



**Estratègies multinivell per
analitzar enquestes de tall
transversal en múltiples països i
múltiples moments en el temps**



**Centre
d'Estudis
d'Opinió**



**Generalitat
de Catalunya**

© Centre d'Estudis d'Opinió (CEO)

No es permet la reproducció total o parcial d'aquest document, ni el seu tractament informàtic, ni la seva transmissió en qualsevol forma o per qualsevol mitjà, ja sigui electrònic, mecànic, per fotocòpia, per registre o altres mètodes, sense permís del titular del Copyright.

Autor: Raül Tormos

Primera edició: Febrer 2016

Continguts

Resum	5
Introducció	6
Model multinivell dinàmic comparatiu (MNDC)	7
Model d'efectes aleatoris comparatiu de classificació creuada (C-CCREM).....	10
Aplicació pràctica dels models	13
Conclusions	24
Referències bibliogràfiques	25

Resum

Aquest paper presenta dues tècniques multinivell per analitzar dades d'enquestes de tall transversal en diversos països i en ocasions repetides en el temps. La primera està especialment orientada a combinar una anàlisi longitudinal amb una de comparativa; implica definir models multinivell amb tres nivells diferenciats per a individus (i les seves característiques com per exemple l'edat i/o la cohort), per països-onades combinats (amb covariables contextuais que varien en el temps), i per països (amb covariables que no canvien en el temps). La segona estratègia implica l'enniament de models d'efectes aleatoris de classificació creuada (CCREM) en un tercer nivell de país. Aquests tipus de models s'acostumen a utilitzar per identificar els efectes edat-cohort-període en un sol país. L'estratègia que es presenta aquí implica afegir un nivell addicional pel país de manera que es puguin estudiar els efectes edat-cohort-període des d'una perspectiva comparada. Aquest model també permet la inclusió de covariables contextuais que varien en el temps per cada país, d'altres que són constants en el temps, així com característiques del nivell de la cohort en cada país.¹

¹ Una versió d'aquesta recerca va ser presentada al congrés de la *European Survey Research Association*, Reykjavík 2015.

Introducció

L'anàlisi de dades d'enquestes de tall transversal provinents de diferents països i diferents onades és cada cop més habitual en sociologia i ciència política. L'Enquesta Mundial de Valors² disposa ja de sis onades (1981-2014) i cobreix una gran quantitat de països (60 en l'última onada). L'Enquesta Social Europea³, l'Eurobaròmetre⁴, o l'ISSP⁵ són només alguns exemples de la proliferació d'aquest tipus d'enquestes que aporten una informació inestimable sobre com les actituds, els valors i els comportaments de les poblacions de diferents països del món evolucionen en el temps. No són dades *panel* d'individus, atès que no s'entrevista els mateixos individus en diferents onades, però si representen un *panel* de països: els mateixos països s'observen en diferents moments en el temps. L'estructura complexa d'enniuament pròpia d'aquestes enquestes sovint no es té suficientment en consideració en el modelat estadístic i l'anàlisi posterior. Schmidt-Catran i Fairbrother (2015) alerten precisament sobre els riscos de no incloure aquesta estructura en els efectes aleatoris dels models multinivell. Es poden produir importants biaixos en l'estimació dels estadístics si s'ignora l'estructura niada real de les dades. Aquests biaixos ens poden conduir a creure, per exemple, en l'existència d'associacions estadístiques quan en realitat no es produeixen. A banda d'evitar errors potencials derivats d'un modelat inadequat de les dades, també hi ha avantatges addicionals pel fet de recollir convenientment els nivells d'anàlisi.

Aquest paper de treball presenta dues estratègies per modelar les dades que provenen d'enquestes internacionals de tall transversal repetides en el temps. El propòsit d'ambdues tècniques és el de donar resposta simultània a dos elements fonamentals: 1) la natura dinàmica així com comparativa d'aquest tipus de dades; 2) la identificació dels efectes edat-cohort-període, i els eventuais patrons divergents entre països. La primera tècnica, desenvolupada independentment per Tormos (2013) i Fairbrother (2014), està especialment orientada a combinar una anàlisi longitudinal a l'hora que comparativa de les enquestes internacionals de tall transversal repetides en el temps. Implica definir models multinivell amb tres nivells diferenciats per a individus (i les seves característiques com edat i cohort), per països-onades combinats (amb covariables contextuais que varien en el temps), i països (amb covariables que varien entre països però no dins el mateix país). Aquesta aproximació recull més fidelment l'estructura d'enniuament de les dades. A banda, permet comprovar no només la capacitat de les covariables contextuais d'explicar les diferències entre països, sinó també com els canvis en el temps en aquestes covariables estan relacionats amb l'evolució del fenomen estudiat. La segona estratègia implica l'enniuament de models d'efectes aleatoris de classificació creuada (CCREM) en un tercer nivell de país. Els CCREM són usualment emprats per estudiar els efectes

² <http://www.worldvaluessurvey.org/wvs.jsp>

³ <http://www.upf.edu/ess/>

⁴ http://ec.europa.eu/public_opinion/index_en.htm

⁵ <http://www.issp.org/>

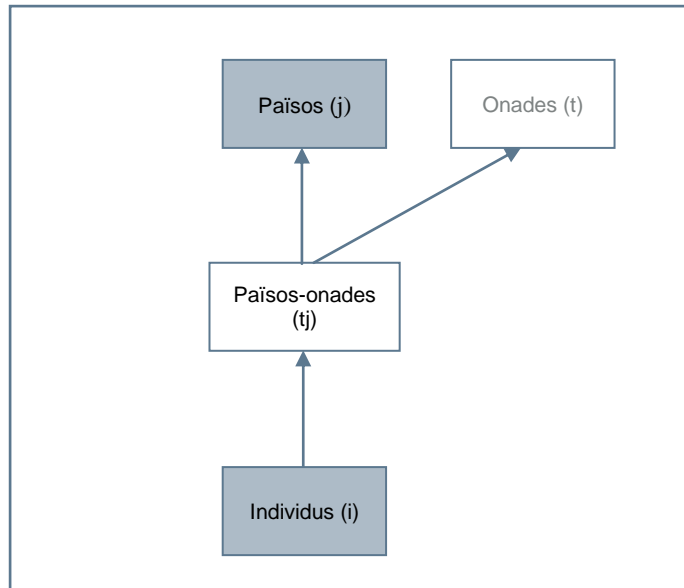
edat-cohort-període en un sol país. L'aproximació que es planteja aquí implica afegir un tercer nivell addicional pel país jeràrquicament per sobre de la classificació creuada de cohorts i onades, de manera que es puguin estudiar els efectes edat-cohort-període des d'una perspectiva comparada. Aquests models també permeten la inclusió de covariables contextuais dels països que variïn en el temps o que siguin constants, així com covariables de nivell de cohort-país.

La presentació d'aquestes dues tècniques s'il·lustra amb l'estudi dinàmic comparatiu de les actituds cap a la homosexualitat utilitzant dades del CEO i de l'Enquesta Mundial de Valors per 28 països de l'OCDE al llarg del període que va de 1981 a 2009.

Model multinivell dinàmic comparatiu (MNDC)

En les enquestes de tall transversal fetes a diferents països i en diferents onades es recull informació sobre mostres representatives d'individus de cada país en cada moment en el temps. Els individus enquestats són diferents d'onada en onada, però en qualsevol cas són representatius de la població d'aquell país en cada moment. Una forma de conceptualitzar l'estructura multinivell d'aquest tipus d'enquestes és la que es presenta en el diagrama 1. En aquest diagrama tenim individus (i) niats en països-onades (ij), que al seu torn es troben agrupats dins països (j). Així com no es disposa d'un *panel* d'individus, perquè aquests són diferents d'onada en onada; sí que tenim un panel de països. En el segon nivell hi ha observacions de cada país en diverses onades.

Diagrama 1. Estructura jeràrquica de les dades segons el model MNDC



El diagrama mostra també (en color gris) la possibilitat d'agrupar les dades en un hipotètic tercer nivell d'onades (t), o fins i tot en la classificació creuada d'onades i països ($_{ijt}$)⁶.

Diverses investigacions que empen enquestes d'aquest tipus no acaben tenint en consideració l'estructura multinivell real subjacent de les dades (veure Schmidt-Catran i Fairbrother 2015 per a una anàlisi exhaustiva). El cas de la recerca d'Andersen i Fetner (2008b) amb dades de l'Enquesta Mundial de Valors n'és un exemple concret. En el seu estudi utilitzen múltiples onades i múltiples països per analitzar la tolerància a l'homosexualitat, però en el seu model jeràrquic de regressió no ho tenen del tot en compte. El model que empen, que d'altra banda ha estat utilitzat en força ocasions per tractar aquest tipus de dades, es podria formalitzar seguint Fairbrother (2014) de la següent manera:

$$(1) \quad y_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 x_{ijt} + \beta_2 x_{ij} + u_{ij} + e_{ijt}$$

on $e_{ijt} \sim N(0, \sigma_e^2)$, i $u_{ij} \sim N(0, \sigma_{ul}^2)$.

⁶ En força ocasions un tercer nivell per a les onades no comporta una millora substancial del model (Schmidt-Catran i Fairbrother 2015).

En el primer nivell els enquestats (i) es troben niats en contextos definits per la unitat país-onada o país-any (ij) com a element de segon nivell. Els factors explicatius que podem incloure en el segon nivell, les diverses x_{ij} , podrien en realitat ser estables en el temps i variar només entre països, o variar en el temps a més d'entre països. Entre les característiques estables, si estiguéssim estudiant el context europeu, podríem pensar per exemple en països que haguessin estat un règim comunista en el passat o que no ho haguessin estat. El fet d'haver estat un país comunista és una característica que no canvia en el temps: se n'ha estat o no se n'ha estat. Aquest tret només varia entre països, però no al llarg del temps en la base de dades. En canvi, hi ha altres característiques que a banda de variar entre països també canvien en el temps. Un exemple n'és el nivell de riquesa nacional mesurada pel PIB per càpita. Podem diferenciar els països segons el seu nivell general de riquesa, així com també podem distingir els països segons si creixen més o menys en riquesa al llarg del temps. Un dels problemes del model representat per l'equació 1 és que no permet la distinció entre els components estable i variable en el temps de les covariables contextuais (x_{ij}). Si s'introdueixen sense transformació prèvia les covariables contextuais per cada any/onada i país, per exemple en el cas del nivell de riquesa, no podem distingir entre les diferències entre països degudes al nivell general de riquesa de les degudes als efectes del canvi en el temps en aquest nivell de riquesa dins cada país. El fet que hi hagi només un coeficient β per x_{ij} impedeix separar la part estàtica i la dinàmica dels factors del context.

En aquest apartat es planteja una extensió dels models multinivell que permet identificar els components estàtic i dinàmic de les covariables contextuais. Aquesta extensió va ser desenvolupada independentment per Tormos (2013) i Fairbrother (2014). Fairbrother (2014) elabora el model formalment i en realitza les simulacions per validar-lo. Aquesta tècnica parteix de considerar models jeràrquics de tres nivells: un primer pels individus, un segon pels països-onada, i un tercer pels països. Consisteix a centrar en la mitjana del país els predictors contextuais que varien en el temps. És a dir, per exemple, implicaria primer calcular la mitjana del PIB per càpita de cada país a partir de les seves diverses observacions en el temps. Aquest seria el component estàtic o invariant en el temps que acabaria constituint una característica de tercer nivell, pròpia del país, atès que només varia entre països però no intra-país. El component dinàmic s'obté restant al component invariant cadascuna de les observacions d'aquella variable en el temps. Seguint el cas del PIB per càpita, implicaria restar a la mitjana de cada país les diferents observacions del PIB per càpita al llarg del temps. S'obté llavors una característica de segon nivell, de la unitat país-onada, que varia dins de cada país així com entre països.

Utilitzant la formulació de Fairbrother (2014), primer calcularíem la mitjana d' x_{ij} al llarg de tots els anys per cada país, de manera que el coeficient de la mitjana del país capturaria l'efecte de les diferències estables o duradores entre països en x_{ij} . Segon, per capturar l'efecte de la variació al llarg del temps en cada país, \bar{x}_j es resta a x_{ij} . El component dinàmic resultant seria x_{ijM} , centrat en la mitjana de cada país, i per tant no correlacionat amb \bar{x}_j , de manera que els dos coeficients poden ser estimats simultàniament sense col·linealitat. Per tant, la variable x_{ij} original és introduïda dues vegades, després de ser descomposta en \bar{x}_j i x_{ijM} . L'equació resultant seria la següent:

$$(2) \quad y_{ij} = \beta_{0ij} + \beta_1 x_{ijt} + \beta_2 x_{ijM} + \beta_3 \bar{x}_j + \beta_4 \text{temps}_{ij} + w_j + u_{ij} + e_{ij}$$

En aquest model de tres nivells tindríem covariables de nivell individual (x_{ijt}), altres de de nivell de país-any que varien en el temps (x_{ijM}), i finalment altres del nivell de país que són fixes en el temps (\bar{x}_j). El model permet acomodar la inclusió de la variable temps en el segon nivell de país-any com a covariable que canvia en el temps i entre països. Incloure el temps en format lineal o categòric pot resultar útil per capturar tendències no suficientment ben cobertes per la resta de covariables contextuais que canvien en el temps.

L'aportació principal d'aquest tipus de model és doncs la possibilitat d'incorporar el component dinàmic en l'anàlisi, tot separant-lo del comparatiu. Ara és possible comprovar fins a quin punt els canvis en covariables contextuais que canvien en el temps tenen efectes en la variable dependent. A banda, es pot confiar més en les estimacions dels models atès que ara es representa millor l'estructura real de les dades per mitjà de l'especificació dels efectes fixes i aleatoris del model. Les proves de simulació realitzades per Schmidt-Catran i Fairbrother (2015) indiquen que és una de les millors estratègies de modelització per a dades provinents de diferents països i diferents onades.

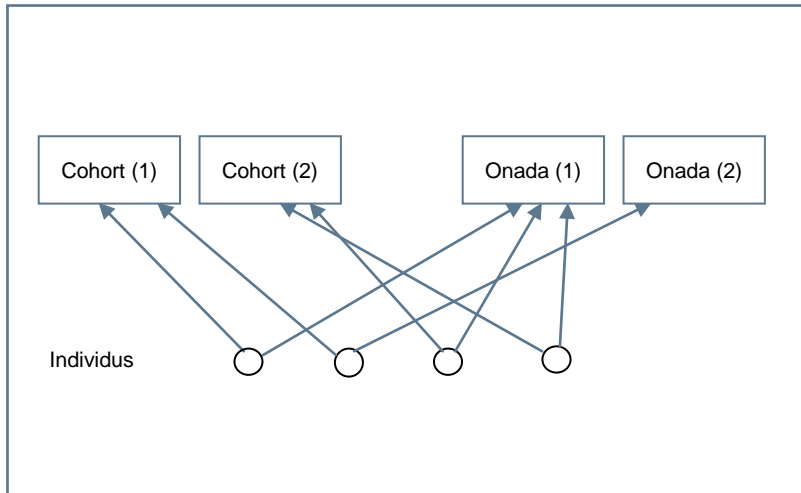
Model d'efectes aleatoris comparatiu de classificació creuada (CCREM)

Un dels objectius d'estudiar dades d'enquesta de tall transversal repetides en el temps és el d'intentar analitzar els processos de canvi social subjacents en les actituds, valors o comportaments. En l'estudi d'aquests processos hi juga un paper crucial la identificació dels efectes de l'edat, la cohort de pertinença, i el període temporal⁷. La identificació d'aquests efectes constitueix un antic dilema de les ciències socials i l'epidemiologia. Una de les contribucions metodològiques recents en aquest debat és la de Yang i Land (2006, 2008)⁸. Aquests autors recomanen la utilització d'un tipus específic de model multinivell anomenat de classificació creuada (*cross-classified random effects model* o CCREM). La característica fonamental d'aquest model és que els individus s'agrupen simultàniament en dos tipus diferents d'unitats de segon nivell, en aquest cas cohorts i períodes de temps. Aquestes dues entitats d'agrupament són jeràrquicament equivalents, és a dir, es troben al mateix nivell jeràrquic. En enquestes de tall transversal repetides d'un sol país cada individu ha estat entrevistat en un moment determinat en el temps, i per tant se'l pot agrupar en un període específic de temps, i a l'hora pertany a un grup generacional concret. El diagrama 2 mostra aquesta estructura de niuament.

⁷ Per a una revisió sobre el sentit i l'anàlisi dels efectes edat-cohort-període es recomana llegir Yang i Land (2013).

⁸ Encara hi ha un debat encès sobre els problemes d'aquest tipus de models a l'hora d'intentar distingir els efectes edat-cohort-període (veure Bell i Jones 2014, Reither et al. 2015, i Bell i Jones 2015).

Diagrama 2. Possible agrupament dels individus segons el model CCREM

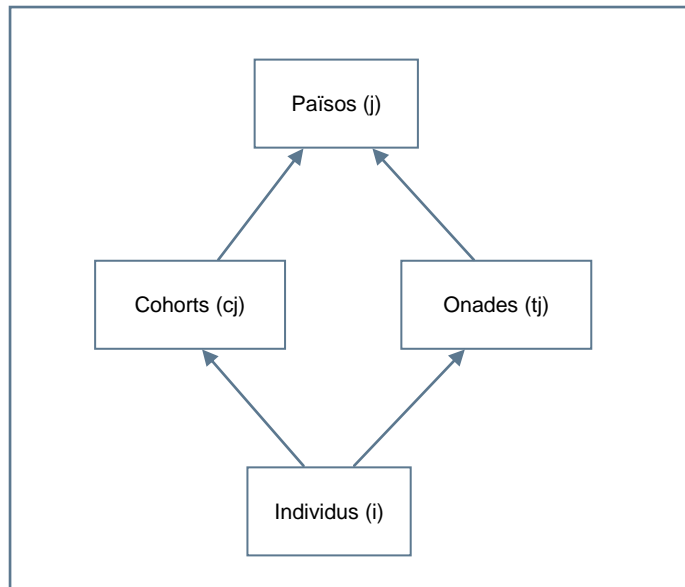


A títol d'exemple, es poden analitzar alguns casos d'enniuament possible que trobaríem en aquesta estructura de dades. L'individu "a" pertany a la cohort 1 i ha estat observat a l'onada 1 de la sèrie d'enquestes. En canvi, l'individu "b" ha estat entrevistat a l'onada 2 però tanmateix pertany a la cohort 1. Per la seva part, l'individu "c" també ha estat entrevistat a l'onada 2 però forma part de la cohort 2. L'individu "d" també pertany a la cohort 2, però en canvi fou entrevistat a l'onada 1. Com es pot veure, en aquesta estructura d'enniuament els individus estan agrupats de forma creuada en dos tipus diferents d'unitats de segon nivell no jeràrquicament ordenades.

Aquest tipus de model permet descompondre els efectes de l'edat, la cohort, i el període en components fixes i aleatoris dins un model de regressió multinivell. D'aquesta manera s'ha considerat possible eludir el problema d'identificació derivat d'intentar modelar conjuntament els efectes edat, cohort y període. Incorporant la cohort i el període com efectes aleatoris del model, es pot incloure l'edat com a característica fixa del nivell individual, tot evitant la col·linealitat perfecta entre els tres elements. Aquest tipus de models de classificació creuada per analitzar els efectes edat, cohort i període ha estat habitualment aplicats a l'estudi d'un sol país (per exemple Yang i Land 2006, Schwadel 2010 entre molts d'altres).

El que es planteja aquí és l'extensió d'aquest model per a què sigui possible un estudi comparatiu dels efectes edat-cohort-període entre països. Es tracta d'estendre el model de classificació creuada aplicat a dades de tall transversal repetides realitzades en un sol país, al seu equivalent realitzat en múltiples països. Una altra forma possible de representar l'estructura de dades que vèiem en el diagrama 1 es mostra en el diagrama 3.

Diagrama 3. Estructura jeràrquica de les dades segons el model C-CCREM



En aquest cas, tindríem individus (i) agrupats en la classificació creuada de cohorts (cj) i onades (tj) en el segon nivell, que al seu torn es trobarien niades en un tercer nivell de països (j). L'equació del model de classificació creuada en un sol país és el següent:

$$(3) \quad y_{i(t)c} = \beta_{0(t)c} + \beta_1 x_{i(t)c} + v_c + u_t + e_{i(t)c}$$

En aquesta equació el valor de la variable dependent $y_{i(t)c}$ de l'individu i en la classificació creuada de període t i cohort c es troba modelada per la constant $\beta_{0(t)c}$, una variable independent (que en els models edat-cohort-període és l'edat) $\beta_1 x_{i(t)c}$, l'error residual de les cohorts v_c i el dels períodes u_t , i finalment el terme d'error individual $e_{i(t)c}$. La constant, per tant, varia independentment tant entre generacions com períodes de temps. Si a aquest model en un únic país hi afegíssim un tercer nivell de país per convertir-lo en comparatiu, tindríem l'equació 4:

$$(4) \quad y_{i(t)c,j} = \beta_{0(t)c,j} + \beta_1 x_{i(t)c,j} + w_j + v_{cj} + u_{tj} + e_{i(t)c,j}$$

En aquest nou model es permet que les cohorts i els períodes variïn en cada país. Aquesta nova equació afegeix un nou subíndex de país (j), atès que ara els individus es troben niats dins la classificació creuada de cohorts (c) i períodes (t), que al seu torn s'agrupen dins els països (j). Tenim

per tant un nou terme de residu pel país w_j . Aquest nou model també permet eventualment la inclusió de covariables a nivell de país (equació 5), així com de covariables a nivell de període-país, i també de cohort-país.

$$(5) \quad y_{i(t)cj} = \beta_{0(t)cj} + \beta_1 x_{i(t)cj} + \beta_2 x_{ijM} + \beta_3 \bar{x}_j + w_j + v_{cj} + u_{ij} + e_{i(t)cj}$$

En aquest sentit, el model aportaria un valor equivalent al del multinivell dinàmic comparatiu, però permetent addicionalment la inclusió d'efectes fixos pel nivell de cohort-país, així com d'efectes aleatoris per cohorts-país (v_{cj}) i període-país (u_{ij}). Aquest últim element pot ajudar a entendre la variació en les pautes de cohort i període en perspectiva comparada.

Aplicació pràctica dels models

Un cop presentats els dos models estadístics, en aquesta part del paper s'il·lustren empíricament per mitjà de l'estudi d'un cas concret, el de les actituds de la població cap a la homosexualitat i la seva evolució al llarg del temps en diferents països del món desenvolupat. Per analitzar aquest cas utilitzarem les dades de cinc de les onades de l'Enquesta Mundial de Valors (1981-2007) per a 28 països de l'OCDE presents a la base de dades i observats al menys en dues ocasions⁹.

Nombroses investigacions apunten que la població de diversos països s'ha tornat més tolerant cap a l'homosexualitat (per exemple Inglehart i Welzel 2005, Andersen i Fetner 2008a i 2008b, Welzel 2013). Existeix un debat sobre si aquests canvis es deuen principalment al reemplaçament generacional o a canvis dins cada cohort (Andersen i Fetner 2008a, Baunach 2010, Sherkat et al 2011, Treas 2002, Tormos 2013). La tesi generacional sosté que els canvis socials tendeixen a ser graduals. El motiu és que les persones serien més influenciades pels fenòmens del context social i polític en una etapa concreta de les seves vides: l'adolescència i la primera joventut. Un cop rebudes les influències principals durant aquest període, les creences i actituds de les persones tendrien a cristal·litzar-se i a mantenir-se estables al llarg de la vida. Des del punt de vista agregat, el canvi social tindria lloc llavors seguint la pauta del reemplaçament generacional: la mort de les cohorts de més edat amb creences antigues que serien progressivament substituïdes per cohorts joves amb creences noves. El principal problema és que aquest tipus de canvi és lent i gradual, seguint la pauta del reemplaçament demogràfic. Les transformacions tan acusades en els nivells de tolerància cap a

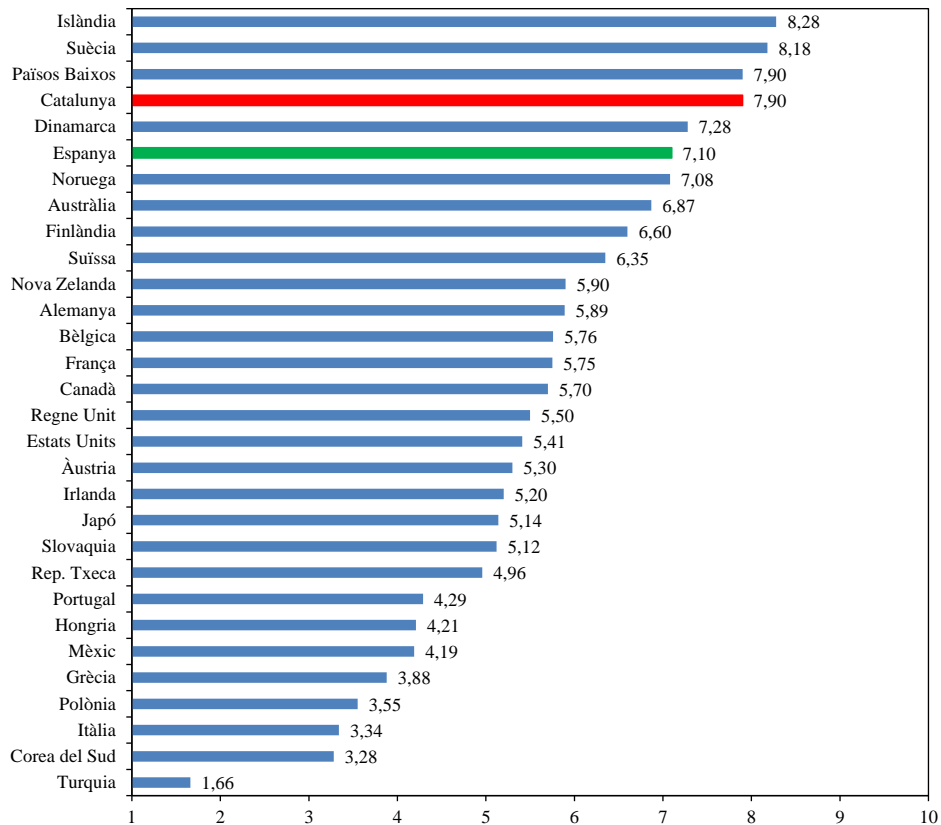
⁹ Els països inclosos són Austràlia, Àustria, Bèlgica, Canadà, República Txeca, Dinamarca, Finlàndia, França, Alemanya, Regne Unit, Hongria, Islàndia, Irlanda, Itàlia, Japó, Mèxic, Països Baixos, Nova Zelanda, Noruega, Polònia, Portugal, Eslovàquia, Corea del Sud, Espanya, Suècia, Suïssa, Turquia, i els Estats Units.

l'homosexualitat al llarg del temps que es poden observar a les enquestes obliguen fins i tot als més partidaris de la hipòtesi generacional a reconèixer la importància del canvi intra-cohort.

El gràfic 1 mostra la mitjana de justificació de l'homosexualitat en una escala d'1 a 10 (sent 1 "mai pot ser justificable" i 10 "sempre es pot justificar") en cadascun dels 28 països de l'OCDE presents a l'Enquesta Mundial de Valors (EMV) en l'última onada. Com no tots els països han estat observats en totes les onades, l'última onada per cada país no és equivalent necessàriament amb l'última onada de l'EMV. En el gràfic s'hi ha afegit la dada per Catalunya provinent d'una enquesta recent realitzada pel CEO (REO 798). En l'àmplia majoria de països el nivell de justificació en l'última onada està per sobre del 5, i en la meitat està per sobre de 5,5: el centre teòric de l'escala.

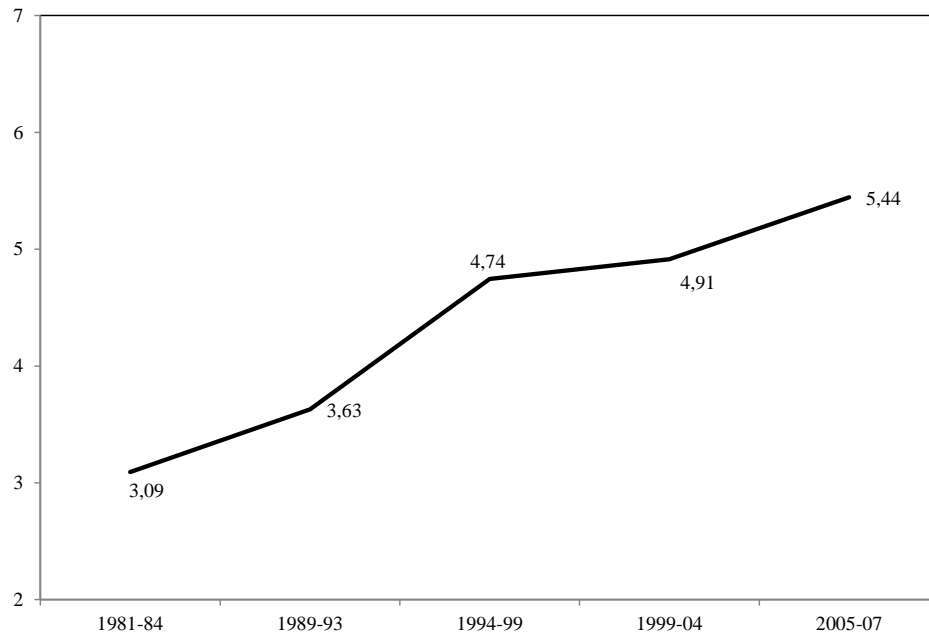
Les raons de les diferències en la justificació de la homosexualitat entre països han estat objecte d'investigació emprant dissenys multinivell, com per exemple en el cas d'Anderson i Fetner (2008b). Aquests autors comparen 35 països en quatre onades de l'EMV i troben que tan el grau de desenvolupament econòmic com el nivell de desigualtat tenen un efecte en el nivell de justificació. Però aquesta recerca no aplica l'estructura d'efectes aleatoris que seria convenient implementar quan s'estudien múltiples països i múltiples onades. Només té en compte l'enniuament dels individus dins països-onada. La qual cosa comporta un risc de cometre l'error de Tipus I en l'estimació dels efectes de les covariables contextuais. L'extensió dels models multinivell que es presenta aquí permet incorporar aquest component d'anàlisi de les diferències entre països i al llarg del temps, a l'hora que corregeix possibles biaixos en els estimadors que apareixerien si no es representés adequadament l'estructura dels efectes aleatoris.

Gràfic 1. Mitjana de justificació de l'homosexualitat en l'última observació del EMV a 28 països l'OCDE i Catalunya.

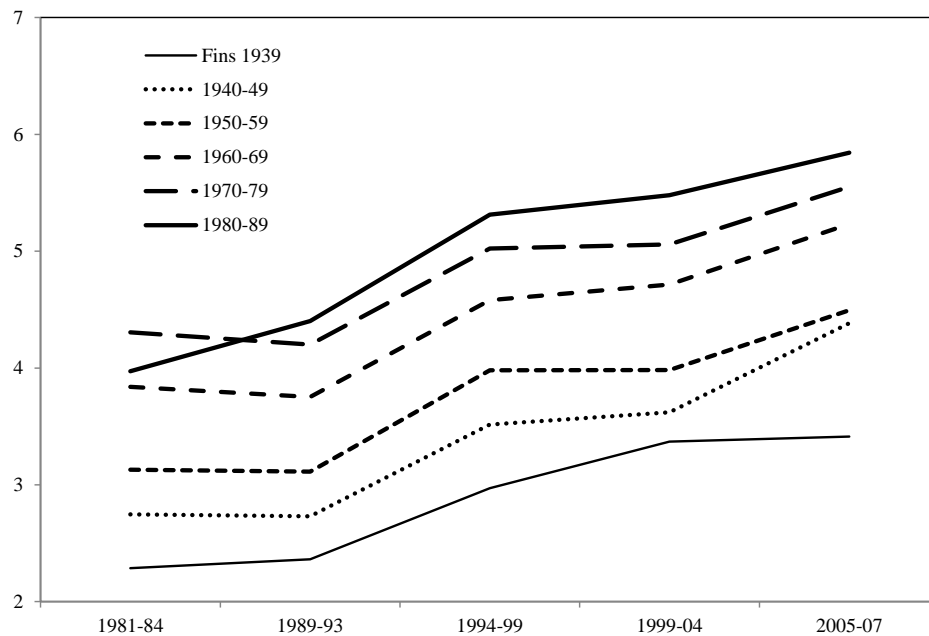


Quina ha estat l'evolució de la justificació al llarg del temps? El gràfic 2 mostra la mitjana de tots els països estudiats al llarg del període 1981-2007. Es pot observar una clara tendència al creixement de la justificació de l'homosexualitat en el conjunt dels països. A la primera onada dels inicis dels vuitanta la justificació mitjana era del 3,09, mentre a la última s'enfila fins el 5,44. El creixement és monotònic, és a dir, cada nova onada ha implicat un augment en la justificació respecte a l'anterior. En aquest escenari, quina ha estat l'evolució de les generacions? Els seus nivells de justificació s'han mantingut constants, seguint la hipòtesi generacional, o en canvi han experimentat modificacions en la línia del canvi intra-cohort?

Gràfic 2. Evolució de la justificació de l'homosexualitat a 28 països de l'OECD, 1981-2007



Gràfic 3. Evolució de la justificació de l'homosexualitat a 28 països de l'OECD, 1981-2007



El gràfic 3 mostra el nivell de justificació de l'homosexualitat en cada grup generacional pel conjunt de països estudiats al llarg del període 1981-2007. Es poden observar clares i constants diferències generacionals: com més jove és la generació, més elevat és el seu nivell de justificació de l'homosexualitat. Tot i això, el gràfic també mostra molt fefaentment com ha augmentat la justificació dins cada cohort al llarg del temps. Fins i tot en el grup d'edat més avançada, els individus han passat a ser clarament més tolerants amb el pas del temps, confirmant la hipòtesi del canvi intra-cohort.

Un dels dos objectius del modelat estadístic multinivell que es realitza a continuació és controlar pels efectes de composició mentre s'exploren les diferències entre països i al llarg del temps en la justificació de l'homosexualitat. Per controlar els efectes de composició s'inclouen covariables a nivell individual. Per explorar les possibles raons del canvi en el temps, s'introdueixen covariables de nivell de país que varien en el temps al nivell de país-onada. Per analitzar les diferències generals entre països, s'inclouen covariables al nivell de país que es mantenen constants en el temps per cada país. El següent objectiu de l'anàlisi és identificar els efectes edat-cohort-període fent una especificació adequada de la part fixa i aleatòria dels models que permeti estimar els tres elements de forma concurrent.

El primer grup de tests, que es presenta en la taula 1, posen a prova el model multinivell comparatiu dinàmic. En aquest cas, el període és l'element de la triada (edat-cohort-període) que passa a ser una característica de segon nivell, del nivell país-onada. Al primer nivell s'inclou l'edat i la cohort. Per evitar l'elevada correlació entre edat i cohort, es transforma l'escala de mesura de l'edat. S'aplica el procediment indicat per Mishler i Rose (2007) pel qual es centra l'edat en la mitjana d'edat de cada cohort. Aquesta transformació aconseguix una correlació zero entre edat i cohort, i segueix capturant l'efecte de fer-se gran (efecte edat) independentment del moment en què la persona hagi nascut (efecte cohort).

La taula 1 presenta l'anàlisi dels efectes edat-cohort-període aplicant el model multinivell comparatiu dinàmic en tres nivells: un primer nivell d'individus, un segon de països-onada, i un tercer de país. La taula segueix també l'estratègia de presentar successius models per passos. El model 1 inclou les cohorts com a única covariable. S'observa un clar impacte en la justificació de l'homosexualitat: com més antiga és la cohort, menys la justifica. La diferència entre la cohort més jove i la més gran és de més de dos punts en l'escala d'1 a 10 (2,34). Si només tinguéssim en compte l'efecte cohort, veuríem que les diferències generacionals són molt marcades. La inclusió d'aquesta covariable per ella sola implica una reducció de la desviació respecte al model buit (només amb la constant) de 9.187,3, el que implica un 1,4%. La significació dels coeficients dels paràmetres de la covariància indica que la descomposició en tres nivells té sentit i resulta útil. El 15% de la variació en la justificació de l'homosexualitat en les dades es deu a l'agrupació en països i prop del 9% està relacionada amb els països-onada.

Taula 1. Models multinivell dinàmics comparatius per analitzar efectes edat-cohort-període.

		Model 1		Model 2		Model 3		Model 4	
Paràmetres		Coeficients	EE	Coeficients	EE	Coeficients	EE	Coeficients	EE
Efectes fixos	Constant	5,52 ***	0,27	4,03 ***	0,32	3,19 ***	0,32	3,31 ***	0,32
	Generació								
Nivell 1	Fins 1939	-2,34 ***	0,05	-0,11	0,09	-1,93 ***	0,05	-1,99 ***	0,05
Individus	1940-49	-1,36 ***	0,05	0,16 **	0,07	-1,03 ***	0,05	-1,08 ***	0,05
	1950-59	-0,75 ***	0,05	0,37 ***	0,06	-0,42 ***	0,05	-0,47 ***	0,05
	1960-69	-0,49 ***	0,05	0,23 ***	0,05	-0,20 ***	0,05	-0,25 ***	0,05
	1970-79	-0,12 **	0,05	0,23 ***	0,05	0,05	0,05	0,02	0,05
	1980-89	(ref.)		(ref.)		(ref.)		(ref.)	
	Edat			-0,04 ***	0,00				
Edat dins la cohort						-0,04 ***	0,00	0,00	0,01
Interacció									
Fins 1939 * Edat-cohort								-0,04 ***	0,01
1940-49 * Edat-cohort								-0,04 ***	0,01
1950-59 * Edat-cohort								-0,03 **	0,01
1960-69 * Edat-cohort								-0,03 *	0,01
1970-79 * Edat-cohort								-0,02	0,01
1980-89 * Edat-cohort								(ref.)	
Nivell 2									
Països-onada	Onades			0,66 ***	0,05	0,66 ***	0,05	0,63 ***	0,05
Estimacions dels paràmetres de la covariància									
Residus		8,51 ***	0,03	8,46 ***	0,03	8,46 ***	0,03	8,46 ***	0,03
Constant (indiv. = països)		1,65 ***	0,53	1,97 ***	0,57	1,97 ***	0,57	1,97 ***	0,57
Constant (indiv. = països-onades)		0,94 ***	0,16	0,45 ***	0,08	0,45 ***	0,08	0,45 ***	0,08
ICC (indiv. = països)		14,8 %		18,1 %		18,1 %		18,1 %	
ICC (indiv. = països-onades)		8,5 %		4,1 %		4,1 %		4,2 %	
Número de paràmetres		9		11		11		16	
Comparació de models									
Desviació		660.125,3		659.345,1		659.345,1		659.348,4	
χ^2 millora del model (model buit)		9.187,3 ***		9.967,4 ***		9.967,4 ***		9.964,2 ***	
AIC		660.131,3		659.351,1		659.351,1		659.354,4	

Significació: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,10.

Desviació del model buit = 669.312,5.

En el model 2 s'inclou l'edat en la seva escala natural en anys. El coeficient de l'edat té un signe negatiu, indicant que com més grans es fan les persones menys justificable els resulta l'homosexualitat. Però els coeficients corresponents a les cohorts han canviat el signe, sent ara positiu. Això s'explica per motiu de la col·linealitat entre edat i cohort. Les dades inclouen, per la seva estructura, els individus de diferents generacions enquestats en diferents moments del seu cicle vital. Tot i això, la correlació entre edat i cohort segueix sent alta (0,7). Per evitar aquesta correlació, el model 3 inclou l'edat centrada en la mitjana d'edat de cada generació (edat dins la cohort). En aquest cas, edat i cohort són ortogonals per disseny. L'edat segueix tenint el mateix coeficient, en magnitud i signe, però l'efecte de les cohorts deixa de ser contra-intuïtiu i recupera un aspecte similar al del model 1. Com més antiga la cohort, menys justifica l'homosexualitat. La magnitud del coeficients però es redueix lleugerament, perquè una part del fet que la gent gran justifiqui menys l'homosexualitat possiblement es deu a l'efecte de fer-se gran, i no només a les experiències formatives que conformen la generació a la que pertanyen.

Excepte el model 1, la resta inclou l'efecte lineal del període com a característica de segon nivell, del país-onada. Diversos països han estat observats en diferents moments en el temps. El temps és doncs una característica que varia dins els països. L'indicador per les onades mesura l'ordre cronològic de l'onada, i captura per tant l'efecte lineal del pas del temps en el conjunt de països. El període té un efecte significatiu de caràcter positiu, i el coeficient té una magnitud considerable (0,66 en el model 3). Això implica que cada nova onada comporta un increment en la mitjana de justificació de l'homosexualitat dels països de 0,66 en una escala d'1 a 10, controlant per l'efecte de l'edat i la cohort.

El model 4 recull la possibilitat que fer-se gran pot tenir un efecte diferent dins cada generació. El model afegeix per tant una interacció entre la cohort i l'edat. Els coeficients de la interacció resulten significatius, la qual cosa ens porta a concloure que hi ha un cert efecte heterogeni de l'edat en funció de la cohort. Tot i això, l'addició de cinc nous paràmetres en el model no acaba de compensar els escassos tres punts de reducció en la desviació del model.

Un cop explorats en detall els efectes edat-cohort-període, la taula 2 presenta el model explicatiu complet. Al nivell individual, s'hi afegeixen les diverses variables explicatives habitualment emprades per entendre la tolerància a l'homosexualitat. A banda de la generació i l'edat, aquestes covariables són el sexe, l'estat civil, el nivell educatiu, el grau de postmaterialisme, la denominació religiosa, l'assistència a missa, i la grandària d'hàbitat. Tanmateix, aquest conjunt de factors suposen un control pels efectes principals de la cohort i l'edat. Per exemple, algunes diferències generacionals podrien deure's en part a una composició sociodemogràfica diferenciada. Per altre costat, l'especificació d'un

model explicatiu complet al nivell individual implica un control general pels efectes de la composició sociodemogràfica de cada país quan s'analitzen les mitjanes per països i al llarg del temps. Aquest és un dels principals beneficis d'emprar models multinivell en front de la regressió amb dades agregades de països.

Al nivell contextual de país s'hi inclouen dues covariables relacionades amb la tolerància a la homosexualitat. Per un costat, s'incorpora l'HDI o Índex de Desenvolupament Humà¹⁰, que ha estat utilitzat en diverses investigacions com a proxy del nivell de modernització dels països (Norris i Inglehart 2004). D'aquesta manera s'inclou la teoria de la modernització per explicar les diferències transversals (*cross-section*) entre països. Per altre costat, s'utilitza el nivell de desigualtat d'ingressos dels països mesurat amb el coeficient Gini¹¹. El nivell de desigualtat és considerat com un dels altres factors rellevants a l'hora d'explicar les diferències entre països en relació a la tolerància (Andersen i Fetner 2008b). Al nivell de país, aquestes dues covariables no varien en el temps sinó entre països. Són la mitjana de l'HDI i de la desigualtat per cada país al llarg de les onades en que ha estat observat. Al nivell de país-onada s'hi inclouen aquests dos mateixos indicadors però en la seva versió dinàmica o variable en el temps, convenientment centrats en la mitjana de cada país (per evitar la col·linealitat amb els indicadors invariants). S'inclou per tant els canvis en l'HDI, i els canvis en el nivell de desigualtat d'ingressos mesurat a partir del coeficient Gini.

Els resultats d'aplicar el model multinivell dinàmic comparatiu indiquen que, al nivell individual (model 1), els efectes de la cohort queden matisats un cop considerats alguns elements de la seva composició. Les diferències generacionals ja no són tan marcades. Tot i això, l'efecte de fer-se gran, mesurat mitjançant l'edat dins la cohort, segueix tenint un pes equivalent. Per altre costat, les covariables individuals clàssiques presenten els efectes esperats segons la literatura. Els homes justifiquen l'homosexualitat menys que les dones, els casats menys que la resta d'estats civils, els que tenen una denominació religiosa musulmana, protestant o ortodoxa menys que no els que no s'adscriuen a cap denominació, i els que assisteixen a oficis religiosos menys que els que no ho fan. En canvi, el fet de tenir estudis superiors, tenir valors postmaterialistes i viure en municipis grans augmenta la justificació de l'homosexualitat.

Al nivell contextual, el grau de desenvolupament no sembla el factor clau a l'hora d'explicar les diferències entre països. És més aviat el nivell de desigualtat econòmica l'element determinant: com més desigual és el país, menys tolerant a l'homosexualitat. Però el grau de desigualtat només té efectes en la dimensió estàtica de l'anàlisi; no a l'hora d'entendre'n l'evolució. Des d'un punt de vista dinàmic, són els canvis en el nivell de desenvolupament humà el que més importa. Com més es desenvolupa un país al llarg del temps, més augmenta el nivell de justificació de l'homosexualitat. En canvi, la dinàmica de la desigualtat, un cop controlada pels altres factors, no mostra tenir un efecte

¹⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Human_Development_Index.

¹¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Gini_coefficient.

significatiu. En conjunt, els efectes contextuais als que estem fent esment, gràcies al disseny del model multinivell, estan controlats pels efectes de la composició de cada país mitjançant la inclusió de variables de control a nivell individual.

L'impacte dels factors contextuais que presenta aquest model matisen els resultats obtinguts per Andersen i Fetner (2008b). Aquests autors troben que la desigualtat té un paper crucial a l'hora d'explicar les diferències en la tolerància entre països. El problema és que el tipus de model multinivell que apliquen no permet distingir entre els efectes dinàmics i els estàtics. Aquests autors només empen dos nivells: individus agrupats en països-onada, i no realitzen cap transformació en les covariables contextuais. Per tant, les dimensions estàtiques i dinàmiques de les covariables no es poden diferenciar. Obtenen llavors com a resultat un efecte global significatiu de la desigualtat, però no poden distingir si està relacionat amb les diferències entre països, o amb el canvi en els països al llarg del temps. El model multinivell que presentem aquí és capaç de distingir entre ambdues dimensions.

Taula 2. Comparació del model explicatiu complet usant les dues estratègies: MNDC i C-CCREM

Paràmetres		Model 1 (MNDC)		Model 2 (CCCREM)	
		Coefficients	EE	Coefficients	EE
Efectes fixos					
	Contant	4,780	4,019	4,772	4,081
Nivell 1	Generació				
<i>Individus</i>	Fins 1939	-1,474 ***	0,067		
	1940-49	-0,664 ***	0,069		
	1950-59	-0,203 ***	0,067		
	1960-69	-0,047	0,064		
	1970-79	0,034	0,061		
	1980-89	(ref.)			
	Edat dins la cohort	-0,040 ***	0,003	-0,043 ***	0,003
	Home	-0,830 ***	0,025	-0,825 ***	0,025
	Casat	-0,261 ***	0,028	-0,253 ***	0,028
	Educació superior	1,106 ***	0,032	1,114 ***	0,032
	Postmaterialisme	0,659 ***	0,021	0,654 ***	0,021
	Denominació religiosa				
	Protestant	-0,192 ***	0,064	-0,211 ***	0,064

Catòlic	0,049	0,055	0,043	0,056
Ortodox	-0,671 ***	0,190	-0,705 ***	0,190
Musulmà	-2,808 ***	0,165	-2,764 ***	0,165
Budista	0,288	0,293	0,298	0,292
Altres	-0,141 **	0,062	-0,130 **	0,063
Sense denominació	(ref.)		(ref.)	
Assistència a missa	-0,234 ***	0,006	-0,235 ***	0,006
Grandària d'hàbitat	0,169 ***	0,009	0,171 ***	0,009

Nivell 2 *Varien en el temps*

HDI	14,038 **	5,704	14,854 **	5,793
Coeficient Gini	-1,923	8,849	-2,003	8,988

Nivell 3 *Invariants en el temps*

<i>Països</i>	HDI	3,699	3,885	3,172	3,945
	Coeficient Gini	-9,464 **	3,891	-9,365 **	3,951

Estimacions dels paràmetres de la covariància

Residus	8,128 ***	0,050	8,072 ***	0,050
Constant (indiv. = país)	0,419 *	0,229	0,359	0,235
Constant (indiv. = països * països-onades)	0,517 ***	0,169		
Constant (indiv. = països * cohorts)			0,436 ***	0,061
Constant (indiv. = països * onades/anys)			0,533 ***	0,173
Correlació intra-classe (indiv. = país)	4,6 %		3,8 %	
Correlació intra-classe (indiv. = països * països-onades)	5,7 %			
Correlació intra-classe (indiv. = països * cohorts)			4,6 %	
Correlació intra-classe (indiv. = països * onades/anys)			5,7 %	
Número de paràmetres	26		22	

Comparació dels models

Desviació	262389,7	262359,9
χ^2 millora del model (model buit)	436584,4 ***	397081,1 ***
AIC	262441,7	262599,2

Significació: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,10.

El segon model que es presenta en la taula 2 és el multinivell comparatiu de classificació creuada (C-CCREM). En termes generals, s'obtenen uns resultats força similars pel que fa a la part fixa. En aquests models cal tenir en compte que les generacions passen a la part aleatòria, i es permet que variïn dins cada país. Si es comparen els coeficients de totes les variables de la part fixa, tant de nivell individual com contextual, es pot observar que els valors són molt similars. No en canvia per tant la interpretació. Tot i que el C-CCREM requereix més assumpcions pel que fa a la part aleatòria, també permet obtenir el patró concret del efectes edat-cohort-període en cada país. Això es pot fer explorant la solució dels efectes aleatoris específics de les cohorts i les onades per cada país. La taula 3 mostra un fragment d'aquests estadístics produïts pel programa SAS.

Taula 3. Solució per als efectes aleatoris del model 2 (C-CCREM)

Solución para efectos aleatorios							
Efecto	Country/region	Wave	COHORTS2	Estimador	Std Err	PredDF	Valor tPr > t
Intercept36				-0.5713	0.4968	53E3-1.15	0.2502
Intercept36		1		-0.3018	0.1600	53E3-1.89	0.0593
Intercept36		2		0.03038	0.1620	53E30.19	0.8512
Intercept36		3		0.2923	0.1563	53E31.87	0.0615
Intercept36		4		0.03922	0.1570	53E30.25	0.8028
Intercept36		5		0.03212	0.1642	53E30.20	0.8449
Intercept36		6		-0.1938	0.2017	53E3-0.96	0.3365
Intercept36		3		-0.7387	0.4596	53E3-1.61	0.1080
Intercept36		5		0.08177	0.4847	53E30.17	0.8660
Intercept				0	0.7555	53E30.00	1.0000
Intercept40				-0.1632	0.5389	53E3-0.30	0.7621
Intercept40		1		-0.6101	0.1830	53E3-3.33	0.0009
Intercept40		2		-0.1632	0.1850	53E3-0.88	0.3775
Intercept40		3		-0.00803	0.1853	53E3-0.04	0.9654
Intercept40		4		0.04264	0.1857	53E30.23	0.8184
Intercept40		5		0.4221	0.1963	53E32.15	0.0315
Intercept40		6		0.2877	0.2557	53E31.13	0.2605
Intercept40		4		-0.1876	0.5463	53E3-0.34	0.7312

(la taula continua, però només se'n mostra un part)

Conclusions

En aquesta recerca s'han presentat dues extensions dels models multinivell per analitzar dades d'enquesta provinents de múltiples països i múltiples onades. Ambdós procediments permeten modelar més adequadament l'estructura d'enniuament de les dades, i per tant eviten els biaixos dels quals adverteixen Schmidt-Catran i Fairbrother (2015). A banda, les dues estratègies comporten dues importants novetats respecte als models anteriors. Per un costat, possibiliten la distinció entre els efectes estàtics i els dinàmics de les covariables contextuals. Per un altre, permeten encabir l'anàlisi dels efectes edat-cohort-període des d'un punt de vista comparatiu.

En la segona part s'ha il·lustrat el funcionament dels dos models amb l'estudi d'un cas amb dades de l'Enquesta Mundial de Valors: la justificació de l'homosexualitat a 28 països de l'OCDE del període 1981-2007. La comparació dels models MNDC i C-CCREM indica que ambdós aporten resultats similars. L'avantatge del C-CCREM és que permet analitzar els patrons dels efectes cohort i període específics de cada país. En canvi, en el MNDC la cohort es considerada un efecte fix. El model C-CCREM també permet eventualment la inclusió de covariables al nivell de cohort-país, tot i que en aquest document no s'ha explorat l'aplicació concreta d'aquesta possibilitat.

Referències bibliogràfiques

- Andersen, R., i T. Fetner (2008a): "Cohort differences in tolerance of homosexuality. Attitudinal change in Canada and the United States, 1981-2000", *Political Opinion Quarterly* 72: 311-330.
- Andersen, R., i T. Fetner (2008b): "Economic inequality and intolerance: Attitudes toward homosexuality in 35 Democracies", *American Journal of Political Science* 52: 942-958.
- Baunach, D. M. (2010): "Decomposing trends in attitudes toward gay marriage, 1988-2006", *Social Science Quarterly* 92: 346-363.
- Bell, A., i K. Jones (2014): "Another 'futile quest'? A simulation study of Yang and Land's Hierarchical Age-Period-Cohort model", *Demographic Research* 30: 333-360.
- Bell, A., i K. Jones (2015): "Should age-period-cohort analysts accept innovation without scrutiny? A response to Reither, Masters, Yang, Powers, Zheng, and Land", *Social Science and Medicine* 128: 331-333
- Fairbrother, M. (2014): "Two multilevel modeling techniques for analyzing comparative longitudinal survey datasets", *Political Science Research and Methods* 2: 199-140.
- Inglehart, R., i Ch. Welzel (2005): *Modernization, Cultural Change, and Democracy. The Human Development Sequence*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mishler, W., i R. Rose (2007): "Generation, age, and time: The Dynamics of political learning during Russia's transformation", *American Journal of Political Science* 51: 822-834.
- Norris, P., i R. Inglehart (2004): *Sacred and Secular. Religion and Politics Worldwide*. Nova York: Cambridge University Press.
- Reither, E. N., R. K. Masters, Y. C. Yang, D. A. Powers, et al. (2015): "Should age-period-cohort studies return to the methodologies of the 1970s?", *Social Science and Medicine*, publicat primer online
- Schmidth-Catran, A., i M. Fairbrother (2015): "The Random Effects in Multilevel Models: Getting them Wrong and Getting Them Right", *European Sociological Review*, publicat primer online.
- Schwadel, Ph. (2010): "Age, period, and cohort effects on US religious non-affiliation and religious disaffiliation: A research note", *Sociology of Religion* 71: 2-24.
- Sherkat, D. E., M. Powell-Williams, G. Maddox, i K. M. de Vries (2011): "Religion, politics, and support for same-sex marriage in the United States, 1988-2008", *Social Science Research* 40: 167-180.
- Tormos, R. (2013): *The Rhythm of Modernization. Contextual Effects and Within-Cohort Value Change*. Tesi doctoral, Bellaterra: UAB.
- Treas, J. (2002): "How cohorts, education, and ideology shaped a new sexual revolution on American attitudes toward nonmarital sex, 1972-1998", *Sociological Perspectives* 45: 267-283.
- Welzel, Ch. (2013): *Freedom Rising. Human Empowerment and the Quest for Emancipation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Yang, Y., i K. C. Land (2006): "A Mixed Models Approach to Age-Period-Cohort Analysis of Repeated Cross-Section Surveys: Trends in Verbal Test Scores." *Sociological Methodology* 36: 75-97.
- Yang, Y., i K. C. Land (2008): "Age-Period-Cohort Analysis of Repeated Cross-Section Surveys: Fixed or Random Effects?", *Sociological Methods and Research* 36 (special issue): 297-326.
- Yang, Y., i K. Land (2013): *Age-period-cohort analysis. New models, methods, and empirical applications*. Boca Raton FL: CRC Press – Taylor and Francis Group.

