar-se del següent:

"Els qui han confiat totes les dades als gràfics i s'han escarrassat per treure'n sentit, en treuran la impressió, com m'ha passat a mi mateix, que aquest procediment no pot reportar cap mena de profit. Qualsevol mapa sobre carregat de signes esdevé confús i malmat tot el llevat que pot donar, això és la potència de comunicar un gran nombre de relacions alhora". (7)

1. - Alexandre de **Humboldt**: "Des lignes isothermes et de la distribution de la Chaleur sur le globe". *Mémoires de physique et chimie, de la Société d'Arcueil*, 3 (París, 1817); pp. 462-602.

2. - "Sur les lignes isothermes. Par A. de Humboldt. (Extrait)". *Annales de chimie et de physique*, 5 (1817); pp. 102-111. El mapa es troba plegat entre les pp. 112 i 113.

3. - Hans-Günther **Körber**: "Bemerkungen über die Erstveröffentlichung des schematischen Jahresisothermenkarte Alexander von Humboldt". *Forschungen und Fortschritte*, 33 (1959); pp. 355-358. La polseguera aixecada per aquest fet ha estat considerable. Qualsevol lector de l'informe original se sorprendrà en no trobar-hi cap menció d'un mapa d'acompanyament mentre que a la secció d'errades a la fi del volum en el qual apareix l'informe de Humboldt (p. 516 i ss.), s'indica el següent: "Ajoutez: pour tracer les bandes isothermes sur une carte plate, notez les noeuds suivants: Bande 0° [o isoterma de 0°]..." bo i seguit d'una taula amb 29 posicions de longitud i latitud per a localitzar diverses isotermes. Per acabar-ho d'embolcar, Körber es refereix a aquesta taula com si presentés "58 estacions de dades" (Körber, p. 356); en realitat, insistim en el fet, només recull les dades de 29 estacions amb les latituds respectives llistades en una columna i les longituds en una altra.

4. - G. **Hellmann**: *Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus*, núm. 4 (Berlín, 1895); pp. 5-6.

5. - El prefaci del tercer volum de les *Mémoires... d'Arcueil* manifesta que el lliurament del volum havia estat ajornat per tres anys, però no en dona la data efectiva. Pot ben bé ser que R. Arago i L.J. Gay-Lussac, curadors dels *Annales* i amics fraters de Humboldt, li fessin el favor de publicar el mapa.

6. - *Mémoires... d'Arcueil*, op. cit., p. 487.

7. - Alexander de **Humboldt**: *Political Essay on the Kingdom of New Spain, Containing...*, trans. by John Black. Londres: 1811; p. Cxiv.



Com sigui que el seu objectiu prioritari no era pas facilitar un compendi de temperatures locals, sinó derivar les lleis fonamentals relatives a la seva distribució, és per això que va eliminar les línies de costa i qualsevol altra que no vingués a tomb. El seu capficament raïa en la relació entre les seves línies isotermes o "paral·lels isotèrmics" i la latitud geogràfica.

Allò que Humboldt havia trobat inexplicable era el clima temperat de la part occidental del continent americà a latituds altes comparat amb el de la part oriental, tal i com havia pogut observar en el transcurs del seu viatge per Nova Espanya. La línia isoterma va ser concebuda com la resposta al neguit de concebre i exposar les lleis físiques associades amb aquest fenomen. Si bé se sabia que la temperatura mitjana de les localitats situades a igual altitud decreixia conseqüentment amb el desplaçament cap al Pol, Humboldt va observar que la tendència era diferent a una i altra banda, oriental i occidental, dels continents. En conseqüència, els seus "paral·lels isotèrmics" formen corbes convexes i còncaves les quals se separen acusadament dels paral·lels de latitud geogràfica. La concavitat i la convexitat bàsica de les isotermes és manifesta clarament en el mapa (gràfic 1) mercès al refús de barrejar-hi altres desviacions les quals, però, no són pas menystingudes en l'informe:

"Més endavant seria bo de dibuixar les inflexions de detall de les línies isotermes en un mapa especialitzat, de manera anàloga com es fa amb les línies batimètriques." (8)

Es referia, doncs, a 'ondulacions' de segon o tercer ordre que detallarien les isotermes d'acord amb dades d'abast local. En aquest context, també cal remarcar l'encert de la tria de la projecció plana. Com sigui que tots els meridians són rectes estàndard, l'encongiment o l'expansió relativa de les línies isotermes en direcció nord-sud s'hi pot observar amb facilitat i correcció.

No se sap el temps durant el qual Humboldt va covar la idea de les isotermes. Va emprar el mot en un article dedicat a la distribució de la vegetació el febrer de 1816 (9). En aquest article va definir el terme "paral·lel isotèrmic" com una "...corba dibuixada al llarg de tots els punts del globus que reben la mateixa quantitat de calor" (10). Així mateix, va emprar i explicar el terme en un llarg article publicat en llatí el 1817 (11). Però no sabem si tenia el terme al cap de temps enrere. Sigui com sigui, no hi ha cap dubte pel que fa a l'origen de la seva conceptualització. Humboldt va estar interessat i va efectuar recerca positiva sobre el magnetisme durant molts anys. Havia encunyat el terme "zona isodinàmica" l'any 1804 (12), i en l'informe esmentat sobre les isotermes es va referir expressament a la similitud que guardaven amb les línies ideades i aplicades per Edmund Halley en el seu famós mapa isogònic un fragment del qual es pot veure al gràfic 2 (13).

Els dos mapes de Halley que mostren la variació hipotètica de la declinació de l'agulla de la brúixola havien estat publicats a començament del segle XVIII. Halley va recórrer "...l'Oceà Occidental i Meridional en un viatge finançat pel Tresor Públic..." el 1700 i la seva carta de l'Oceà Atlàntic va aparèixer el 1701 (Gràfic 2), la qual va ser seguida, un any més tard, per la seva carta 'mundial'. Chapman ha destacat que la carta de Halley de 1701 sobre la distribució del magnetisme terrestre, així com la seva carta dels vents de l'Atlàntic tropical (1688), han estat "les mares d'una prole molt nombrosa" (14).

Els autors no han pogut constatar que Humboldt posés en relació, en cap cas, el concepte d'isoterma amb la interpolació geomètrica de corbes. La seva referència a "inflexions de detall... anàlogues a línies batimètriques..." volia fer esment, el més probablement, a la forma de la línia, és a dir 'ondulació', i no pas a la seva deducció teòrica. Les corbes de nivell eren ben conegudes a la segona dècada del segle dinou. El fet que Humboldt s'ocupés de la relació entre la minva de la temperatura amb l'altura i una minva semblant amb l'increment de la latitud fa creure que no les desconeixia pas. De la contemplació del mapa podem concloure, tanmateix, que el concepte d'isoterma desenvolupat per Humboldt era, senzillament, el d'una línia enllaçant punts de temperatura igual, i no pas la línia fictícia resultant de la intersecció de superfícies. Era, no cal dubtar-ne, la idea que se'n tenia a les primeres dècades del segle dinou. Per exemple, Heinrich Berghaus, per a remarcar la similitud entre les isotermes de Humboldt i les línies de declinació magnètica presentades en el seu *Physikalischer Atlas*, feia esment d'un text antecedent de Hansteen qui havia observat "...la remarcable similitud [en el sentit d'identitat geomètrica] entre les isotermes d'Humboldt i les línies de declinació magnètica" (15).

A despit de (o potser a causa de) la seva simplicitat radical, el mapa isothermal de Humboldt va exercir una influència molt considerable. Va ser copiat i adaptat amb assiduïtat. Va ser reproduït amb llegendes en alemany, però sense títol, en el tercer volum del *Gehlers Physikalischen Worterbuch* (1827) de G.W. Muncke, i la tècnica va ser desenvolupada i aplicada per L.F. Kamtz (1832) i W. Mahlmann (1836) per a la preparació de mapes d'isotermes anyals en base a les cada volta més nombroses observacions coetànies subministrades per les estacions meteorològiques el nombre de les quals creixia arreu del món (16). Tanmateix, l'explotació exhaustiva de la tècnica va ser obra d'Heinrich Berghaus en el seu encomiat *Physicalischer Atlas*, la primera edició completa del qual va editar Justus Perthes a Gotha el 1845.

El primer mapa (el qual havia sortit publicat el 1838) de l'*Atlas* era intitulat "Alexander von Humboldt's System der

8. - *Mémoires... d'Arcueil*, op. cit., p. 510.

9. - Alexandre de Humboldt: "Sur les lois que l'on observe dans la distribution des formes vegetales". *Annales de chimie et de physique*, 1 (1816); pp. 225-239. Una nota a peu de plana aclareix que es tracta del resum d'una comunicació presentada a la trobada de l'Institut del 5 de febrer de 1816.

10. - *Ibid.*, p. 229.

11. - Alexandre de Humboldt: *De Distributione Geographica Plantarum Secundum Temperiem et Altitudinem Montium Prolegomena*. París: 1817.

12. - W. Horn: "Die Geschichte der Isarithmenkarten". *Petersmanns Geographische Mitteilungen*, 103 (1959); pp. 225-232.

13. - *Mémoires... d'Arcueil*, op. cit., p. 462, 487.

14. - N. Chapman: "Edmund Halley as a Physical Geographer and the Story of his Charts". *Occasional Notes*, 9 (Londres: Royal Astronomic Society, 1941); p. 122. Cal esmentar que les línies de Halley no només varen constituir una contribució a la ciència física del magnetisme sinó que varen ser reproduïdes en les cartes nàutiques per molts anys. Se les considerava d'utilitat per al càlcul de la longitud en alta mar bo i agençades adequadament amb altres dades disponibles, sobretot en els sectors on les línies prenién una acusada direcció nord-sud.

15. - La citació pertany a Christopher Hansteen: *Untersuchungen über den Magnetismus der Erde*, Cristiania: 1819. El comentari de Berghaus és de 1836.

16. - Vegeu W. Meinardus: "Die Entwicklung des Karten der Jahres-Isotermen von Alexander von Humboldt bis auf Heinrich Wilhelm Dove", in *Wissenschaftliche Beiträge zum Gedächtnis der hundertjährigen Wiederkehr des Antritts von Alexander von Humboldt's Reise nach Amerika am 5. Juni 1799* (Humboldt Centenar-Schrift). Berlin: 1899.

Isotherm-Kurven in Merkator's Projection" (17). El dibuix de les isotermes és en negre i les faixes que delimiten són acolorides, en blau per a temperatures de sota zero graus centígrades i en verd per sobre. Abasta 80° amb intervals de 4° o 5°. Resulta curiós comprovar que les corbes van ser encarregades per fer una tasca doble: donar referència dels valors d'estiu i d'hivern mitjançant la disposició dels guarismes en adjacència a la línia i pels caients vers l'Equador i vers el Pol, respectivament. El mètode isarítmic va ser aplicat a altres fenòmens meteorològics cartografiats a l'*Atlas*, com és el cas de la pressió baromètrica, la precipitació anyal i les tronades. En els textos de comentari que acompanyen els mapes, Berghaus comentava profusament les tècniques emprades. Per exemple, en el text relatiu al mapa de la pressió baromètrica, anotava:

"A més a més de la informació relativa a l'altura mitjana del baròmetre a nivell del mar, el mapa també disposa les corbes d'equivariació baromètrica les quals Kamtz ha proposat anomenar línies isobaromètriques, tot i admetre que aquest terme no és del tot avinent per a les línies en les quals la pressió atmosfèrica és igual. Sigui com sigui, les línies disposades en el mapa de pressió mitjana baromètrica al nivell del mar s'anomenen isòbares" (18).

En les notes introductòries del mapa que mostra la distribució de les precipitacions, Berghaus escrivia el següent:

"En aquest mapa, preparat durant l'hivern de 1838-39, hem assajat la representació gràfica de la pluviositat a Europa. Per analogia amb el principi de *Physiko-Graphic* avançat per A. von Humboldt relatiu a la distribució de la temperatura, els punts que presenten quantitats iguals de pluja han estat units amb línies les quals es poden anomenar com isohietes. És així com han estat traçades les corbes..." (19).

De manera semblant i pel que fa al seu mapa de tronades, Berghaus comentava:

"En connectar els punts en els quals es presenten el mateix nombre mitjà anyal de dies amb tronades resulta un feix de corbes similars a les isotermes i a les isohietes..." (20).

En aparèixer el *Physical Atlas* d'A.K. Johnston el 1848, això és l'edició anglesa del *Physicalischer Atlas* de Berghaus, el públic angloparlant va tenir l'oportunitat d'observar l'aplicació de la tècnica (21) per bé que, en aquella data, el mètode de les isarítmes havia estat difós profusament pels cercles científics d'ambdós costats de l'Atlàntic (22).

Amb el seu senzill mapa diagramàtic d'isotermes, Humboldt va fer una innovació molt destacada de tècnica cartogràfica, la qual va esdevenir molt aviat una eina de treball habitual tant dels científics de la natura com dels científics socials (23). És probable que el mateix Humboldt no es vagi fer la idea de l'acceptació tan àmplia que gaudiria el seu invent. Si bé d'antuvi s'havia refiat de les corbes disposades en diagrames, no pas en mapes, en el seu treball sobre Nova Espanya va suggerir que les tècniques gràfiques podien tenir aplicacions de més volada:

"Seria ridícul expressar la cultura, la riquesa de les nacions o l'aperduament de la seva literatura mitjançant corbes [en

diagrames]; en canvi, qualsevol cosa relacionada amb l'extensió i la quantitat pot ser representada mitjançant figuracions geomètriques: les figuracions estadístiques, les quals parlen als sentits sense fatigar l'intel·lecte, tenen l'avantatge de concentrar l'atenció en un gran nombre de fets d'interès" (24).

Des que fou dibuixada en el mapa d'Halley i en l'aplicació catalítica del mètode per Humboldt, el nombre d'usos de la "línia ajuntant punts d'igual valor" ha estat astorador (25). Així doncs, l'aparició del mapa isothermal de Humboldt el 1817 fou un esdeveniment de primer ordre en la història de la cartografia temàtica.

Pàgina actualitzada el 15 de maig de 2008.

17. - Mapa núm. 1: "1st Abtheilung, Meteorologie". Vegeu Gerhard **Engelmann**: "Der Physicalische Atlas des Heinrich Berghaus und Alexander Keith Johnstons Physical Atlas". *Petersmanns Geographische Mitteilungen*, 108 (1964); pp. 144.

18. - "Vorbemerkungen, 1st Abtheilung, Meteorologie", núm. 6, escrit datat el 21 de setembre de 1838. La referència a peu de pàgina de Berghaus a **Kamtz** és per al seu *Lehrbuch der Meteorologie*, però la primera aplicació del terme per Kamtz fou feta en el seu mapa de 1827. L.F. **Kamtz**: "Vorläufige Notiz über Schwankungen des Barometers". *Jahrbuch, Chemie und Physik*, 21 (1827); ff.p. 168. Vegeu W. **Horn** *op. cit.*

19. - "1st Abtheilung, Meteorologie", p. 91, escrit datat el 14 d'octubre de 1840.

20. - *Ibid.*, p. 107, escrit datat el 25 d'abril de 1842.

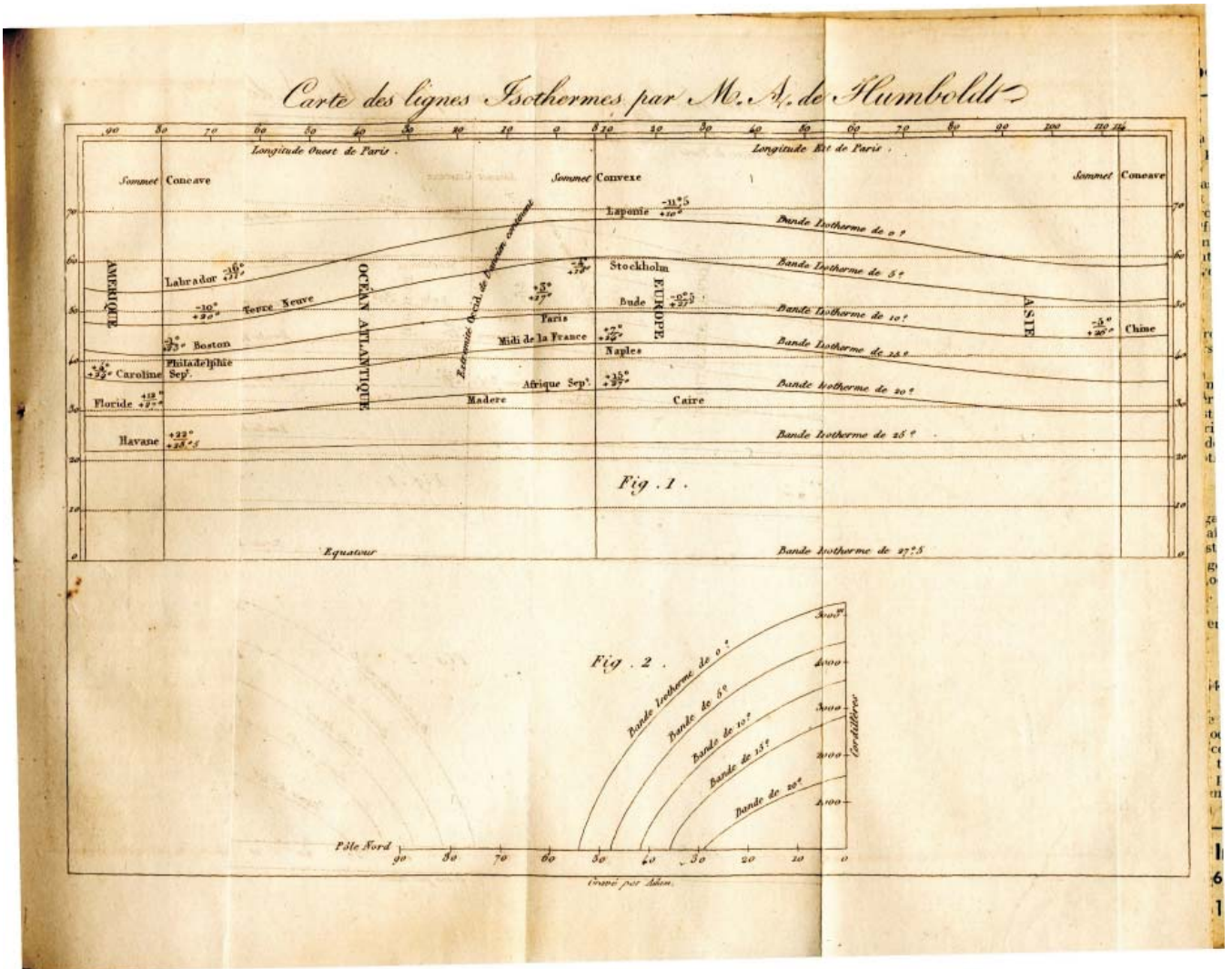
21. - L'informe original de Humboldt va ser traduït a l'anglès per Sir David **Brewster** i va ser publicat, amb notes, a l'*Edinburgh Philosophical Journal*, 3 (1820) pp. 1-20, 265-274; 4 (1821) pp. 23-37, 262-281. Naturalment, no porta cap mapa adjunt.

22. - Per exemple, Loomis va dibuixar sengles sèries de mapes d'isotermes i isòbares per a descriure dos huracans als Estats Units. E. **Loomis**: "On two Storms which were experienced throughout the United States, in the month of February 1842". *Transactions. American Philosophical Society*, 9 (1846); pp. 161-184. Vegeu també G. **Hellmann**: *Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus*, núm. 8 (Berlín, 1897).

23. - El primer mapa isoplètic de densitat de població va ser dibuixat pel danès N.F. **Ravn**. El va titular "Population Kaart over det Danske Monarki : 1845, ditto 1846" i va ser publicat al *Statistischer Tabellenwerk*, nova sèrie núm. 12 (Copenhague: Serveis d'Estadística, 1857).

24. - Alexander de **Humboldt**: *Political Essay on the Kingdom of New Spain*,..., *op. cit.*; p. cxxxii.

25. - L.M. **Gulley** i K.A. **Sinnhuber**: "Isokartographie, Eine terminologische Studie". *Kartographische Nachrichten*, 11 (1961); pp. 89-99.



Gràfic 1



Gràfic 2