



Influència de la temperatura sobre la població d'Andorra abans del segle XX

- 30 d'abril del 2013 a les 20.00 h
- Sala d'actes de La Llacuna Centre Cultural, Andorra la Vella



Alan Ward i Koeck

Enginyer superior en informàtica i màster en programari lliure

Èric Jover i Comas

Doctor en química

▲ Currículum

Alan Ward i Koeck és enginyer en informàtica i màster en programari lliure.

Ha estat professor d'informàtica i d'electrònica al centre de batxillerat de l'Escola Andorrana des de la creació d'aquest centre a l'any 1995, així com professor consultor a l'Escola d'Informàtica i Gestió de la Universitat d'Andorra i a la Universitat Oberta de Catalunya. Més recentment, ha assumit tasques de coordinació amb la Universitat d'Andorra en el Ministeri d'Educació i Cultura.

El seus àmbits actuals de recerca inclouen la seguretat informàtica i la computació paral·lela, sobretot per les seves aplicacions al càlcul dels efectes del canvi climàtic, així com diferents aspectes de la història d'Andorra. També s'interessa a la cultura dels països de l'Àsia oriental, en els estudis dels quals és llicenciat per la Universitat d'Andorra.

Les seves publicacions més recents inclouen:

-Preliminary results on Andorran temperature reconstruction

Alan Ward, Eric Jover; in proceedings of IUCN World Conservation Congress, Barcelona, 2008

-La capacitat mecànica històrica: les rodes d'aigua del territori

Alan Ward; in proceedings of Diada d'Andorra, Universitat Catalana d'Estiu, Prada de Conflent, 2009

-Manual de Signatura Digital

Amadeu Albós, Aleix Dorca, Alan Ward; Universitat d'Andorra, Des. 2009

-Els Andosins en el context cultural de la 2a Guerra Púnica

Eric Jover Comas, Alan Ward and Alan Ward Leach; in Papers de Recerca Històrica, Societat Andorrana de Ciències, vol. 6, 2010

-Climate change and the spread of Buddhism to East Asia

Alan Ward, Amazon Createspace, 2010.

▲ Currículum

Èric Jover i Comas, director de l'Observatori de la Sostenibilitat d'Andorra i de l'Agència de Qualitat de l'Ensenyament Superior d'Andorra, investigador col·laborador de la Universitat de Barcelona, membre del consell rector de la Universitat Catalana d'Estiu en representació d'Andorra i membre de la junta directiva de la Societat Andorra de Ciències.

Llicenciat en química per la Universitat Paul Sabatier de Tolosa, es va especialitzar en química analítica i química ambiental tant a partir d'un diploma de formació científica i tecnològica de l'Institut Nacional de Ciències Aplicades de Tolosa com del diploma d'estudis avançats i la tesi doctoral que va realitzar a la Universitat de Barcelona i a l'Institut d'Investigacions Químiques i Ambientals de Barcelona, del Consell Superior d'Investigacions Científiques. Els seus interessos científics actuals se centren en els tres pilars següents: recerques transversals en sostenibilitat aplicades a problemàtiques andorranes, desenvolupament de metodologies analítiques per a l'avaluació de nous contaminants i elaboració i optimització d'eines analítiques basades en nanotubs de carboni. Aquestes recerques li han permès publicar més d'una trentena d'articles en revistes científiques internacionals, realitzar nombroses conferències en congressos internacionals i dirigir sis tesis de màster.

Presentació

Bona nit.

Amb aquesta conferència voldríem presentar de manera més divulgativa els resultats d'un treball científic sobre el clima i la demografia d'Andorra. Va ser publicat al seu moment en una revista científica d'àmbit internacional, *Population and Environment*, sota el títol "Linking long-term temperature variability to population density in Andorra (Central Pyrenees)."¹⁾

En aquesta publicació, havíem començat per fer notar que en certa manera, *Andorra is special*. I ho podem dir per diversos motius. En primer lloc, ho és perquè té una població que durant anys es va desenvolupar de manera aïllada. Tant el fet orogràfic com el polític varen fer que hagués de ser així, almenys fins que tingué lloc una obertura progressiva i relativament tardana cap a l'exterior. Tal com és sabut, l'obertura es va desenvolupar de manera parcial als segles XVIII i XIX, i més completament al segle XX. Aquest creixement aïllat fa que ens trobem davant d'una població amb característiques especials, que no es troben en poblacions de dimensions més grans o residents en àrees geogràfiques de més fàcil accés. Com veurem més endavant, això ens permetrà arribar a conclusions que serien més difícils en un altre Estat.

Tot i això, cal dir que l'estudi també ens va plantejar certes dificultats. A manca de dades estadístiques precises, és difícil fixar amb exactitud la magnitud de la població andorrana d'abans

del segle xx. Les primeres estimacions –i eren tan sols això, estimacions– es varen fer sobretot a partir de final del segle XIX, de la mà de certs visitants a les nostres valls. Abans d'aquesta data, no disposem de cap cens que reflecteixi de manera exacta el nombre d'habitants.

A partir dels elements que ens han arribat podem suposar que es devia tractar d'una població relativament reduïda, a l'escala d'unes valls de muntanya i no d'un país modern com tenim actualment. Sense conèixer-ne exactament la magnitud, l'haurém d'estimar. Una vegada feta tal estimació, ens pot resultar complicat distingir, entre les evolucions de la població, quines corresponen a fenòmens climàtics com poden ser canvis de temperatura, i quines als esdeveniments històrics que varen patir tant el nostre país com els veïns.

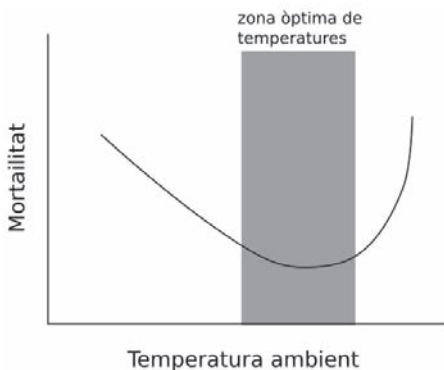
Influències semblants en altres llocs

La idea que les temperatures ambientals puguin tenir una influència sobre la mortalitat, i per tant sobre l'evolució de les poblacions, no és nova. Existeixen diferents estudis, que en general arriben a la conclusió que existeixen unes temperatures ambientals *òptimes* per a cada població. En aquestes temperatures, la mortalitat té uns valors bastant continguts. Si la temperatura baixa per sota d'aquests nivells òptims, la mortalitat va augmentant progressivament. Però si la temperatura supera la zona òptima de temperatures, la mortalitat també augmenta, aquesta vegada de manera bastant contundent.

Molts de nosaltres encara recordem l'onada de calor que va patir el continent europeu durant l'estiu del 2003. S'estima que aquesta onada va causar més de 70.000 morts prematures a Europa, sobretot entre les poblacions considerades més fràgils: infants joves d'una banda i les persones de més edat de l'altra. Però convé tenir en compte que aquesta onada de calor no va afectar el continent de manera uniforme. Així, la península Ibèrica en va sortir relativament ben parada, i les temperatures no es van enfilair gaire més dels valors considerats *normals* per l'estiu. Per contra, a França, el sud d'Anglaterra i a l'Europa central la diferència de temperatures va ser molt més notable i s'hi van notar més els efectes demogràfics.

Naturalment, en èpoques passades aquestes influències de la temperatura sobre la demografia eren més fortes que actualment, i això a causa dels avenços tecnològics que coneixem. Els primers caçadors es vestien amb pells d'animals, mentre que nosaltres disposem de vestimenta moderna amb teixits tècnics. Les tècniques actuals de construcció han millorat l'aïllament i els altres materials constructius. Es disposen de mitjans tècnics com la calefacció a l'hivern i l'aire condicionat a l'estiu, mitjans de què no disposaven les poblacions dels temps passats, que havien de fer servir tan sols els mitjans al seu abast. Per aquest motiu, quan les temperatures pugen o baixen en excés les poblacions actuals tenen més recursos per aïllar-se'n dels efectes que no anteriorment.

Però els efectes de la temperatura sobre la



població humana tampoc no es poden limitar als efectes directes. També cal tenir en compte els efectes indirectes, com per exemple els que tenen les temperatures sobre les collites. A menor temperatura ambient, més baix serà el creixement de la productivitat vegetal i més restringides les zones en què es pugui cultivar cada espècie. S'arriba així a obtenir collites menys abundants, amb, com a corol·laris, una alimentació degradada en quantitat i en qualitat (menys variada), un pitjor estat de salut de la població i en conseqüència una major mortalitat.

Com reconstruïm la població d'una parròquia?

Per reconstruir la població d'Andorra, la primera tasca que ens trobem és identificar les fonts disponibles.

La font principal podrien ser els arxius comunals. Ara bé, l'objectiu d'aquests registres era en primer lloc fiscal. A causa de l'estructura impositiva d'aquell moment, no es comptaven les persones sinó els focs o llars. Pel mateix motiu, també podem dubtar si es comptabilitzava certa població flotant: aquelles persones que per les circumstàncies que fossin –comerç, ramaderia o esdeveniments polítics als països veïns– s'havien desplaçat a Andorra i hi feien estades més o menys esteses però sense figurar-hi com a residents.

L'altra font podrien ser els registres parroquials. En aquests registres, a càrrec del mossèn de cada parròquia, es registraven els principals esdeveniments de la vida comunitària: els batejos, els casaments i eventualment les defuncions. Però aquests registres també presenten certes particularitats.

En primer lloc, la seva actualització continuada depenia de la presència d'un mossèn. La realitat dels arxius ens mostra diferents episodis més o menys llargs, durant els quals algunes parròquies no tenien un mossèn assignat –el més recent, a la parròquia de la Massana els anys 80 del segle passat.

Encara que hi hagués un mossèn, també podem intuir certa vacil·lació sobre què es registrava en els registres. Si una persona difunta no era formalment resident de la parròquia –malgrat una presència més o menys prolongada en el temps–, se'n registrava la defunció? O s'esperava que els seus familiars –si existien– la fessin registrar a la parròquia d'origen? Podem suposar que en aquests casos imperava un cert criteri personal de l'encarregat.

Finalment, també cal esmentar certes vicissituds en la transmissió dels registres. Així, tenim coneixement dels aiguats del 1937 que es van endur els registres a Encamp.

En acabat, del període que ens interessa disposem de les dades d'Encamp entre 1566 i 1815 d'una banda, i dels d'Ordino entre 1700 i 1889 –i això gràcies a l'amabilitat i ajuda tant de l'Arxiu Nacional, de la mà de la directora, Susanna Vela, com també dels investigadors Valentí Gual i Rosa Puig.

Una primera exploració d'aquestes dades ja permet detectar que els casaments són constants i similars a les dues parròquies. Aquest fet és interessant ja que en podem extreure dues conclusions:

- es tracta de poblacions relativament estables al llarg de tot el període;
- podem suposar que són poblacions de mides semblants.

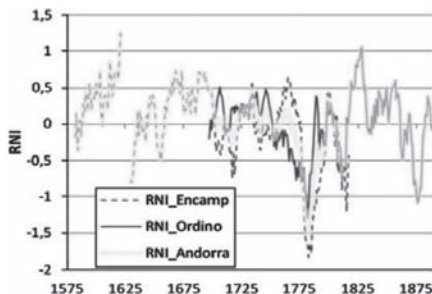
Va ser a partir d'aquesta constatació que vàrem tenir la idea de construir una única població *virtual*, que representés la d'una parròquia genèrica de les dimensions d'Encamp o d'Ordino i que hauria seguit una evolució demogràfica similar. Així, teníem la possibilitat de formar un

registre de població que abastés tot el període entre final del segle XVI i final del segle XIX.

Dins d'aquesta població, la comparació entre el nombre de naixements (batejos) i el de defuncions ens va permetre establir una ràtio de creixement de la població anual, o en anglès *rate of natural increase* (RNI).

En la figura precedent, el traç blau representa l'RNI d'Encamp entre els segles XVI i XVIII, i el vermell la d'Ordino entre els segles XVIII i XIX.

En la zona en què s'encavallen s'observa que les dues poblacions varen seguir una evolució molt propera, si bé no idèntica. En groc es representa l'RNI combinada de la nostra població *virtual*. També s'hi pot notar el salt de dades al voltant de l'any 1600, període durant el qual hi ha una llacuna de dades que fa pensar en la possible absència prolongada de mossèn a la parròquia.



Com sabem la temperatura que feia?

La primera manera que tenim de conèixer les temperatures del passat són els registres de mesures instrumentals. La seva creació i posada al dia regular és un fet generalitzat a escala mundial a partir de l'any 1850, aproximadament. Malauradament, a Andorra tan sols en disposem des de l'any 1934. En aquell any, la companyia hidroelèctrica Fhasa –després es va transformar en FEDA i avui en dia encara subministra dades de temperatures als investigadors i al públic en general– va començar a registrar les temperatures mínimes i màximes en tres estacions: la central d'Escaldes, el llac d'Engolasters i la presa de Ransol.²

Per anar més cap enrere en el temps, una possible opció és l'ús de la dendrocronologia. En aquesta tècnica s'estudien els anells de creixement dels arbres, que presenten cada any dues franges de creixement: a la primavera i a la tardor. Estudiant l'amplada de cada anell, així com la densitat de la fusta, es poden extrapolar les temperatures ambientals del lloc en què l'arbre creixia, així com altres factors, com si estava ben abastat en aigua o no (estrès hídric).

En el nostre cas, s'han pogut fer correlacions entre els registres instrumentals a partir de l'any 1934 amb els resultats provinents de la dendrocronologia. Per això, hem fet servir dades dendrocronològiques no tan sols andorranes, sinó també les dipositades al National Climatic Data Center dels Estats Units.³

El motiu és que a les nostres contrades constatem una manca generalitzada d'arbres *vells*. A causa de l'activitat de les carboneres –producció de carbó vegetal destinat a les fargues– com a consum domèstic de la població, l'explotació intensa del bosc fins a final del segle XIX fa que avui en dia es puguin trobar pocs exemplars d'arbres que tinguin més de 200 a 250 anys en els nostres boscos.

Tot i això, les dades dendrocronològiques ens permeten tenir un coneixement de les temperatures a les Valls a partir del 1700 aproximadament. N'hem pogut deduir les mitjanes, mínimes i màximes mensuals, estacionals i anuals. D'aquesta manera, es pot tenir una reconstrucció de les temperatures mixta, que combina les aportacions dels anells dels arbres a partir del 1700 i les dades instrumentals a partir del 1934.

Els efectes del vulcanisme

En una primera aproximació, pot sorprendre que es parli dels efectes del vulcanisme aquí al nostre país. Finalment, s'hi produeixen relativament pocs terratrèmols, i de magnituds tan baixes que a penes són notats per la població.

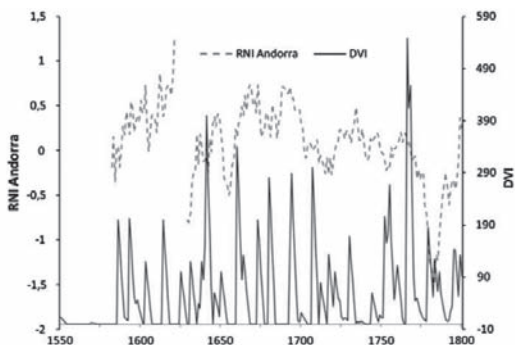
Tot i això, podem considerar fenòmens tals com l'erupció del volcà mont Pinatubo (Luzón, Filipines) el 15 de juny del 1991. En aquesta ocasió, l'erupció va arribar a una magnitud de 7,8 en l'escala de Richter i al nivell 6 de l'índex d'explosivitat volcànica (Volcano Explosivity Index, VEI); va emetre un núvol de cendres que va arribar als 35 km d'altitud i va provocar l'emissió de 20 milions de tones de diòxid de sofre (SO_2). Arribant a aquestes alçades, els productes emesos varen poder incorporar-se a la circulació atmosfèrica global en forma d'aerosols, cosa que es va poder mesurar de manera clara a través dels instruments del projecte SAGE-II en el satèl·lit *Earth Radiation Budget Satellite* (ERBS), i això fins ben entrat l'any 1994. Segons el US Geological Service, aquesta aportació de materials a l'atmosfera va arribar a fer baixar la temperatura mitjana mundial de 0,5 °C entre els anys 1991 i 1993.

Ara bé, no només les explosions volcàniques tan importants com el Pinatubo poden arribar a afectar les temperatures a Andorra. Els mesos de març i abril de l'any 2010, es varen produir diverses erupcions de menor envergadura (VEI 4) del volcà islandès Eyjafjallajökull. Aquest volcà, del qual s'han documentat diverses erupcions regulars durant el període històric (per exemple, els anys 920, 1612, 1821), va emetre en aquesta ocasió un núvol de cendres de fins a 8 km d'altitud. Es tracta d'una erupció de molt menys envergadura que la del Pinatubo del 1991. Tot i que va afectar seriosament el trànsit aeri a tot el nord d'Europa entre l'abril i el maig del 2010, els seus efectes sobre el clima a escala mundial semblen discutits. Segons alguns, l'estalvi d'emissions de CO_2 realitzat per la cancel·lació de vols era superior a les emissions del volcà...

A partir d'aquests dos esdeveniments, podem pensar que els efectes atmosfèrics del vulcanisme bé es podrien produir sobre el clima a Andorra, però que en tot cas caldria discutir-los en funció de la quantitat d'emissions de cada esdeveniment concret, de la seva composició i de l'alçada a la qual es projecten.

Així, s'arriba al concepte de *dust veil index* (DVI: índex de cobertura per pols atmosfèric). Aquest índex permet tenir en compte els efectes de cada erupció volcànica a través de la seva força (VEI), però modulant-la en funció de la distància a la qual ens trobem.

S'ha preparat una reconstrucció del DVI per a Andorra, a partir del 1550 –any a partir del qual les informacions documentals sobre erupcions volcàniques a escala mundial comencen a ser més de fiar, entre d'altres gràcies al millor coneixement que es tenia de la geografia terrestre–. Emprant aquesta reconstrucció, en què es



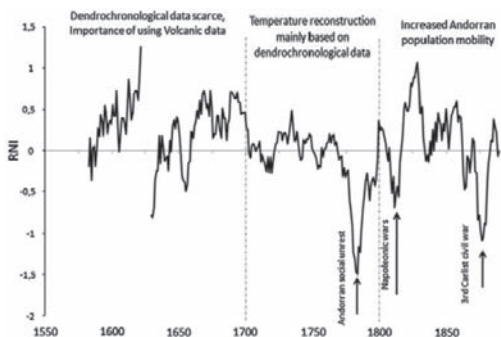
poden comparar d'una banda la taxa de natalitat RNI amb de l'altra l'activitat volcànica, es poden estudiar els efectes del vulcanisme i dels canvis de temperatura que se'n derivin entre el segle XVI o XVII (o àdhuc abans), i el límit inferior de la dendrocronologia pels volts del 1700.

La situació d'Andorra

Comparant la temperatura i l'evolució de la població reconstruïda d'Andorra, s'observen una sèrie de correlacions estadístiques. Ara bé, filant una mica més prim, aquestes correlacions no es produeixen amb igual intensitat al llarg dels mesos de l'any. De fet, les correlacions més fortes amb el creixement natural (RNI) es produeixen els mesos d'agost, novembre i desembre: com més altes les temperatures en aquests mesos, més creixement natural existeix de la població.

Segurament podem considerar que aquesta correlació positiva del mes d'agost es pot correlacionar amb un efecte indirecte de la temperatura que provoca un increment de la productivitat agrícola. Pel que fa les correlacions de novembre i desembre podrien estar tant relacionades amb efectes directes sobre la salut com amb l'aparició d'un mantell de neu més o menys primerenc.

Ara bé, també és cert que l'evolució de la població no només depèn dels fenòmens climàtics. De fet, podem notar que a una sèrie d'esdeveniments polítics importants del segle XVIII ençà correspon molt bé una sèrie de disminucions de l'RNI de la població andorrana, reduccions puntuals molt ben definides i que no corresponen a una evolució de la temperatura. Aquests fets inclouen a Andorra mateix l'episodi de desordre social dels anys 1785, però també es nota la influència de les guerres napoleòniques dels anys 1810-12 i la de tercera guerra carlina dels anys 1872-76 a l'Estat veí. Malgrat aquests esdeveniments puntuals podem veure que la població andorrana es comporta majoritàriament com una població aïllada. És per aquest motiu que són tan visibles les influències del clima i per aquest motiu Andorra presenta un interès d'estudi a escala internacional.



Conclusions

Al llarg d'aquest estudi, s'ha pogut reconstruir la població d'una parròquia *virtual* d'Andorra del segle XVIII al XIX. Amb aquesta base, s'ha pogut estudiar la relació entre la població i l'evolució de la temperatura, determinada a partir del segle XVI segons l'activitat volcànica, i a partir de l'any 1700, en funció de dades dendrocronològiques.

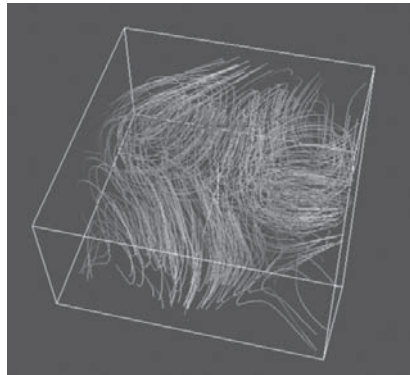
Existeix avui un dia un consens sobre l'existència del canvi climàtic. Aquest petit treball demostra, amb tota modèstia, cert interès científic en un marc global de la recerca sobre els seus efectes. L'evolució de la població d'Andorra constitueix certament un cas particular i específic, i aquest estudi és –al coneixement dels autors– el primer que analitza les relacions

entre l'evolució de la població i del clima en zones de muntanya.

Es desprèn de l'estudi que, per la nostra situació en altitud, els efectes del canvi climàtic són més notables a Andorra que en altres poblacions històriques. De fet, algunes de les zones més afectades per aquest canvi seran sens dubte les zones costaneres, per l'elevació del nivell de la mar, i les serralades, per l'elevació de les temperatures.

D'altra banda, pot ser interessant per al coneixement de la història d'Andorra saber que existeix una relació directa entre temperatura i població –relació potser òbvia, però que calia

analitzar–. Conèixer la nostra història pot ser una de les millors maneres de preparar-nos per al futur i els canvis que pot comportar l'afectació del clima i els canvis relacionats amb el turisme i l'economia. Per aquest motiu, algunes direccions per a estudis futurs inclouen el turisme de neu i la gestió d'estacions d'esquí, o també l'estudi de la casa tradicional de muntanya i de la seva eficiència energètica.



Notes

1- E. Jover, A. Ward i U. Büntgen "Linking long-term variability to population density in Andorra (Central Pyrenees)", *Popul. Environ.*, oct. 2012. DOI: 10.1007/s11111-012-0181-5

2- FEDA. https://www.feda.ad/cat/coneixnos/comunicacio/meteo_historic.aspx (Data d'accés: maig 2009)

3- NOAA (National Climatic Data Center) <http://www.ncdc.noaa.gov/data-access/paleoclimatology-data/datasets/tree-ring> (Data d'accés: maig 2009)