

**Meteorologia
mediterrània: de
Josep M. Jansà
a avui**

Agustí Jansà Clar
*Institut Nacional de
Meteorologia
Centre Meteorològic a
les Illes Balears*

Territoris (1998), 1:
171-186

Meteorologia mediterrània: de Josep M. Jansà a avui

Agustí Jansà Clar

Institut Nacional de Meteorologia
Centre Meteorològic a les Illes Balears

Resum

Josep Maria Jansà va poder ser considerat, d'alguna manera, profeta de la meteorologia mediterrània, entesa com una meteorologia singular i específica. Una apropiada selecció d'escrits seus permet reconstruir la visió global d'aquesta meteorologia que va edificar Jansà. En aquest treball es confronta aquesta visió amb els coneixements que actualment tenim sobre la meteorologia mediterrània. El resultat de la comparació ens diu que la visió de Jansà va ser prou encertada i avançada, de manera que es pot considerar globalment vigent, tot i que hi ha hagut alguns desplaçaments quant al nivell de prioritat dels temes i que algunes idees puntuals no resisteixen la crítica actual. En canvi, algunes de les propostes de Jansà encara són un camí obert de recerca, que convé explorar amb més detall per poder millorar el coneixement actual sobre la meteorologia mediterrània.

Abstract

Josep Maria Jansà reached, in some way, the consideration of being the prophet of the Mediterranean Meteorology, understood as a singular and specific meteorology. An appropriated selection of his writings allows us the reconstruction of the global vision of the Mediterranean Meteorology that J.M. Jansà constructed. In this work this vision is confronted to the current knowledge that we have nowadays on the Mediterranean Meteorology. The result of the comparison shows us that J.M. Jansà's vision was so accurate and advanced, even to consider it globally in forced, although that some displacements could be established dealing with the priority level of the themes, and also despite of the fact that some punctual ideas does not resist an actual criticism. On the other hand, some of the proposals made by J.M. Jansà are nowadays an opened door for the research, which should be explored in depth to improve the current knowledge on the Mediterranean Meteorology.

Recepció del manuscrit, octubre de 1996

1. Introducció

És clar que la meteorologia de cada lloc concret, de cada regió concreta, és diferent de totes les altres. D'alguna manera, la meteorologia d'un lloc o d'una regió és el resultat de la interacció entre els processos atmosfèrics genèrics, si és que existeixen com a tals, i els factors geogràfics locals o regionals. El grau de singularitat del marc geogràfic d'un territori pot donar-nos, d'alguna manera, el grau d'especificitat de la seva meteorologia. A la Mediterrània, aquest fet adquireix una gran rellevància. Expressem-ho amb paraules de Josep M. Jansà, de la seva conferència a Madrid el 1964, manifest proclamador de la

singularitat de la meteorologia mediterrània: «*El Mediterráneo es seguramente una de las regiones meteorológicas mejor definidas del mundo, como consecuencia de su extraordinaria definición geográfica*» (Jansà, 1966).

No n'hi ha prou amb la seva singularitat per considerar, des del punt de vista pràctic i d'oportunitat, la meteorologia d'una regió com una disciplina, diguem-li, amb interès i autonomia. Fa falta que aquesta meteorologia singular es manifesti en una fenomenologia personal i forta. Així succeeix a la Mediterrània, on s'esdevenen una sèrie de fets espectaculars, la més gran concentració de ciclogènesi del món, les pluges extratropicals més fortes, ventades de tipus local de les més fortes i definides del món, etc. Si aquestes manifestacions, com sembla lògic, són conseqüència de la singularitat geograficometeorològica de la Mediterrània, és ben justificat considerar la meteorologia mediterrània com a objecte separat d'estudi i dedicar-hi un esforç important.

Succeeix, a més, que la meteorologia mediterrània és singularment difícil. Diu Josep M. Jansà, a la mateixa conferència abans esmentada, «*El Mediterráneo occidental es un rincón endiabladamente original, demasiado autárquico, demasiado particular y demasiado complicado. Hemos de seguir estudiándolo si queremos adivinar algún día con mayor éxito que hoy las reacciones de su carácter caprichoso*».

Hem continuat estudiant-lo i jo diria que dedicant al tema esforços cada vegada més importants. Parl d'Espanya i també de la comunitat internacional. No hi ha dubte que avui coneixem millor aquest «racó endimoniat», però encara no prou, encara ens sorprèn moltes vegades i les sorpreses són, de vegades, terrorífiques, explosions de vent o aigua que ho arrasen tot, gairebé sense avís previ.

En el que segueix tractarem de fer una comparació entre els coneixements de meteorologia mediterrània que havia acumulat Josep M. Jansà fins al 1964 i la visió que ara tenim del tema.

2. La meteorologia mediterrània segons J. M. Jansà Guardiola

Ens hem referit a la conferència de 1964 com a manifest. Consider que ho és per la contundència de les asseveracions que s'hi troben i pel marc en el qual va ser pronunciada, la sala d'actes del Servicio Meteorológico Nacional, un servei bastant endarrerit aleshores i més aviat girat cap a l'Atlàntic i la meteorologia de tipus noruec. Però aquesta conferència també és una mena de recopilació sintètica de la visió mediterrània de Jansà. Precisament des d'aleshores, Josep M. Jansà va haver d'anar deixant de banda el tema mediterrani. Destinat a Madrid l'any 1966, va dedicar els seus darrers anys de vida activa a la climatologia acadèmica i global i a les absorbents funcions dels alts càrrecs que va haver d'ocupar.

Josep M. Jansà havia anat identificant la meteorologia mediterrània com a tal, així com alguns dels seus trets fonamentals, progressivament, des de molts anys enrera, i era, als anys seixanta, qui més sabia del tema en tot l'Estat espanyol. Li ho reconeix el gran pare de la meteorologia catalana i pioner, també, de la meteorologia mediterrània, el doctor Eduard Fontseré, quan li escriu, en una carta datada el 22 de febrer de 1952, «Tindrè molt de gust en veure'l i en rebre les seves opinions sobre fets de Meteorologia mediterrània que m'interessen, i sobre els quals vostè està avui molt més documentat que jo».

Els primers estudis meteorològics mediterranis de Jansà són parcials i específics. Corresponen a l'època menorquina (1926-1939) i tracten de la tramuntana i altres vents en superfície, el perfil vertical del vent, les successions nuvoloses, etc. Es basen en

l'observació directa, seguida d'estudi i reflexió. No hi ha dubte que a Menorca la tramuntana és la més significativa i reiterada manifestació de la peculiar meteorologia mediterrània. Són fonamentals dins aquest capítol —com també destaca Campins (1998) en un altre article d'aquest volum— les observacions de vent en alçada fetes mitjançant globus pilot, des de l'observatori de la base naval de Maó.

Els clàssics articles sobre la tramuntana (Jansà, 1933), també comentats per Campins (1998), a més d'aportar nombrosos detalls descriptius sobre les característiques locals de la tramuntana a Menorca, encara útils, estableixen algunes anotacions, més genèriques i prou interessants: a) Els vents a la regió mediterrània són fonamentalment vents locals, és a dir, lligats a la geografia, i per això tenen denominacions pròpies i antigues (donades pels navegants). La tramuntana de Menorca pertany, precisament, a un sistema ampli de vents locals, que inclou el mestral francès i les tramuntanes del Rosselló i l'Empordà, i que, en conjunt, s'estén sobre una àmplia àrea de la Mediterrània occidental i és especialment fort al golf de Lleó. b) La tramuntana és, diríem avui, un corrent en raig (*jet stream*) de baix nivell, amb vent màxim entorn dels 700 m d'alçària i una abrupta discontinuïtat cap als 1.000 o 1.500 m, amb vent diferent —i més dèbil— damunt. c) Hi ha tota una varietat de situacions bàriques compatibles amb la tramuntana, malgrat la presència de baixes pressions relatives cap a l'est i d'altres cap al NW, n'és denominador comú. Normalment les baixes pressions es dibuixen com una depressió mediterrània. Un fet notable és que, almenys en cas de tramuntana forta, s'observa un desajust entre vent i gradient —sinòptic— de pressió: el vent és «excessivament» fort.

Cap al 1945, ja a Palma, comença Jansà Guardiola a construir el cos de doctrina que constituirà la seva visió de la meteorologia mediterrània. Els primers articles («Un frente tormentoso notable...», 1946, «Lluvias de barro registradas en Baleares durante la primavera de 1947», 1948, «Chubascos de primavera en Baleares», 1949) són descripció i diagnòstic de tipus específics de temps pertorbat mediterrani, amb referències concretes a casos d'estudi individuals. Des de 1951 («Previsión del tiempo en el Mediterráneo occidental»), s'entra en un major nivell de generalitat i teorització. Són fites significatives d'aquesta etapa, a més de l'article ja esmentat, «La masa de aire mediterránea» (1959), «Choques de presión en las irrupciones frías» (1960), «El frente mediterráneo» (1962), «La corriente en chorro mediterránea» (1963) i l'esmentada conferència de 1964, publicada el 1966.

La idea més general és la que s'ha exposat a dalt: si la Mediterrània és una regió de meteorologia especialment singular és perquè la geografia regional és especialment definida i particular. La Mediterrània, concretament la conca occidental d'aquesta mar, és vista com una cubeta, fonda, plena d'aigua relativament càlida i envoltada de muntanyes altes i gairebé contínues, que la tanquen pertot arreu, i deixen sols unes —poques i estretes— bretxes o vies de penetració (Jansà, 1951). La visió geogràfica del món mediterrani va ser expressada per Jansà Guardiola d'una manera molt gràfica i original a *Nociones de climatología general y de Menorca* (Jansà, 1961). A la figura 1 reproduïm el dibuix original, moltes vegades adaptat i utilitzat al llarg dels darrers anys.

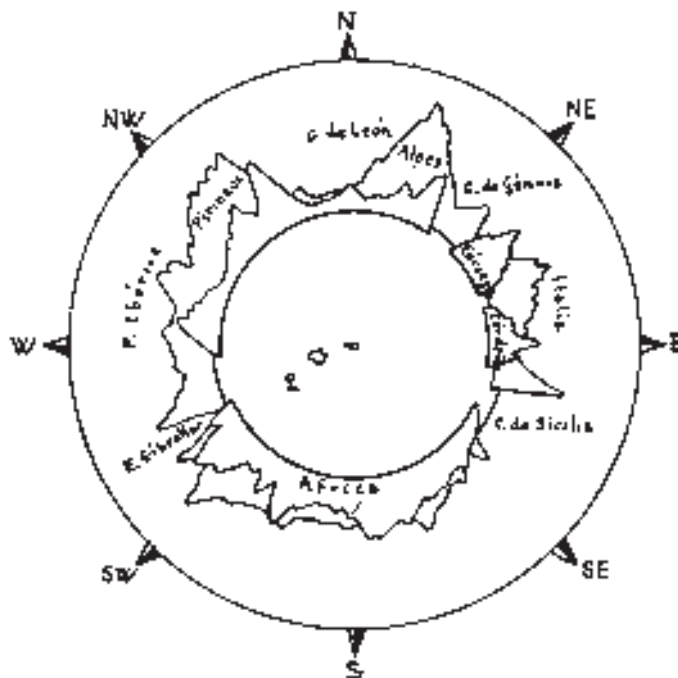


Figura 1. Visió de la Mediterrània, segons J. M. Jansà (1961).

En períodes meteorològicament poc turmentats, la singular geografia mediterrània permet l'aïllament relatiu i la transformació física —per intercanvi de calor i humitat amb l'aigua subjacent— d'una massa d'aire d'uns dos mil metres de gruix, que arriba a omplir tot el fons de la cubeta mediterrània. Es forma així la massa d'aire mediterrània, de característiques ben definides, amb gairebé independència de quina hagi estat la darrera massa d'aire externa arribada a la regió (Jansà, 1959). Quan el marc meteorològic general canvia i la Mediterrània torna a voler ser envaïda per masses d'aire externes, l'aire mediterrani hi oposa resistència, i es forma un front autòcton o, si es vol, s'accentua i es fa més lent, gairebé fins a fer-se estacionari, el front que per si mateix limita l'aire invasor. És així que la presència frontal a la Mediterrània resulta prou freqüent i característica i hom pot parlar de «front mediterrani», malgrat que a vegades no és altra cosa que el front polar, resituat dins la Mediterrània i quasi estacionat (Jansà, 1962). Per a J. M. Jansà, «*el Mediterráneo puede funcionar alternativamente como manantial de aire específico y como zona frontal*» (Jansà, 1966).

Sobre el front mediterrani es poden formar perturbacions ciclòniques violentes o activitat convectiva (Jansà, 1946, 1962, 1966). Normalment el front mediterrani limita la invasió d'aire fred, polar, però hi ha casos més complexos. Quan l'aire càlid africà empeny per entrar a la Mediterrània des del sud, al mateix temps que ho fa l'aire polar des del nord, poden formar-se una sèrie de fronts paral·lels a ambdues costes, que poden arribar a fondre's en un, amb activitat convectiva i/o pluja no convectiva, segons les circumstàncies termodinàmiques ambientals (Jansà, 1949).

D'alguna manera, si es considera que existeix un front mediterrani, a vegades autòcton, a vegades una part del front polar, i es considera que els fronts, si són gruixuts, amb un gran gruix troposfèric, han d'estar necessàriament associats a corrents en raig (*jet*

streams) a la troposfera superior, és ben clar que a la Mediterrània es pot parlar d'un corrent en raig mediterrani (Jansà, 1963). La importància que Jansà dona al tema del corrent en raig mediterrani no és directa, sinó indirecta, en relació amb el joc que aquest pugui donar sobre la generació de ciclons, sobre la ciclogènesi.

De fet, avui en meteorologia mediterrània solem considerar tres capítols centrals: a) els ciclons i les ciclogènesis, b) els grans aiguats i els sistemes convectius, i c) els vents locals. J. M. Jansà va dedicar articles i esforços específics a alguns dels vents locals, com la tramuntana, però els dos primers temes esmentats no reberen a la seva bibliografia un tractament separat. Tanmateix, no foren obviats. El tema, en concret, dels ciclons i les ciclogènesis apareix pertot arreu —amb referència a la tramuntana i les irrupcions fredes, amb referència al front mediterrani i amb referència, sobretot, com hem dit més amunt, al corrent en raig mediterrani. El tema dels aiguats, d'altra banda, no es distingeix gaire del tema dels ciclons, fronts, pertorbacions, genèricament.

Malgrat la dispersió del tractament, provem d'extreure de la seva obra les idees de Jansà Guardiola sobre els ciclons i les ciclogènesis mediterrànies. Com es pot suposar, on més idees juntes hi ha és a la repetidament esmentada conferència de 1964, però són molt significatives les que s'inclouen als articles sobre el front mediterrani (Jansà, 1962) i sobre el corrent en raig mediterrani (Jansà, 1963), anticipades, aquestes últimes, molt abans, a «A propósito del Jet Stream» (Jansà, 1953).

Jansà classifica les pertorbacions —ciclòniques— mediterrànies —amb les quals, de passada, estan relacionats les pluges fortes i els vents forts— en dos grups: frontals i no frontals (Jansà, 1966). Les pertorbacions frontals responen a l'esquema clàssic de l'Escola de Bergen: la inestabilitat ondulatòria, és a dir, el creixement accelerat en amplitud i el cargolament progressiu d'una petita ona inicial aleatòria en el front. La relativament gran importància i la gran autonomia de les pertorbacions frontals mediterrànies estarien associades a la relativament freqüent presència d'un front mediterrani i a la mateixa autonomia o autonomització (reactivació local) d'aquest front. Les pertorbacions —ciclogènesis— no frontals considerades en Jansà són les gotes fredes, les depressions de sotavent i les produïdes per «succió» dinàmica del corrent en raig.

En relació amb la gota freda, que representa la culminació (evolutiva) d'un tàlveg en altura, «*conserva consigo la fuerte vorticidad ciclónica adquirida cuando formaba parte del meandro*» i «*tiende a descender*» i a «*mezclarse con el aire subtropical que la rodea [...] al cual comunica su vorticidad*». Així es va formant un cicló superficial en resposta a la gota freda. «*Es frecuente que poco después de haberse desencadenado una de estas borrascas entre en contacto con algún segmento frontal preexistente*», aleshores «*la energía desplegada alcanza un volumen inesperado*» (Jansà, 1966, pàg. II-17).

Pel que fa a les depressions de sotavent, la gènesi de les quals Jansà Guardiola no entra a explicar, se'n menciona, no sols l'existència, sinó que s'explica que «*muchas veces funcionan como cebo de las verdaderas depresiones frontales*». «*La depresión inicial no es muy profunda, pero si encuentra terreno abonado por una situación frontogenética, puede llegar a ser espectacular*». (Jansà, 1966, pàg. II-18). S'explica així que les depressions —ciclons— prefereixin els golfs, d'una manera especial, el golf de Gènova.

En definitiva, per a Jansà Guardiola les grans ciclogènesis mediterrànies, causa d'inesperat i violent mal temps a la regió, són el resultat d'intensificar i alliberar l'energia baroclínica —frontal—, fàcilment present i accentuada a la regió, a causa d'una localització i geografia apropiades, per l'efecte superficial de les depressions a sotavent —també d'origen geogràfic (orogràfic)— i/o per l'advecció vertical de vorticitat des d'una gota freda o tàlveg profund en altura.

Jansà Guardiola addueix encara un altre mecanisme de ciclogenesis per a la Mediterrània. El va anomenar «efecte de trompa»: un màxim de vent en altura (un corrent en raig, diríem ara) suposa, per l'efecte Bernoulli, una disminució de pressió i, per tant, una succió cap a dalt. El buit provocat genera depressió en superfície sota el màxim de vent, i l'excedent d'aire és arrossegat i desplaçat cap a fora pel mateix corrent en altura (Jansà, 1953, 1963).

J. M. Jansà aprofundí, a més, en interessants detalls mesoescalars —diríem avui— sobre els corrents freds. Les irrupcions d'aire fred des del nord són vistes —quan es miren en detall— com a inundacions d'aigua sobre una vall, que és la Mediterrània, pel sobreiximent repetit de l'aire fred per damunt els vorells mediterranis, per les bretxes d'invasió i aferrat, després, a la superfície, amb un gruix clarament inferior a l'alçada de les parets de la cubeta, com s'havia observat (Jansà, 1933). La torrentada superficial d'aire fred aixeca davant seu l'aire mediterrani, tot provocant —si l'ambient hi és propici— convecció activa i grans ruixats i tempestes (Jansà, 1946). Una vegada establert el torrent d'aire fred, sobre si mateix es produeixen crescudes esporàdiques, que són com a ressalts hidràulics —un torrent per sobre del torrent que continua—, i cadascuna provoca convecció addicional, a més d'un salt cap amunt de la pressió i un reforçament del vent. Jansà (1960) va elaborar curosament la teoria hidràulica de les irrupcions mediterrànies d'aire fred. Vista la invasió freda —la tramuntanada, típicament— com una inundació, és natural que el vent sigui supergeostròfic, com s'havia apuntat anteriorment (Jansà, 1933).

3. La meteorologia mediterrània avui: les etapes de la història recent

Hi va haver poca interacció pròpiament dita entre la feina que feia Jansà Guardiola en meteorologia mediterrània i la d'altres investigadors fora d'Espanya, malgrat que hi apareixen algunes convergències. J. M. Jansà, en efecte, va treballar bastant aïllat dels corrents internacionals, fins i tot amb poca bibliografia. No va viatjar, ni va publicar fora, per manca d'oportunitats —els anys 1940-60 són precisament els d'aïllament internacional d'Espanya— i pel seu propi talant personal, reservat i bastant autosuficient.

Malgrat que ja als anys 1915-30 s'havien fet plantejaments significatius en meteorologia mediterrània, i s'hi va reconèixer la presència d'unes depressions particulars, relacionades amb l'orografia i secundàries de les principals, va ser des dels anys 1950-60 que es van dedicar esforços específics i, en certa manera, coordinats, a la qüestió. L'estament militar, l'OTAN i, en particular, les flotes britànica i nord-americana, hi van tenir molt a veure. L'època va produir un clàssic, el *Weather in the Mediterranean* (HMSO, 1962), en el qual, entre moltes altres coses, es «consagra» la idea de l'existència d'una massa d'aire mediterrània (adduïda per Jansà Guardiola el 1959, malgrat que n'hi ha antecedents més antics).

Als anys 1950-65, començades a superar les primeres formulacions de l'escola noruega, imperava a Europa i Amèrica una meteorologia sinòptica semiquantitativa per descriure les evolucions dels sistemes de pressió, basada en els models matemàtics d'Eady i Charney i en les formulacions de Sutcliffe i d'altres. Els iugoslaus Radinovic i Lalic (1959) van ser els primers a utilitzar algunes d'aquestes «noves» idees —les de Sutcliffe, en concret— per avançar en l'explicació d'un dels temes centrals de la meteorologia mediterrània: les ciclogenesis de Gènova. La intensitat i la localització dels ciclons de Gènova s'expliquen per la intensificació i deformació del front (polar), i pel bloqueig parcial de l'aire fred en tractar de travessar els Alps.

Des dels anys seixanta fins ara, en poc més de trenta anys, han succeït moltes coses. Cal destacar una doble revolució en els mitjans per a la investigació meteorològica, que ha vingut amb els satèl·lits artificials i els ordinadors electrònics —que van fer possibles els models numèrics de previsió del temps—, principalment. Una part dels anys setanta, els EUA, amb el suport d'Itàlia, Grècia i un poc de França, l'OTAN, en definitiva, van liderar la meteorologia mediterrània més coneguda (es pot esmentar l'obra de Reiter de 1975 com a feina de síntesi), malgrat que havien començat a sorgir amb molta força una escola alemanya, a Munic, i una d'italiana independent, la bolonyesa, a més de continuar viva la iugoslava.

L'any 1972, Joseph Egger (professor de Munic) va fer i va publicar el primer experiment numèric aplicat a l'estudi de la ciclogènesi mediterrània, i va demostrar, mitjançant la utilització d'un dels primers models numèrics de previsió del temps, la influència de l'orografia sobre les ciclogènesis de Gènova. S'establí la idea d'una ciclogènesi mediterrània —alpina o de Gènova— «en dos temps»: primer, un germen superficial, una depressió relativa a sotavent, efecte del bloqueig orogràfic de l'aire fred; i, segon, la transferència sobreposada de vorticitat des d'una pertorbació de nivell alt (tàlveg).

L'any 1976 els italians van crear l'*Escola Internacional de Meteorologia Mediterrània* a Sicília, tot arrellegant tots els grups dispersos d'investigadors del tema en un remarcable curs inicial. L'any 1978 Buzzi i Tibaldi (Bolonya) van consolidar, mitjançant la detallada observació d'un cas real, la teoria de la ciclogènesi en dos temps per a les depressions de Gènova: una depressió inicial a sotavent actua de germen per a un procés ulterior d'alliberament d'energia baroclínica.

Però la més gran sacsejada científica en matèria de meteorologia mediterrània va venir els anys vuitanta, amb l'experiment alpi (ALPine EXperiment, ALPEX; Kuettner, 1982), tot coincidint amb una utilització molt generalitzada dels models numèrics i l'observació no convencional (satèl·lits). Les ciclogènesis alpines de sotavent van ser profusament estudiades com a conseqüència de l'ALPEX, que les va considerar com a objecte principal de l'experiment. Es construïren teoritzacions matemàtiques complexes sobre la base de les antigues teories de la inestabilitat baroclínica (Speranza et al., 1985), que després foren sotmeses a crítica (Egger, 1988). També es varen fer conceptualitzacions molt globals (Radinovic, 1986). I, sobretot, es va fer una utilització massiva dels models numèrics per validar hipòtesis o simplement per contrastar la capacitat predictiva dels models. De passada direm que una conclusió prou general dels estudis fets a la dècada dels vuitanta és que alguns aspectes de la peculiar meteorologia mediterrània —concretament les ciclogènesis alpines o de Gènova—, havien començat a no ser tan impredecibles, tan capriciosos: els models eren capaços d'anticipar-ne els principals trets, malgrat que no els detalls, ni la intensitat, ni les conseqüències.

Les esperances obertes per l'ALPEX i la necessitat d'ampliar l'horitzó, sense restringir-se a les ciclogènesis alpines, va portar a l'Organització Meteorològica Mundial (OMM) a establir, l'any 1984, un *projecte d'estudis sobre els ciclons mediterranis* (en general) i els fenòmens meteorològics connexos. Aquest projecte (MCP) no ha tingut un finançament important —com va tenir l'ALPEX—, i s'ha establert bastant lentament, però ha servit per mantenir vius un caliu i unes relacions internacionals enriquidores. Són moltes les publicacions de l'OMM sobre el MCP. Val a dir que al llarg dels darrers anys ha estat el Centre Meteorològic de les Balears el principal executor i la principal referència del MCP.

Els grups espanyols, superat l'aïllament, amb més recursos i força que abans, han participat tímidament a l'ALPEX, però han passat a coexecutar, amb França, un nou experiment d'àmbit mediterrani, l'EXperiment PYRenaic (PYREX, Bougeault et al.,

1990), i a gairebé liderar el MCP i posar sobre la taula nous temes mediterranis, com l'existència i el comportament dels anomenats sistemes convectius de mesoescala (SCM), associats a algunes de les catàstrofes mediterrànies més greus, com les inundacions valencianes de 1982 o 1987 (Rivera, Riosalido, 1986). Els SCM són un descobriment a la Mediterrània —ja era conegut el fenomen als EUA— que sols els satèl·lits han pogut posar de manifest.

Espanya comença a ser una potència reconeguda en meteorologia mediterrània, al mateix temps que en sorgeixen de noves, com Israel, mentre algunes de clàssiques, com l'italiana escola bolonyesa continuen amb tota la força i d'altres es modifiquen, com l'escola alemanya, que canvia el centre de gravetat per situar-lo a Suïssa, concretament a Zuric, sense deixar d'haver-hi activitat significativa a Munic.

4. La meteorologia mediterrània avui: algunes idees actuals, amb referència a les de J. M. Jansà

Jo diria que actualment, ja de camí cap al segle XXI, la meteorologia mediterrània és en un moment de fort impuls i replantejaments dràstics. Curiosament, aquest fascinant moment actual permet retrobar algunes de les idees de Jansà Guardiola com a prou intuïtives i profètiques.

El darrer impuls actual l'han esperonat la freqüent incidència recent de fets meteorològics singularment violents i la seva extensió espectacular cap a zones mediterrànies tradicionalment menys afectades. A Espanya, des de 1982-83, amb greus inundacions a València i Catalunya, els fets catastròfics catalogables com a típicament mediterranis s'han multiplicat. Cal destacar, una altra vegada a Catalunya i València, els episodis de 1987, o el de Mallorca de 1989. I molts d'altres. Però, a més, al llarg dels anys noranta, han estat particularment castigats el sud de França i de Suïssa i el nord d'Itàlia, a més de Grècia, Egipte, Israel i Turquia, un fet abans, o més ben dit, durant molt de temps, poc freqüent. La sensibilització, la necessitat de fer alguna cosa, ha sorgit amb força en molts països. Ha sorgit també la necessitat de superar la visió un poc estreta, gairebé monopolitzada per les ciclogènesis de Gènova i els seus fenòmens associats, típica dels anys setanta i part dels vuitanta.

Avui ens reafirmem en el principi que la singularitat meteorològica mediterrània és conseqüència de la indiscutible singularitat geogràfica de la regió. A més a més, les diferències que hi ha entre la Mediterrània occidental i la Mediterrània oriental es deuen a diferències en l'escenari geogràfic. Així com la Mediterrània occidental és gairebé tancada per muntanyes, la Mediterrània oriental té francament oberta la frontera sud, lligada sense obstacles al desert africà.

Que molts mecanismes dels que fan especial la meteorologia mediterrània succeeixen entre el nivell de les carenes muntanyenques i la superfície, dins la primera capa aèria, de 2.000 metres de gruix, és un fet del qual som, tornam a ser, ben conscients, però val a dir que ens cal traduir aquesta consciència a la pràctica operativa. Sospitam que, si no som capaços de manejar, simular i visualitzar amb més detall i cura la capa baixa, mai no progressarem prou en meteorologia mediterrània. Les eines hi són. Els models numèrics de predicció actuals tenen prou resolució vertical per fer-ho possible, però fa falta una major base d'observacions i una major atenció crítica sobre el que els models poden dir d'aquesta capa, i fan falta més facilitats per visualitzar el que hi succeeix i que els models tal vegada han començat a recollir, sense que ni ens n'adonem.

Dins la capa baixa d'aire mediterrani s'esdevenen una multitud de fenòmens essencials, com la transformació i l'homogeneïtzació de la massa d'aire —ja ho deia Jansà Guardiola—, la generació de gèrmens de depressió a sotavent —ja ho intuïa Jansà Guardiola—, la formació de fronteres —fronts superficials—, i, tal com deia el nostre antecessor, la generació, també, i l'extensió dels vents locals mediterranis, com la tramuntana i el mestral, el llevant i els ponents, el cerç, algun llebeig, etc.

J. M. Jansà va dedicar poc espai als efectes primàriament orogràfics, malgrat que sabia la importància que tenen a la Mediterrània, però no és estrany, ja que els majors avenços en efectes orogràfics s'han produït, sobretot, com a conseqüència de l'ALPEX (1982) i el PYREX (1990). Avui sabem que el fregament (*drag*) entre el corrent aeri i l'orografia és prou fort per provocar un dipol d'anomalia de pressió ben sensible, amb alta a sobrevent i baixa a sotavent, exagerat hidrostàticament pel bloqueig de l'aire a sobrevent quan l'aire incident és fred (Bessemoulin et al., 1993). El dipol orogràfic és essencial en la distribució dels vents locals, i proporciona acceleracions i frenades espectaculars (vegeu Campins et al., 1995; Campins, 1998).

La visió que avui tenim sobre els vents locals —sobre la tramuntana, en particular— no contradiu, ans al contrari, la de Jansà Guardiola. A més a més, en Jansà Guardiola hi ha un enriquiment de la idea actual, que ens ha de dur, en els anys venidors, a precisar més la nostra visió actual, en particular pel que fa a les fases transitòries, no estacionàries, de la formació i propagació dels vents locals. Han convergit recentment Sánchez-Laule i Polvorinos (1996) amb la idea de Jansà (1960) dels salts de pressió lligats a irrupcions fredes, ells, amb referència a les entrades de llevant al mar d'Alborán. I caldrà que nosaltres, amb el que hem afegit de coneixements, els apliquem a la tramuntana, per poder explicar millor les vicissituds temporals del vent, les seves extensions i els retraïments sobtats, les seves acceleracions i frenades locals.

Pel que fa a les ciclogènesis, l'anàlisi no convencional a mesoescala (Jansà, 1990) ens ha ensenyat a distingir les de caire superficial i de poc desenvolupament, de les ciclogènesis profundes o pròpiament dites. Les primeres són freqüentíssimes i les podem comptar per centenars cada any (vegeu INM, *Boletín PEMMOC*). De les segones se'n produeixen algunes desenes per any i, malgrat que no són exclusives de l'àrea alpina de Gènova, tenen la major freqüència en aquella zona. Les altres són també molt repetitives quant a localització.

Avui creiem que la millor manera de veure la ciclogènesi és pensar-hi en termes de vorticitat potencial, segons el brillant plantejament de Hoskins et al. (1985). Ja introduït per Ertel els anys quaranta, el concepte de vorticitat potencial permet simplificar molt el pensament sobre la ciclogènesi: la vorticitat potencial —una magnitud que combina vorticitat relativa (rotació, en definitiva) i estabilitat vertical de l'aire— és una magnitud conservativa en moviments adiabàtics —sense intercanvi de calor— i sense fricció. L'estratosfera, per la seva gran estabilitat estàtica, és una reserva mundial de vorticitat potencial (VP). Quan l'aire estratosfèric s'enfonsa en un punt, arrossega vorticitat potencial i es converteix en un tàlveg o en una «gota freda», en un cicló de nivell alt, amb un alt contingut de VP, que es propaga cap a baix, tot generant rotació ciclònica.

En termes dinàmics, una anomalia tèrmica positiva en nivell baix és equivalent a una anomalia positiva de VP, ja que genera, també, circulació ciclònica. D'altra banda, els processos diabàtics —escalfament—, per irradiació i sobretot per alliberament de calor latent de condensació, generen nuclis positius de VP en nivell baix. També les friccions diferencials, en particular clares als límits de les cadenes de muntanyes.

Les anomalies de VP en nivell alt poden interactuar, tot potenciant-se mútuament, amb anomalies positives de VP en nivell baix o amb anomalies positives de temperatura. És així que es generen els principals processos de ciclogènesi. Un cas especialment interessant s'esdevé quan una anomalia positiva de VP en nivell alt es connecta amb un front previ en nivell baix: la rotació induïda des de dalt genera al front una «ciclogènesi frontal o baroclínica»: s'ondula el front, tot formant una anomalia tèrmica positiva, al mateix temps que comencen a formar-se pluges, i es genera una anomalia de VP en nivell baix, de manera que el resultat és una reacció en cadena, fins a una profunda ciclogènesi, superficial i profunda al mateix temps.

A sotavent de les muntanyes que tanquen la Mediterrània, és a dir, dins la nostra regió, en particular a les zones amb configuració fisiogràfica de golf, és freqüent que, per efecte de fregament orogràfic i bloqueig d'aire fred, es formin anomalies tèrmiques positives, que es manifesten com a depressions superficials, a les quals tendeix a associar-se circulació ciclònica. També és freqüent que es formin «vetes» de VP positiva, a l'«esquerra» dels màxims de vent local associats a les anomalies tèrmiques/bàriques. Quan una anomalia de VP se sobreposa, interactua amb l'anomalia tèrmica —depressió— o amb l'anomalia superficial de VP, s'esdevé la ciclogènesi profunda, precisament allà on preexisteixen anomalies superficials de temperatura o VP de suficient entitat cadascuna o coincidents en l'espai (Tafferner, 1990; Jansà et al., 1994; Aebischer, 1996). El mateix efecte es tindria quan l'anomalia de nivell alt de VP entràs en fase amb un front superficial, amb el front mediterrani en particular. Excepcionalment, en situació frontal molt activa, que no és rara a la Mediterrània, la mateixa deformació del front per efecte del bloqueig orogràfic pot conduir a una ciclogènesi profunda, amb propagació de baix a dalt, en lloc de la més comuna interacció dalt-baix. Vegeu la figura 2. Jansà Guardiola no anava, doncs, gens desencaminat en descriure els processos ciclogènètics mediterranis per «gota freda» o de tipus frontal, de front mediterrani.

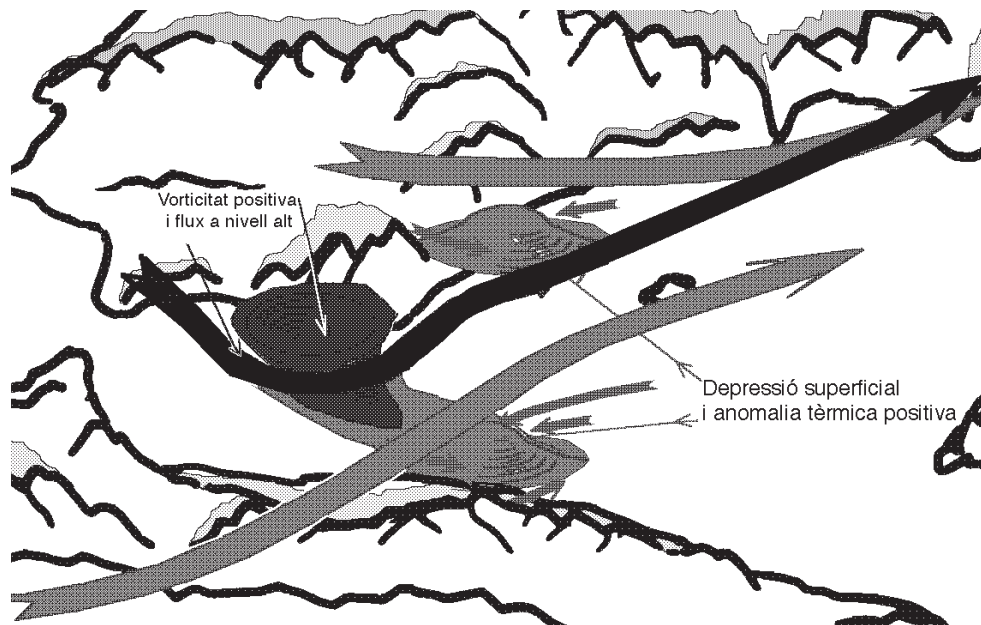


Figura 2. Model conceptual de ciclogènesi mediterrània.

No podem, en canvi, encaixar el que descrivia com a efecte de «trompa». Pensam que la tendència a l'hidrostatisme de l'atmosfera a gran escala compensa el possible efecte d'una depressió d'origen cinètic, que, això no obstant, sí que és vàlid i eficient a petita escala, per a dimensions de centenars de metres o pocs quilòmetres. Pensam que la coincidència entre corrent en raig i ciclogènesi, prou habitual, és més deguda al fet que certes zones d'un corrent en raig limitat, la seva esquerra, en concret, duen associada una anomalia positiva de VP (en altura).

Ens queda la qüestió dels grans aiguats mediterranis. D'això en va parlar poc Jansà Guardiola, com hem dit, malgrat que en fa referències tot associant els grans ruixats a fronts mediterranis, principals o secundaris, i a les ciclogènesis mateixes. Tampoc en això anava desencaminat. Ens ha costat arribar a la conclusió que sí, que existeixen relacions entre grans ruixats i ciclons o fronts aparentment poc importants. Durant un temps, cap als primers anys vuitanta, es van dissociar els temes mediterranis dels grans aiguats i de les ciclogènesis. Gràcies als satèl·lits, es va descobrir que alguns dels ruixats mediterranis més efectius i copiosos —aquells que produeixen 200, 300 i fins a 800 mm de pluja en algunes hores— anaven associats a les configuracions nuvoloses anomenades pels americans i britànics sistemes convectius de mesoescala (SCM), que es consideraven formats d'una manera aparentment aleatòria, en condicions de forta inestabilitat convectiva, per l'existència d'una massa d'aire mediterrani càlida i molt humida. Ja fa temps que vàrem començar a fer veure que SCM i ciclogènesis no són fenòmens tan independents (Jansà et al., 1986). Avui sabem que els SCM no es formen en qualsevol lloc, sinó preferentment sobre les fronteres de temperatura i humitat, o fronts mediterranis de poc gruix, sostinguts precisament per les convergències de vent forçades dins les circulacions ciclòniques, fins i tot les poc importants, tan freqüents a la Mediterrània. La figura 3 esquematitza el nostre model conceptual. Avui sabem que el 65% dels SCM mediterranis tenen en associació una depressió, generalment situada al seu SW, amb centre a uns 100-300 km. El 80% de totes les pluges fortes mediterrànies (de més de 60 mm/24 h) tenen també associada una depressió igualment situada (Jansà et al., 1996). I, curiosament, sols el 7% de les pluges fortes mediterrànies són associables a un SCM.

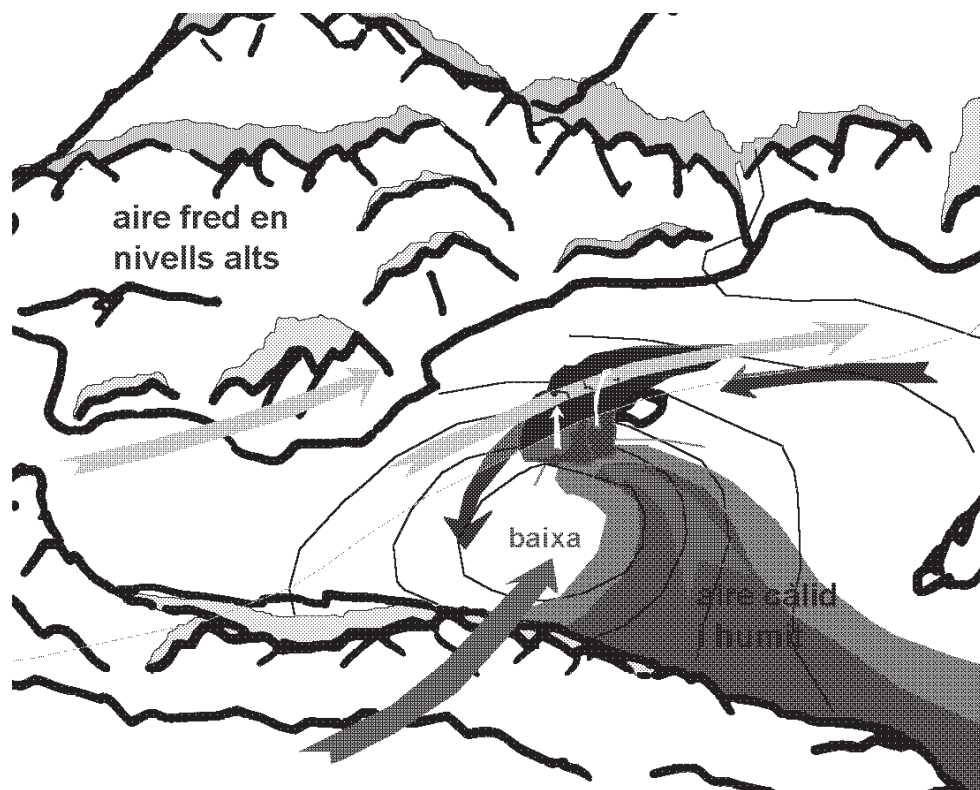


Figura 3. Model conceptual d'interacció cicló-SCM.

Conclusions

S'ha avançat molt en meteorologia mediterrània els darrers quinze anys, però encara hi ha massa sorpreses, massa imprecisions. Com havia dit Jansà Guardiola l'any 1964, hem de continuar estudiant aquesta meteorologia singular i capriciosa per millorar prediccions que són moltes vegades crítiques per als homes i dones d'aquesta regió del món. Excepte en algun detall, els avenços en meteorologia mediterrània ens fan retrobar, més que fer enfora, idees exposades per Jansà Guardiola al llarg dels anys 1930-60, a vegades presentades intuïtivament, de manera poc fonamentada. Hi ha encara en Jansà Guardiola idees que s'han de reprendre, perquè ens poden ajudar, com els conceptes sobre salts de pressió i efectes hidràulics en les irrupcions fredes. Jansà Guardiola ha influït, sens dubte, en els avenços en meteorologia mediterrània dels anys posteriors, però la seva influència haguera estat molt més viva i directa si no hagués treballat amb tant d'aïllament com ho va fer. És un aspecte que hem de tenir present els que, d'alguna manera, seguim les seves passes.

Referències

- AEBISCHER, U. (1996). *Low-level Potential Vorticity and Cyclogenesis to the Lee of the Alps*, Ph. D. Thesis, Dissertation No 11732, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zurich.
- BESSEMOULIN, P.; BOUGEAULT, P.; GENOVÉS, A.; JANSÀ, A.; PUECH, D. (1993). «Mountain Pressure Drag during PYREX». *Beitr. Phys. Atmosph.*, 66, 305-325.
- BOUGEAULT, P.; JANSÀ, A.; BENECH, B.; CARISSIMO, B.; PELON, J.; RICHARD, E. (1990). «Momentum budget over the Pyrenees: the PYREX experiment». *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 71, 806-818.
- BUZZI, A.; TIBALDI, S. (1978). «Cyclogenesis in the lee of the Alps: A case study». *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, 104, 271-287.
- CAMPINS, J.; JANSÀ, A.; BENECH, B.; KOFFI, E.; BESSEMOULIN, P. (1995). «PYREX Observation and Model Diagnosis of the Tramontane Wind». *Meteorol. Atmos. Phys.*, 56, 209-228.
- CAMPINS, J. (1998). «L'estudi de la tramuntana: de J. M. Jansà al PYREX». *Territoris*, 1.
- EGGER, J. (1972). «Numerical experiments on the cyclogenesis in the Gulf of Genoa». *Contrib. Atmos. Phys.*, 45, 320-346.
- (1988). «Alpine lee cyclogenesis: verification of theories». *J. Atmos. Sci.*, 45, 2187-2203.
- HMSO, METEOROLOGICAL OFFICE (1962). *Weather in the Mediterranean*, pub. 391, vol. 1, *General Meteorology*, London.
- HOSKINS, B. J.; MCINTYRE, M. E.; ROBERTSON, A. W. (1985). «On the use and significance of isentropic potential vorticity maps». *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, 111, 877-946.
- INM (A. GENOVÉS, coord.). *Boletín PEMMOC*, catàleg semestral de ciclons i fenòmens adversos mediterranis, INM, Palma, des de 1991.
- JANSÀ, A.; RAMIS, C.; ALONSO, S. (1986). «La tormenta mediterránea de 15 Noviembre 1985: mecanismo de disparo». *Rev. Meteorol.*, 8, 7-19.
- JANSÀ, A. (1990). *Notas sobre análisis meso-escalar en niveles atmosféricos bajos*. INM. Madrid.
- JANSÀ, A.; RADINOVIC, D.; ALPERT, P.; GENOVÉS, A.; CAMPINS, J.; PICORNELL, M. A. (1994). «Mediterranean cyclones: Subject of a WMO Project». *Internac. Symposium on the Life Cycle of Extratropical Cyclones*, Bergen, vol. II, 26-31.
- JANSÀ, A.; GENOVÉS, A.; RIOSALIDO, R.; CARRETERO, O. (1996). «Mesoscale cyclones vs heavy rain and MCS in the Western Mediterranean». *MAP Newsletter* (Zurich), núm. 5, 24-25.
- JANSÀ, J. M. (1933). *Contribución al estudio de la Tramontana en Menorca*. Servicio Meteorológico Español. Sèrie A, 3. Madrid.
- (1946). «Un frente tormentoso notable. El temporal del 24-25 de noviembre de 1942 en Baleares». *Rev. Geofísica*, 5, 24-36.
- (1948). «Lluvias de barro registradas en Baleares durante la primavera de 1947». *Rev. Geofísica*, 7, 1-12.
- (1949). «Chubascos de primavera en Baleares». *Rev. Geofísica*, 8, 475-485.
- (1951). «Previsión del tiempo en el Mediterráneo occidental». *Rev. Geofísica*, 10, 3-19.
- (1953). «A propósito del Jet Stream». *Revista de Aeronáutica*, 148, 190-198.
- (1959). «La masa de aire mediterránea». *Rev. Geofísica*, 18, 35-50.
- (1960). «Choques de presión en las irrupciones frías». *Rev. Geofísica*, 19, 269-284.
- (1961). *Nociones de Climatología general y de Menorca*, Imp. Sintet Rotger, Maó (Menorca).
- (1962). «El frente mediterráneo». *Rev. Geofísica*, 21, 249-259.
- (1963). «La corriente en chorro mediterránea». *Saitabi*, 13, 87-104.
- (1966). «Meteorología del Mediterráneo occidental». *Tercer Ciclo de Conferencias, desarrollado en el Instituto Nacional de Meteorología durante el año 1964*. Sèrie A, 43, II/1-35. SMN. Madrid.
- KUETTNER, J. (ed.) (1982). *The Alpine Experiment (ALPEX). Design Proposal*. WMO. Geneva.
- RADINOVIC, D.; LALIC, D. (1959). *Ciklonska aktivnost u Zapadnom Sredozemlju*. Izdanje Saznogn Hidrometeoroloskog Zadova, Beograd.

- RADINOVIC, D. (1986). «On the development of orographic cyclones». *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, 112, 927-951.
- REITER, E. (1975). *Handbook for forecasters in the Mediterranean. Part I: General Description of the meteorological processes*. Naval Environmental Prediction Research Facility. Monterey (California).
- RIVERA, A.; RIOSALIDO, R. (1986). «Mediterranean Convective Systems as viewed by Meteosat: a case study». *VI Meteosat User's Meeting*. Amsterdam.
- SÁNCHEZ-LAULE, J. M.; POLVORINOS, F. (1996). «Entrada brusca de vientos de levante en la costa norte de Alborán». *IV Simposio Nacional de Predicción del INM* (disponible via Internet, <http://www.inm.es>).
- SPERANZA, A.; BUZZI, A.; TREVISAN, A.; MALGUZZI, P. (1985). «A theory of deep cyclogenesis in the lee of the Alps. Part I: Modifications of baroclinic instability by localized topography». *J. Atmos. Sci.*, 42, 1521-1535.
- TAFFERNER, A. (1990). «Lee cyclogenesis resulting from the combined outbreak of cold air and potential vorticity against the Alps». *Meteor. Atmos. Phys.*, 43, 31-47.