

**MODELS DINÀMICS DE COMPETICIÓ ENTRE LLENGÜES,
APLICATS AL CAS CATALÀ-CASTELLÀ,
AL PAÍS VALENCIÀ**

MODELOS DINÁMICOS DE COMPETICIÓN ENTRE
LENGUAS, APLICADOS AL CASO CATALÁN-CASTELLANO,
EN EL PAÍS VALENCIANO

*DYNAMICAL MODELS OF LANGUAGE COMPETITION,
APPLIED TO THE CASE CATALAN-CASTILIAN,
IN THE VALENCIAN COUNTRY*

*Clara Miralles Vila**

*Manel Perucho Pla**

*Ernest Querol Puig***

Doi: 10.7203/anuari.psicologia.16.1.31

Resum

Antecedents: l'any 2003 Abrams i Strogatz van publicar un article en la revista *Nature*, sobre models dinàmics de la desaparició de les llengües. Dos anys més tard Mira i Paredes van esmenar el model proposat pels autors anteriors. Mètode: en aquest article es presenta una recerca inicial de la dinàmica de l'evolució del procés de substitució lingüística al País Valencià a partir de models matemàtics d'equacions diferencials. En particular, discutim l'aplicació dels models esmentats anteriorment a dades empíriques obtingudes d'enquestes realitzades pel Servei d'Investigació i Estudis Socio-

* Universitat de València. Correspondència: Manel Perucho Pla. Departament d'Astronomia i Astrofísica. Universitat de València. Av/ Vicent Andrés Estellés s/n. 46100, Burjassot (València). Correspondència: <manel.perucho@uv.es>.

** Universitat Oberta de Catalunya. Tots els autors formen part del grup de recerca Alcàntera: el pont amb la sociolingüística.

lingüístics (SIES) de la Generalitat Valenciana i per l'Acadèmia Valenciana de la Llengua (AVL). En el cas de les enquestes de l'AVL, hem realitzat una transformació de dades obtingudes per franges d'edat a una distribució en el temps. Resultats: la tendència decreixent del nombre de parlants és confirmada per les dades del SIES en la franja temporal en què disposem de dades d'aquesta font. Conclusions principals: partint dels intervals de valors possibles dels paràmetres que controlen els models discutim la dependència de l'evolució de l'ús del català amb els paràmetres obtinguts dels ajustos dels models a les dades.

Paraules clau: substitució lingüística, País Valencià, llengua catalana.

Resumen

Antecedentes: en 2003 Abrams y Strogatz publicaron un artículo, en la revista Nature, sobre modelos dinámicos de la desaparición de las lenguas. Dos años más tarde Mira y Paredes ajustaron el modelo propuesto por los autores anteriores. Método: en aquel artículo se presenta una investigación inicial de la dinámica de la evolución del proceso de substitución lingüística en el País Valenciano, a partir de modelos matemáticos de ecuaciones diferenciales. En particular, discutimos la aplicación de los modelos anteriormente citados, a datos empíricos obtenidos mediante encuestas del Servicio d'Investigació i Estudis Sociolingüístics (SIES) de la Generalitat Valenciana y los de l'Acadèmia Valenciana de la Llengua (AVL). En el caso de las de la AVL hemos realizado una transformación de los datos obtenidos, por franjas de edad a una distribución en el tiempo. Resultados: la tendencia decreciente del número de hablantes se confirma por los datos del SIES, en la franja temporal en que disponemos de datos de esta fuente. Conclusiones principales: partiendo de los intervalos de valores posibles de los parámetros que controlan los modelos, discutimos la dependencia de la evolución del uso del catalán con los parámetros obtenidos de los ajustes de los modelos a los datos.

Palabras clave: substitución lingüística, País Valenciano, lengua catalana.

Abstract

Motivation: Abrams and Strogatz published a paper in 2003 in which they studied language death dynamics. Two years later, Mira and Paredes improved the model by Abrams and Strogatz. Method: in this paper we present a preliminary research of the dynamics of the evolution of the language shift process in the Valencian Country using mathematical models based on differential equations. In particular, we discuss the application of the aforementioned models, which are applied to empirical data obtained from surveys conducted by the Service of Sociolinguistic Research and Studies (SIES) of the Generalitat Valenciana and by the Valencian Academy of the Language (AVL). In the case of the surveys conducted by the AVL, we have transformed

the data obtained in intervals of age into a temporal distribution. Results: the decreasing trend observed in the percentage of catalan speakers is confirmed by the data obtained by the SIES in the time interval in which we have data from this source. Conclusions: we discuss the dependence of the evolution of the usage of the Catalan language on the parameters that control the models, based on the ranges of possible values of those parameters as given by the fits of the models to the data.

Key words: language shift, Valencian Country, catalan language.

Introducció

En l'actualitat, prop de 6.000 llengües coexisteixen al món, però el patrimoni lingüístic de la humanitat es troba en una situació crítica (Amorrortu *et al.*, 2005). La distribució de parlants és altament desigual: el 4% de les llengües són parlades pel 96% de la població, mentre que el 25% tenen menys de 1000 parlants (Crystal, 2000). Segons les previsions dels especialistes més optimistes, la meitat de les llengües desapareixerà aquest segle. Altres en prediuen la desaparició del 90% (Amorrortu *et al.* 2005). És curiós que, tal com apunta J. Tuson, en algunes de les seues obres (Tuson, 2004, 2005), ningú no posa en dubte la necessitat de protegir plantes o animals en perill d'extinció, mentre que quan es tracta de llengües l'actitud sol ser totalment la contrària: sembla que s'advoca per una reducció de les llengües. Cal no oblidar, però, que les llengües són un dels patrimonis culturals més valuosos que tenim. Com afirma Crystal (2000), són un reflex de la diversitat cultural i un element essencial de la identitat d'un poble; són també magatzems de la història i contribueixen a la suma del coneixement humà, a més de ser interessants en si mateixes.

Fins fa poc més d'una dècada, l'estudi de l'evolució dels usos lingüístics i de les relacions entre llengües era tractat pràcticament només per sociolingüistes. Tanmateix, la publicació el 2003 en la revista *Nature* de l'article «Modelling the dynamics of language death» pel físic D. M. Abrams i pel matemàtic S. H. Strogatz (Abrams i Strogatz, 2003) sembla haver estat el detonant de l'aplicació de models matemàtics en l'estudi de les relacions entre llengües. En aquest context, doncs, cal subratllar la importància d'unir els esforços dels sociolingüistes amb els dels físics i els dels matemàtics en aquest tipus d'estudis. Ens sembla necessària la col·laboració entre ells per poder descriure coherentment la realitat sociolingüística i extraure'n conclusions pertinents dels models, com bé apunta J. Kabatek en l'article «Modelos matemáticos de substitución lingüística» (Kabatek, 2012).

La competició lingüística estudia la dinàmica de l'ús de les llengües, a causa de les interaccions socials en una societat multilingüe (Stauffer i al., 2007). Podem classificar els estudis realitzats sobre la competició entre llengües en dos grans tipus (Stauffer i al., 2006):

- Els models basats en equacions diferencials ordinàries no lineals que descriuen la dinàmica de la població de parlants de diferents llengües –*mean-field models*–. Aquest és l'enfocament que es pren en l'article d'Abrams-Strogatz (Abrams i Strogatz 2003), així com el d'altres que segueixen la mateixa línia (Patriarca i Leppänen 2004, Mira i Paredes 2005, Pinasco i Romanelli 2006, Mira, Seoane i Nieto 2011).
- Els models basats en una descripció estadística en la qual cada individu és tractat de forma separada. Aquests models estudien la dinàmica de les llengües emprant sistemes de múltiples partícules –parlants– en termes d'una descripció microscòpica basada en regles d'interacció entre aquests –*agent-based models*– Castelló i al. 2006, Castelló i al. 2007, Stauffer *et al.* 2007).

En aquesta recerca ens hem centrat en el primer grup: models basats en equacions diferencials per a la descripció de la competició entre llengües. Hem emprat dos d'aquests models per estudiar l'evolució de l'ús del valencià a partir de dades obtingudes en les enquestes realitzades pel Servei d'Investigació i Estudis Sociolingüístics (SIES) de la Generalitat Valenciana i per l'Acadèmia Valenciana de la Llengua (AVL). En primer lloc, hem aplicat un dels models més senzills, el model d'Abrams-Strogatz (Abrams i Strogatz 2003). Aquest model simplifica la dinàmica del nombre de parlants de dues llengües a una equació diferencial, per a descriure com una llengua desapareix sota la preponderància d'una altra. En segon lloc, també hem estudiat una versió millorada d'aquest model, proposada per J. Mira i A. Paredes (Mira i Paredes 2005), que hi introdueix un nou grup d'individus bilingües i basa l'estabilitat del model en la semblança entre les llengües en conflicte.

Altres autors han proposat també diverses millores del model d'Abrams-Strogatz. Aquestes propostes, però, no es tracten en la investigació que presentem. Per exemple, M. Patriarca i T. Leppänen intenten generalitzar el model introduint-hi una dependència espacial –per territoris– en termes d'una equació de reacció-difusió (Patriarca i Leppänen 2004) per modelitzar la difusió geogràfica d'una llengua. J. P. Pinasco i L. Romanelli plantegen un model alternatiu del tipus Lotka-Volterra (Pinasco i Romanelli 2006), en el qual barregen un model de dues espècies en competència en què la presa es converteix en depredador una vegada capturada –depredador de tipus vampir–, i un model d'epidèmies en què els individus infectats no es recuperen ni moren immediatament.¹ D'aques-

1. En l'epígraf 2.1.2 s'expliquen les equacions de Lotka-Volterra.

ta manera pretenen tenir en compte dos factors: el primer, que els individus que canvien de llengua es converteixen en exemples per a altres, a més d'augmentar el nombre de parlants de la llengua adoptada, cosa que provoca que altres parlants l'hagen d'usar per a comunicar-se amb ells; i, el segon factor, que aquest procés no pot ser entès com una discontinuïtat, sinó que té una durada finita.

Tampoc no s'ha considerat en la investigació que presentem altres tipus de qüestions relacionades amb els processos de substitució lingüística, com ara l'evolució de l'estructura d'una llengua ni el seu procés d'aprenentatge ni l'estudi de la dinàmica, no únicament de dues llengües en contacte, sinó de múltiples llengües en conjunt (com per exemple fan Schulze i Stauffer, 2006) perquè depassen de molt el propòsit d'aquesta recerca.²

Mètode

Teoria

Les equacions diferencials ens permeten modelitzar els canvis produïts en una variable determinada pels canvis en algun paràmetre físic rellevant i/o d'altres que hi estiguen lligats. Així, les equacions d'aquest tipus són una eina fonamental de la modelització de sistemes físics. En les darreries del segle XX, tota una branca de la física s'ha llançat a tractar de modelitzar sistemes relacionats amb les ciències socials, amb l'ecologia i amb altres àmbits (Strogatz, 1994; Kaplan i Glass, 1995).

Abans d'explicar les equacions diferencials que farem servir, serà útil que el lector entenga la filosofia de les equacions tipus Verhulst per a l'evolució de la població d'una espècie. Es tracta d'equacions senzilles que amaguen, no obstant això, un alt nivell de complexitat.

Equació de Verhulst

Sigax_n la població d'una espècie *x* en l'any *n*, la població prevista per a l'any següent serà $x_{n+1} = x_n + r'x_n$, amb *r'* el ritme de creixement. Traient factor comú la població en l'any *n*, obtenim: $x_{n+1} = (1 + r')x_n$. Si tenim en compte que la població d'una espècie no pot créixer de manera indefinida, sinó que es veu limitada pels recursos disponibles, hem de modificar el ritme de creixement de la manera següent: $r' = a(x_{max} - x)$. Així, aquest ritme minvarà quan la població

2. En aquest mateix *Anuari de Psicologia* s'han publicat dos articles (Beltran *et alii*, 2008-2009 i 2010-2011) en què s'estudia el procés de substitució lingüística al País Valencià a partir dels pressupòsits de la psicologia social computacional i de la simulació basada en els autòmats cel·lulars.

s'acoste a x_{max} i es pot fer negatiu si se supera aquest valor. L'equació queda de la manera següent: $x_{n+1} = x_n + a(x_{max} - x_n)x_n$.

En aquest cas, tenim una equació per a estudiar l'evolució d'una espècie de manera discreta. Si, per contra, en volem fer un seguiment continu, necessitaríem fer servir equacions diferencials, que permeten estudiar canvis de les variables en intervals de temps infinitesimals –concepte de diferencial–.

Equacions de Lotka-Volterra

Imaginem ara el cas en què dues espècies competeixen per uns recursos limitats. En aquest cas, la variació de població d'una espècie dependrà de la quantitat d'individus de l'altra espècie que hi haja: com més n'hi haja de la segona, menys recursos disponibles per a la primera. Així, la variació contínua de la població de l'espècie A, determinada per la variable x , amb el temps, t , que denotarem per dx/dt –el diferencial de la variable x en passar un diferencial de temps– serà:

$$dx/dt = x(a - x - by),$$

en què a i b són variables que depenen del sistema. En particular b determina el grau d'influència de la població de l'espècie B, determinada per la variable y , en l'espècie A: com més gran siga b , major serà aquesta influència. De la mateixa manera, la variació de la població de l'espècie B serà:

$$dy/dt = y(c - y - dx),$$

amb c i d fent el paper equivalent a a i b , respectivament. Aquest tipus de sistema acoblat té amb el temps tres possibles solucions anomenades *fixes*: 1) La població de B desapareix i només resta població d'A, 2) la població de A desapareix i només resta població de B, i 3) un punt fix inestable en què hi ha població de les dues espècies. S'entén per inestabilitat, en aquest cas, el fet que una petita pertorbació pot fer que el sistema tendisca a una de les solucions estables 1 o 2.

Model d'extinció lingüística d'Abrams i Strogatz

Abrams i Strogatz (2003) van presentar un article en què estudiaven la dinàmica de la substitució en una sèrie de casos fent servir la idea de la competició explicada en els paràgrafs anteriors, tot i que adaptada al cas de les llengües. Els autors ja adverteixen que volen desenvolupar un model simple de competició entre llengües, atès que pressuposen una població altament connectada, sense estructura espacial ni social en la qual tots els parlants són monolingües.

Així, l'evolució de la població de parlants de la llengua A, determinada per la variable x , seria:

$$dx/dt = y P_{yx}(x,s) - x P_{xy}(x,s),$$

amb y el nombre de parlants de la llengua B, $P_{yx}(x,s)$ la probabilitat que els parlants de B passen al grup A, que depèn del nombre de parlants de A (x) i de l'estatus de la llengua A, determinat pel paràmetre c . Aquest paràmetre reflecteix l'atractiu de la llengua, és a dir, les oportunitats socials o econòmiques que s'ofereixen als seus parlants. La funció de probabilitat s'expressa de la manera següent: $P_{yx}(x,s) = c x^a s$. En aquesta expressió c dóna una idea del ritme del canvi de llengua entre A i B, mentre que l'exponent a controla la dependència de la probabilitat de canvi amb el nombre de parlants de A, x . D'una altra banda, si suposem que el total de la població és 1, i que l'estatus total també és 1, tenim que $P_{xy}(x,s) = c (1-x)^a (1-s)$. El sistema queda tancat per una equació equivalent per als parlants de B, y .

Abrams i Strogatz van trobar que, en tots els casos estudiats el valor de l'exponent a era típicament d'1.31(\pm 0.25). El model implica que l'estatus de les llengües en retrocés és sempre menor que 0.5, és a dir, sempre menor que el de la llengua que acaba dominant el sistema. En aquest cas, per a valors de a diferents de zero, el sistema té tres punts fixos: un per a $x=0$, un altre per a $x=1$, i un tercer que depèn de l'estatus, s , i del paràmetre a . Quan $a > 1$, els dos primers són estables i el tercer és inestable, mentre que si $a < 1$, ocorre el contrari (Miralles, 2014). En els casos tractats per Abrams i Strogatz, $a > 1$ i el sistema tendeix a $x = 0$, és a dir, a la solució estable d'extinció completa de la llengua A.

Model de Paredes i Mira

Paredes i Mira (2005) van plantejar una versió modificada del model d'Abrams i Strogatz en la qual incloïen un tercer grup de parlants, els bilingües, i un nou paràmetre, el paràmetre de semblança, que modula la probabilitat de passar d'un grup a un altre. Així, el sistema inclou el nombre de parlants de la llengua A, x , el nombre de parlants de la llengua B, y , i el nombre de bilingües, b , amb $x + y + b = 1$. Així, les equacions d'evolució dels tres grups són:

$$dx/dt = y P_{yx} + b P_{bx} - x (P_{xy} + P_{xb}),$$

$$dy/dt = x P_{xy} + b P_{by} - y (P_{yx} + P_{yb}),$$

$$db/dt = b P_{xb} + y P_{yb} - b (P_{by} + P_{bx}).$$

En aquest cas, les probabilitats són:

$$\begin{aligned} P_{xb} &= c k (1-x)^a (1-s), \\ P_{yb} &= c k (1-y)^a s, \\ P_{bx} = P_{yx} &= c (1-k) (1-y)^a s, \\ P_{by} = P_{xy} &= c (1-k) (1-x)^a (1-s). \end{aligned}$$

En aquestes expressions k representa la semblança entre les llengües, de manera que com més gran és, més probable resulta el pas d'un grup a un altre, tot i que sempre en la direcció de x a y , tal com està definit el sistema. S'han igualat les probabilitats de pas del grup de b a x i de y a x , igual que les de pas del grup b a y i de x a y , ja que la pèrdua de parlants d'una llengua ocorre principalment a través de la defunció d'aquests, de manera que la pèrdua de parlants de la llengua A, per exemple, implicaria un augment relatiu de b i de y . En aquest sentit, es tracta d'un model de renovació de població més que de canvi de llengua, ja que quan un parlant canvia de llengua no oblidava la que parlava abans.

En qualsevol cas, aquest model dona una visió lleugerament diferent, pensada per al cas de llengües pròximes, com el galleg i el castellà, per a les quals va ser dissenyat, mentre que el cas del model Abrams-Strogatz estaria més ben aplicat en el cas de llengües molt diferents entre si –gaèlic i anglès o quítxua i castellà, per exemple–. Així, el primer cas permet el pas del monolingüisme al bilingüisme.

Pel que fa als punts fixos, el fet que el model siga més complex amb cinc combinacions diferents de resultats que inclouen els casos $x=1, y=1$, i altres possibilitats en què b seria diferent de zero. Qui estiga interessat pot trobar aquest estudi en la publicació original (Paredes i Mira, 2005) i en Miralles (2014).

Els autors són conscients de les limitacions del model. Assenyalen, en primer lloc, que l'estatus pot variar en el temps i que el model no incorpora aquesta possibilitat. En segon lloc, que no hi té en compte les variables derivades de la immigració, l'emigració o les taxes de naixement i mortalitat. I, finalment, també reconeixen que hi caldria considerar la influència de l'activitat política.

Així, doncs, tant el model de Paredes i Mira com els d'Abrams i Strogatz representen una forta simplificació de la realitat de la qual els autors són conscients –i nosaltres també–, però ens permeten començar a descriure la interacció entre llengües en un mateix territori, de manera senzilla. En aquesta recerca presentem l'aplicació d'aquests dos models a la interacció entre el català i el castellà, al País Valencià.

Dades

Per tal d'estudiar l'evolució dels parlants de valencià fent servir una modelització matemàtica hem fet ús de dues fonts de dades:

1. Les dades proporcionades pel *Llibre blanc de l'ús del valencià*, corresponents a l'*Enquesta sobre la situació social del valencià* promoguda per l'Acadèmia Valenciana de la Llengua durant l'any 2004. Més concretament, les dades tractades per Querol (2008). Les dades mostren l'ús

del valencià l'any 2004 classificades per grups d'edat dins de l'àmbit familiar –llengua que l'enquestat parla amb la seua mare, el seu pare, la seua parella i els seus fills–.

2. Les dades proporcionades directament per l'arxiu del Servei d'Investigació i Estudis Sociolingüístics (SIES) a través de la pàgina web de la Conselleria d'Educació, Cultura i Esport de la Generalitat Valenciana (http://www.cece.gva.es/polin/val/sies/sies_fonum.htm), corresponents a les enquestes realitzades els anys 1989, 1992, 1995, 2005 i 2010 sota la direcció de Rafael L. Ninyoles. En aquestes, els percentatges d'ús es classifiquen en diversos àmbits: a casa, al carrer, en botigues tradicionals i en grans superfícies.

En aquest article presentem l'estudi de l'evolució de l'ús del valencià, raó per la qual ens hem centrat en les preguntes «En quina llengua parla vostè...?» de les enquestes esmentades. Les possibles respostes que s'oferien eren:

- Sempre en valencià.
- Generalment en valencià.
- Més en valencià que en castellà.
- Indistintament.
- Més en castellà que en valencià.
- Generalment en castellà.
- Sempre en castellà.
- Altres/no sap, no respon.

Per facilitar-ne la modelització, i pagant el preu de simplificar la situació, es poden classificar aquestes respostes en dos o tres grans grups, depenent de si es vol treballar amb un grau major de simplificació –valencianoparlants i castellanoparlants– o si es vol afegir el grup de bilingües. En la discussió dels resultats tornarem a tractar aquest punt.

Els percentatges d'ús que utilitzem es refereixen només a les zones valencianoparlants, que varien lleugerament d'una enquesta a una altra. L'univers de les mostres correspon a individus de més de 15 o 16 anys, residents al País Valencià l'any de realització de cada onada. El marge d'error estadístic de cada resposta depèn de la grandària de la mostra –nombre d'enquestes realitzades– i varia entre $\pm 1,2\%$ i $\pm 2,9\%$, tal com s'indica en cada fitxa tècnica. Els errors associats als percentatges d'ús finals, una vegada classificats, fetes les mitjanes i normalitzats, s'han calculat seguint la forma habitual de propagació d'errors. Un dels problemes més rellevants d'aquesta investigació és la falta de dades distribuïdes en el temps i les limitacions que això implica. Efectivament, sols hem disposat de cinc o sis valors que ens mostren una evolució que tractem d'ajustar a models matemàtics que poden dependre de tres o quatre paràmetres.

Aquesta situació comporta incerteses grans en els paràmetres que cal determinar, com discutirem més endavant.

Dades de l'AVL: edats i temps

En primer lloc, hem emprat les dades proporcionades per Querol (2008), extretes al seu torn del *Llibre blanc de l'ús del valencià* (AVL, 2004). Per poder aplicar un model matemàtic d'evolució del nombre de parlants en el temps, ha calgut transformar els punts –edat, fracció de parlants– per a un temps fix (any 2004), a punts –any, fracció de parlants– per a cada grup d'edat que ens dona l'enquesta. Això ho hem fet considerant que cada grup d'edat representa l'any en el qual els individus tenien de 20 a 30 anys. Cal fer notar que l'aspecte important d'aquest canvi és que observem l'evolució de l'ús del valencià, en una franja d'edat concreta. A quina franja d'edat ens referim no és rellevant. Per exemple, podríem haver triat que cada grup d'edat representara l'any en què els individus tenien entre 40 i 50 anys. Açò simplement provoca un desplaçament global dels punts al llarg de l'eix temporal, però els paràmetres que descriuen l'evolució romanen invariants. Les dades resultants es troben en la taula 1.

Amb aquest canvi aconseguim tenir una distribució de dades des dels anys 60, cosa que seria impossible sense aquesta modificació, atès que no es van fer enquestes abans dels anys 80 del segle XX.

TAULA 1

Fracció de valencianoparlants i castellanoparlants per edats l'any 2004. Percentatges

| Franja d'edat | 15-24 | 25-34 | 35-44 | 45-54 | 55-64 | >64 |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| % sobre el total | 15.88 | 18.53 | 16.96 | 13.26 | 13.25 | 22.11 |
| Nascuts entre | 1980/90 | 1970/80 | 1960/70 | 1950/60 | 1940/50 | 1930/40 |
| Representen any | 2010 | 2000 | 1990 | 1980 | 1970 | 1960 |
| Valencià (%) | 26.1±1.3 | 30.0±1.3 | 36.4±1.3 | 39.9±1.3 | 48.1±1.3 | 53.6±1.4 |
| Castellà (%) | 73.9±1.7 | 70.0±1.6 | 63.6±1.5 | 60.1±1.4 | 51.9±1.3 | 46.4±1.3 |

Font: Dades extretes de l'enquesta de l'AVL. Es mostra el percentatge d'enquestats sobre el total corresponent a cada grup d'edat, els anys en què van nàixer i l'any que representen –amb edats entre els 20 i els 30 anys–, així com el percentatge de valencianoparlants i castellanoparlants de cada grup.

Les dades de la taula 1 es mostren gràficament en la figura 1. Els cercles blaus indiquen la fracció de valencianoparlants en l'àmbit familiar, mentre que els triangles negres indiquen la fracció de castellanoparlants. L'eix horitzontal indica el temps en anys, en què les dades es distribueixen entre 1960 i 2010. Les línies contínues indiquen ajustos del model a les dades per a determinats valors paramètrics –vegeu la secció de resultats–.

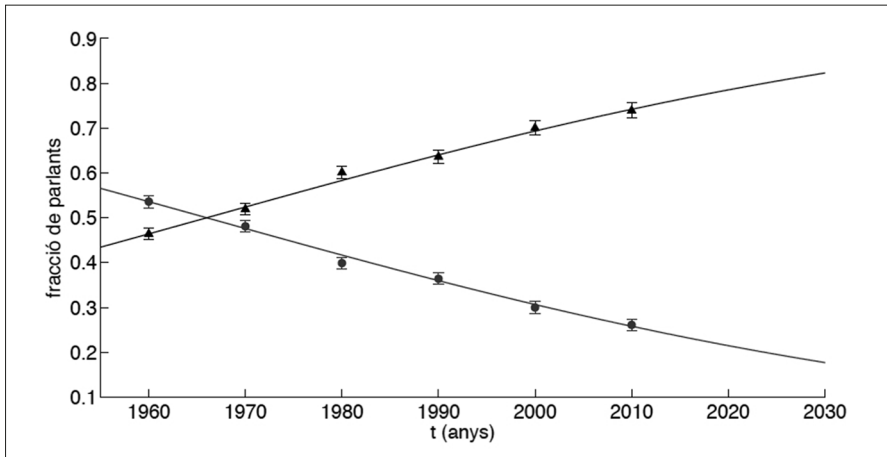


Figura 1. *Fraccions de valencianoparlants i castellanoparlants en l'àmbit familiar respecte del temps.*

Dades del SIES: 20 anys d'evolució

La classificació en dos grups, valencianoparlants i castellanoparlants, de les dades proporcionades pel SIES es va realitzar de forma anàloga a la realitzada sobre les dades de L'AVL. En aquest cas, a més, es va fer una mitjana per als àmbits en què es classificaven les respostes: llengua que l'enquestat parla a casa, al carrer, en botigues tradicionals i en grans superfícies. Els valors que se'n van obtenir es recopilen en la taula 2, mentre que en la figura 2 es representen els dels valencianoparlants.

TAULA 2
*Percentatge de valencianoparlants i castellanoparlants,
a les regions valencianoparlants del País Valencià*

| Any | 1989 | 1992 | 1995 | 2005 | 2010 |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Valenciano parlants (%) | 44.0±1.4 | 45.2±1.3 | 45.2±3.0 | 31.8±1.2 | 28.8±1.1 |
| Castellano parlants (%) | 56.0±1.5 | 54.8±1.4 | 54.8±3.2 | 68.2±1.5 | 71.2±1.5 |

Font: enquestes del SIES dels anys indicats.

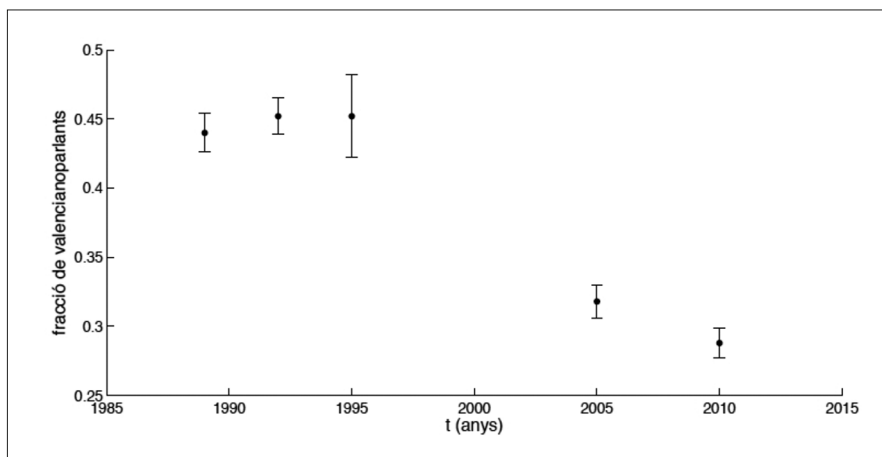


Figura 2. *Fracció mitjana de valencianoparlants en diferents àmbits, en les regions valencianoparlants, respecte del temps*

Font: Enquestes del SIES.

S'observa clarament una tendència desigual entre els tres primers punts, que sembla que romanen constants o que augmenten lleugerament, i els punts del 2005 i 2010, que presenten una reducció notable de la fracció de valencianoparlants. Aquest canvi de tendència i la falta de dades entre 1995 i 2005, sumat al fet de tenir només cinc punts experimentals, fan molt difícil poder modelitzar l'evolució de l'ús de la llengua amb aquestes dades.

Les dades de l'AVL poden ser usades com un punt més, per a l'any 2004, simplement obtenint la mitjana per a tots els grups d'edat. En aquest cas, cal restringir la resta de punts donats per les dades del SIES a l'àmbit domèstic, que són les dades de què disposàvem de l'enquesta de l'AVL. En aquest cas, s'obtenen les dades llistades en la taula 3 i es mostren en els punts de la figura 4.

TAULA 3
Percentatge d'ús del valencià i del castellà, en l'àmbit domèstic a les regions valencianoparlants del País Valencià

| Any | 1989 | 1992 | 1995 | 2004 | 2005 | 2010 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Valencianoparlants (%) | 48±3 | 53±3 | 51±7 | 39±5 | 40±3 | 35±3 |
| Castellanoparlants (%) | 52±3 | 47±3 | 49±7 | 61±6 | 60±3 | 65±3 |

Font: enquestes del SIES. La de l'any 2004 és de l'AVL.

Sobre la possibilitat de comparar les dades

Les dades obtingudes del *Llibre blanc de l'ús del valencià* i de les enquestes del SIES no es poden tractar com un únic banc de dades a l'hora d'ajustar un model: en el primer cas es tracta d'una enquesta feta per grups d'edat, en un moment determinat que nosaltres hem convertit en dades temporals mitjançant una conversió d'edats en anys. Tanmateix, aquesta conversió inclou un error de posicionament en el temps, ja que es dona un punt per a tota una dècada –podem entendre aquest punt com la «mitjana» d'ús de la dècada–, mentre que les dades del SIES inclouen tots els parlants de qualsevol edat, per a un any determinat.

Tanmateix, en prendre les dades del *Llibre blanc*, com si es tractara d'una enquesta del SIES per l'any 2004 i tabular-ne el resultat amb la resta de valors –entre 1989 i 2010– que proporciona aquest darrer organisme –taula 3–, veiem com la mitjana per a totes les edats de l'any 2004 resulta, en valors, molt semblant a les donades pel SIES per a l'any 2005, fet que demostra la solidesa de les dades que tractem.

Cal destacar també que les dades del SIES donen percentatges més elevats que els del *Llibre blanc*. L'explicació rau en el fet que en les primeres es considera tota la població, de manera que les generacions en què l'ús del valencià era major en fan augmentar el percentatge total, mentre que en les darreres només hem considerat el grup de persones que tenien entre 20 i 30 anys, per determinar el percentatge donat en cada punt. D'aquesta manera, si desplaçem l'origen de les dades del SIES de la taula 3 des de 1990 fins a 1960, l'evolució que trobaríem seria molt semblant a la que dona la figura 1, amb l'excepció del canvi de pendent que s'observa entre 1989 i 1992.

Resultats

El model d'Abrams i Strogatz és un model d'extinció lingüística total, de manera que va poder ser aplicat a les dades de l'AVL –taula 1 i figura 1– i a les dades del SIES des de 1992, ja que mostren clares tendències minvants de l'ús d'una de les llengües, en aquest cas del valencià. Aquest model simplificat no permet reproduir canvis de tendència en el temps, la qual cosa limita la visió que podem donar del sistema en el període estudiat.

Dades de l'AVL

En aquesta secció presentem el nostre intent de reproduir l'evolució de les dades provinents de l'enquesta de l'AVL amb el model d'Abrams i Strogatz.

Prenent $a=1$, imposem que la probabilitat de canvi de llengua siga proporcional al nombre de parlants de la llengua a la qual es canvia. Aquest cas és més senzill d'estudiar i permet obtenir solucions analítiques de les equacions. En la figura 1 es mostren les línies donades per la solució analítica per als altres paràmetres $c=0.1$, $s=0.38$, que són els que millor ajusten les dades. D'altra banda, podem trobar els valors del paràmetre s que donen un millor ajust fixats a i $c - a=1$, com hem dit-. En aquest cas, la figura 3 mostra que el valor de c creix de manera asimptòtica per a valors de s pròxims a 0.5 –igualtat d'estatus de les dues llengües-.³ Això és degut al fet que, per a aquest valor, el percentatge de parlants roman constant en les dues llengües, tal com expressen les equacions del model d'Abrams i Strogatz. Per tant, és impossible ajustar punts de tendència decreixent, siga quin siga el valor de c . El significat intrínsec del paràmetre de l'estatus dintre del model i la dificultat per determinar-ne el valor exacte fa que siga necessari que es trobe en un interval de valors en què la resposta del sistema –representat en els canvis del valor de c – no canvie de forma substancial.

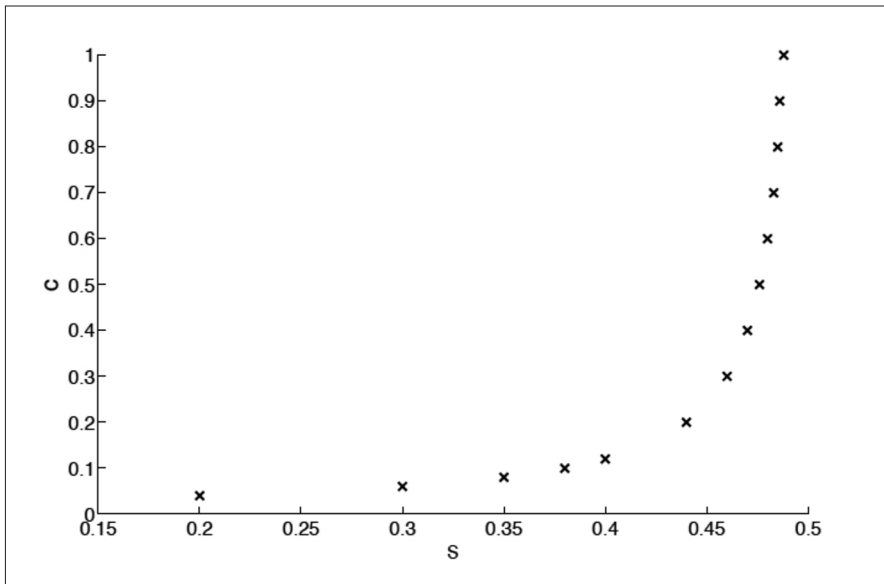


Figura 3. Paràmetre de l'estatus, s , enfront del paràmetre de normalització, c , que millor reproduïxen l'evolució dels percentatges de parlants de valencià de la figura 1 i de la taula 1, per al cas en què $a = 1$.

3. És a dir, la corba que segueixen els punts en la figura 3 s'acosta, per a valors creixents del paràmetre c , a la recta donada per $s=0.5$.

Aquest raonament ens permet reduir l'interval de c a $c \in [0.04, 0.2]$, a partir de la figura 3. D'altra banda, hi ha una altra raó per a excloure valors de c majors de 0.3: per a $c > 0.3$, els valors de l'estatus satisfan $s > 0.45$, una situació molt pròxima al valor $s = 0.5$ en què les dues llengües en competència tindrien estatus equivalents. No sembla que la dinàmica que donen les dades representades en la figura 1 es pugui explicar amb l'equivalència dels estatus de les llengües, raó per la qual el model no deu descriure correctament la realitat amb valors de c per damunt de 0.3.

Cada punt de la figura 3 representa una parella (s, c) de valors que acompanyen $a = 1$ per ajustar les dades. Dit altrament, fixant $a = 1$ i modificant el paràmetre s , la figura mostra els valors de c que millor ajusten les dades per a cada valor de s .

Modificant el valor de la variable a , el sistema no es pot resoldre analíticament i cal recórrer a mètodes d'integració d'equacions diferencials com el Runge-Kutta (vegeu, per exemple, Miralles, 2014). En aquest cas el que es fa és prendre el primer punt com a dada inicial i seguir numèricament l'evolució del sistema en el temps. En el seu article de dinàmica d'extinció lingüística completa, Abrams i Strogatz troben un valor «universal» per a tots els casos estudiats $a = 1.31 \pm 0.25$, així que vam provar d'ajustar les dades amb $a = 1.3$. Els millors ajustos trobats en aquest cas són els donats per les ternes $a = 1.3, c = 0.04, s = 0.15$, i $a = 1.3, c = 0.06, s = 0.27$. Variant el valor de a en els límits determinats pels valors obtinguts en la recerca d'Abrams i Strogatz ($a \in [1, 1.5]$), trobem els millors ajustos per a $a = 1.1, c = 0.1, s = 0.38$, i $a = 1.2, c = 0.08, s = 0.34$. Aquests resultats confirmen valors relativament petits de la variable c ($c > 0.1$), cosa que implica una evolució lenta, i un paràmetre s en l'entorn de 0.3. El fet que s'estiga en l'entorn de 0.3 significa, seguint la interpretació que es dona a aquest paràmetre en el model, que l'estatus del valencià és clarament menor que el del castellà en la societat valenciana, és a dir, que la percepció que els parlants tenen de la primera llengua és clarament pitjor, en termes d'utilitat i ús, que el que tenen de la segona.

Dades del SIES

Les dades de la taula 3 són les úniques que poden ser modelitzades amb el model d'Abrams i Strogatz, partint de 1992, ja que el model està específicament dissenyat per a explicar tendències decreixents, tal com hem explicat. En aquest sentit, els ajustos paramètrics tornen a estar limitats per la manca de dades, en relació als paràmetres que s'hi han d'ajustar –5 punts experimentals enfront de 3 paràmetres–, de manera que ens vam restringir a fer una exploració paramètrica i estudiar en quin interval de valors podíem trobar solucions del model que reproduïsquen l'evolució des de l'any 1992.

Començant novament amb el cas $a=1$, s'observa una diferència amb les dades de l'AVL, produïda pel decreixement més accelerat del percentatge de parlants, ja que l'evolució observada en la figura 2 ocorre al llarg de 20 anys –taula 3–, enfront dels 50 anys donats per les dades de l'AVL –figura 1–. Així doncs, per a valors iguals del paràmetre d'estatus (s), el valor de c obtingut és típicament superior a l'obtingut per a les dades de l'AVL –recordem que un augment de c accelera el canvi entre llengües, ja que aquest paràmetre normalitza la probabilitat de transició entre aquestes–. D'altra banda, de la mateixa manera que en l'apartat anterior, els valors de c augmenten en acostar-se s a 0.5, i això restringeix els valors de c novament per sota de 0.3.

Calculant els valors de c i s que millor ajusten els cinc punts de la taula 3, per $a=1$, $a=1.3$, $a=1.5$ i $a=2$, analíticament en el primer cas i numèricament en els altres, s'obtenen diverses ternes que ajusten els resultats, de manera que es fa difícil obtenir-ne l'adient. La taula 4 recull els valors de s que donen els millors ajustos per a diferents valors dels paràmetres a i c . S'hi observa que per als valors més grans de c , l'estatus no varia pràcticament en variar el paràmetre de potència a . En el cas $a=2$ no es van trobar ajustos correctes a les dades, per la qual cosa deduíem que necessàriament $a < 2$.

La figura 4 mostra tres exemples per a diferents ternes de paràmetres. En la figura s'observa que la disminució de parlants és més acusada com més gran és c i que la tendència decreixent se suavitza per a valors de a baixos.

TAULA 4

Conjunts de paràmetres (c , a , s) que ajusten els punts de la taula 3 al model d'Abrams-Strogatz. Els valors centrals corresponen a l'estatus, s

| | $a=1$ | $a=1.3$ | $a=1.5$ |
|----------|-------|---------|---------|
| $c=0.06$ | 0.15 | 0.10 | 0.05 |
| $c=0.08$ | 0.24 | 0.20 | 0.16 |
| $c=0.10$ | 0.29 | 0.26 | 0.23 |
| $c=0.12$ | 0.33 | 0.30 | 0.28 |
| $c=0.15$ | 0.36 | 0.34 | 0.33 |
| $c=0.20$ | 0.40 | 0.39 | 0.38 |
| $c=0.30$ | 0.43 | 0.43 | 0.42 |

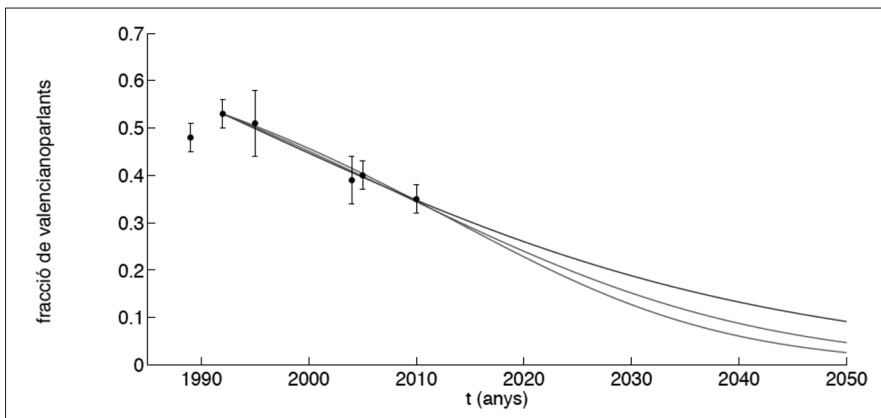


Figura 4. *Fracció de valencianoparlants en relació amb el temps.*

Font: Dades extretes de la taula 3.

Les corbes de la figura 4 corresponen a la solució numèrica de l'equació d'Abrams-Strogatz prenent com a condició inicial la fracció de parlants a $t_0 = 1992$ i els paràmetres: $c = 0.08$, $a = 1$, $s = 0.24$ (dalt); $c = 0.12$, $a = 1.3$, $s = 0.30$ (al mig); $c = 0.15$, $a = 1.5$, $s = 0.33$ (baix).

Resum dels resultats amb el model d'Abrams i Strogatz

Tot i la manca de dades i el fet que les dades no són directament comparables, com ja hem explicat, el conjunt de punts tractats en ambdós casos permet establir uns primers límits, per als valors dels paràmetres que millor descriurien l'evolució del sistema, en un escenari de procés de substitució lingüística total, com el que descriu el model d'Abrams i Strogatz. Els límits dels valors serien els següents: $c \in [0.06, 0.2]$, $a \in [1, 1.5]$ i $s \in [0.15, 0.4]$.

El model de Mira i Paredes

El model de Mira i Paredes (Mira i Paredes, 2005) introdueix un nou grup possible, les persones bilingües. Per fer ús d'aquest model vam dividir de forma diferent els percentatges d'ús: vam considerar valencianoparlants sols aquells que van respondre que parlen «sempre valencià» o «generalment valencià», bilingües els que van dir que «indistintament», «més valencià que castellà» i viceversa, i castellanoparlants els que parlen «sempre castellà» o «generalment castellà». La taula 5 mostra els percentatges obtinguts, una vegada tractades les dades de les enquestes del SIES. Les dades mostrades són la mitjana de tots els

àmbits amb els errors corresponents. Per a aquest model no vam poder emprar les dades de 2004 del *Llibre blanc*, perquè els percentatges de l'enquesta corresponen a la llengua que es parla amb una persona concreta: la mare, el pare, la parella o els fills. Atès que la situació habitual és parlar o bé valencià o bé castellà amb una determinada persona i no ambdues llengües alhora, no té sentit considerar un grup de bilingües en aquest cas.

TAULA 5
*Percentatge de valencianoparlants, castellanoparlants i bilingües
en les diferents enquestes*

| Any | Valencianoparlants (%) | Bilingües (%) | Castellanoparlants (%) |
|------|------------------------|---------------|------------------------|
| 1989 | 37.2±1.1 | 14.9±1.1 | 48.0±1.2 |
| 1992 | 34.6±0.9 | 21.4±1.0 | 44.0±1.0 |
| 1995 | 36.8±1.9 | 18.4±2.3 | 44.7±1.9 |
| 2005 | 25.9±0.9 | 16.8±1.0 | 57.3±1.2 |
| 2010 | 23.0±0.8 | 16.6±1.0 | 60.4±1.2 |

Font: enquestes del SIES realitzades els anys indicats.

També vam aplicar el model de Mira-Paredes a les fraccions de parlants de cada grup –taula 5–, prenent x com la fracció de parlants del valencià, y com la fracció de parlants del castellà, i b com la fracció de bilingües obtinguda a partir de $b=1-x-y$. Com que es tracta d'un sistema de dues equacions diferencials ordinàries acoblades sense solució analítica, vam calcular la solució de forma numèrica utilitzant el mètode Runge-Kutta d'integració per a sistemes d'equacions i prenent com a condició inicial els valors per a l'enquesta més antiga, la de 1989. El model de Mira i Paredes té quatre paràmetres per determinar, els corresponents al model d'Abrams-Strogatz – c, a, s – més l'anomenat *paràmetre de semblança*, k . El càlcul de la semblança entre llengües és extremadament difícil en casos pràctics, com ja indiquen Mira i Paredes en el seu article, i el seu valor s'ha d'estimar a partir dels ajustaments a les dades.

Atesa la dificultat tècnica de realitzar un ajustament amb quatre paràmetres lliures als cinc valors empírics de què disposem, vam realitzar un ajustament temptatiu partint dels valors dels paràmetres del model d'Abrams-Strogatz, que havíem trobat i vam tractar de trobar el paràmetre de semblança que millor reproduïra l'evolució del sistema. A més, vam analitzar la dependència entre els paràmetres i les corbes que resulten de l'estudi numèric. Fixant $a=1.3$ i $c=0.1$, vam obtenir un valor de l'estatus $s=0.35$ i de semblança $k=0.35$. Amb aquests

valors, el règim d'estabilitat donat per Mira, Seoane i Nieto (2011) ubicaria el sistema en una regió que condueix a la desaparició d'una de les llengües, en el nostre cas el valencià, i també a la del grup de bilingües, que no és estable.

La figura 5 mostra els punts i l'ajustament per a aquests valors. Destaquem que el valor de l'estatus es troba dins de l'interval que havíem obtingut en aplicar el model d'Abrams-Strogatz, per la qual cosa podria ser una estimació raonable. Tanmateix, observem que el valor del paràmetre de semblança k és més baix del que es podria esperar (Mira i Paredes obtenen $k=0.8$ en el cas del gal·lec-castellà, per exemple), i que l'ajust no acaba de caracteritzar correctament els punts de castellanoparlants i bilingües per a l'any 1992 i 1995. Conseqüentment, no podem concloure amb certesa que el model o els valors dels paràmetres siguin els correctes.

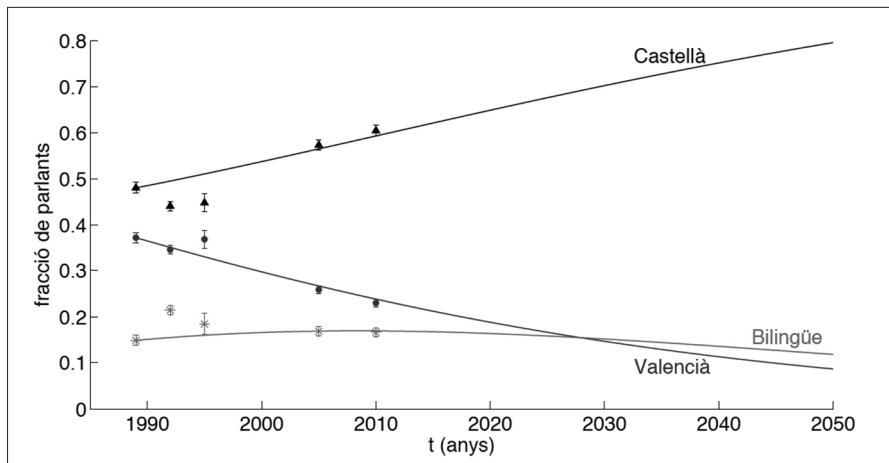


Figura 5. Fracció de parlants en relació amb el temps i classificades en tres grups: valencianoparlants –punts–, castellanoparlants –triangles– i bilingües –estrelles–.

Font: Dades extretes de les enquestes del SIES.

Les corbes de la figura 5 corresponen a l'ajust del model de Mira i Paredes per als paràmetres $s = 0.35$, $k = 0.35$, $a = 1.3$ i $c = 0.1$.

D'altra banda, variant el valor dels diferents paràmetres per estudiar el seu efecte en les corbes d'evolució, vam trobar que:

- Es requereix un valor de c baix, de l'ordre de $c \sim 0.1$, per a suavitzar la disminució de l'ús del valencià, d'acord amb el que havíem deduït fent ús del model d'Abrams i Strogatz. Per a valors majors, la fracció de valencianoparlants cau massa ràpidament.

- La modificació del paràmetre de semblança mostra que: valors de k alts fan augmentar la fracció de bilingües, en detriment principalment de la llengua dominant –castellà–; valors baixos de k fan augmentar la fracció de castellano-parlants i, en menor mesura, també de valencianoparlants.
- Per a estatus majors, la caiguda del valencià és més lenta, mentre que per a estatus menors, la caiguda és més ràpida.
- Si $c \sim 0.1$, canvis del paràmetre de potència a entre 1 i 2 no afecten pràcticament la corba en aquest model.

Discussió

Aquesta recerca representa un primer intent d'estudiar el sistema lingüístic català-castellà a les regions catalanoparlants del País Valencià des de la perspectiva dels models dinàmics. Les dades obtingudes mostren una clara davallada de l'ús del valencià en les darreres dècades. Aquest fet ens ha permès aplicar el model de procés de substitució lingüística total d'Abrams i Strogatz a l'evolució del nostre procés. La manca de dades, però, ha limitat la capacitat descriptiva de la nostra investigació. A més, el model d'Abrams-Strogatz descriu la competició entre dues llengües, en la qual l'atracció d'una llengua augmenta amb el nombre de parlants i l'estatus percebut, però en què la transició d'individus d'un grup a un altre té lloc sense una fase intermèdia i, per tant, sense la possibilitat de grups bilingües. Evidentment, les societats bilingües existeixen i el context sociolingüístic valencià n'és un exemple, per la qual cosa aquest model no pot descriure de forma acurada la nostra realitat sociolingüística. Tanmateix, l'aplicació del model ens ha permès trobar intervals de paràmetres vàlids que, a més, donen valors raonables des d'una perspectiva sociològica. Els intervals obtinguts en la nostra recerca tant del paràmetre d'estatus s com del paràmetre a –que controla la dependència de la probabilitat de canvi amb el nombre de parlants de la llengua a la qual es canvia– són compatibles amb els resultats d'Abrams i Strogatz. Pel que fa al primer, la realitat sociolingüística valenciana no permet acceptar valors superiors a $s=0.45$ per al català, que serien excessivament pròxims a un estatus lingüístic semblant.

La manca de dades ha estat més crítica per a aplicar el model de Mira i Paredes, que no ens ha proporcionat un conjunt de paràmetres acceptable en termes, per exemple, del paràmetre de semblança entre les llengües, k . N'hem obtingut un valor excessivament baix en comparació de l'obtingut per aquests autors per al cas del gallec i el castellà –0.8 en aquest cas enfront de 0.35 en el nostre–. Les majors diferències lingüístiques entre català i castellà que les que hi ha entre gallec i castellà no justifiquen la gran diferència en els resultats.

Ja havíem assenyalat que, de fet, el model de Mira i Paredes és més aviat de renovació de població que no pas un model en què els individus canvien d'una llengua a una altra de diferent, perquè habitualment els parlants d'una llengua no passen a parlar-ne una de nova i obliden la seua. A parer nostre, Mira i Paredes no fonamenten bé la incorporació de la variable k «distància entre llengües» que també anomenen de «similitud lingüística». De fet, Mira, Seoane i Nieto (2011: 9) indiquen que encara s'ha de veure si la definició de similitud lingüística en termes de la dinàmica de la renovació de la població correspon a un concepte purament lingüístic, argument amb el qual coincidim des d'un punt de vista teòric. Pel que fa als resultats empírics de la nostra recerca, ens mostren uns valors molt distants entre la similitud del galleg i del castellà, d'una banda, i la del valencià i del castellà, de l'altra, però hauríem d'estudiar si la manca de dades no és fonamental per a explicar aquestes diferències.

També les declaracions de Mira en una entrevista (Guerrero, 2011) ens donen l'alerta sobre el significat d'aquesta variable. Hi assenjala que perquè una llengua sobrevisca en una comunitat bilingüe en la qual els estatus dels dos idiomes són equilibrats, la similitud amb l'altre idioma no ha de ser inferior al 40%. Tanmateix, si l'estatus d'una de les llengües és molt superior, el percentatge que indica la similitud hauria de ser més alt perquè la llengua més feble sobrevisquera –per damunt del 75%, depenent de l'estatus–.

Els processos de substitució lingüística tant poden ser unidireccionals –no més es bilingüitzen unilateralment els parlants de la llengua minoritària– com molt complexos i es bilingüitzen tant els parlants de la llengua minoritzada com els de la majoritària, encara que en proporcions diferents, és clar. La proximitat de les llengües podria afavorir tant l'augment dels usos d'una llengua com de l'altra, però de cap manera pot ser una variable fonamental. Aquest paràmetre, doncs, més que la distància entre les llengües, podria indicar la predisposició a adoptar l'altra llengua, atès que està relacionat amb l'estatus, com el mateix Mira assenyalava en l'entrevista esmentada. Si fóra una variable estrictament lingüística, com de fet ho és la similitud entre les llengües, podria tenir cap correlació, que no fóra espúria, amb l'estatus? Totes aquestes qüestions ens mostren la necessitat de noves recerques per a concretar el significat d'aquesta variable.

Tornant als resultats que dona el model d'Abrams i Strogatz i a les possibles conclusions que se'n poden derivar, l'extrapolació de les línies ajustades en les figures 1 i 4 s'ha d'entendre amb la condició que no hi haja cap canvi sociopolític que modifiqui el paràmetre s , és a dir, l'estatus del valencià. D'aquesta manera, si aquest valor decreix, la tendència s'acceleraria, mentre que si el valor augmenta, el procés de substitució lingüística podria desaccelerar-se o fins i tot ser aturat i capgirat. Així, en les figures 2 i 4 s'observa un canvi de pendent a començaments dels anys 90. Malauradament, no tenim més dades d'aquest moment tan interessant lingüísticament, en què la Llei d'ús i ensenyament (1983) i

l'existència de mitjans públics i en valencià (RTVV, 1989) podrien estar darrere de la breu tendència positiva observada. Tanmateix, aquest darrer comentari resta en el terreny de l'especulació a causa de la manca evident de dades. Ara bé, el comentari sí que serveix per a fer una crida a la realització periòdica d'enquestes, ja que a mesura que s'acumulen les dades, la modelització és més acurada i, a més, s'exerceix una pressió sobre els models que han de ser adaptats i millorats perquè hi haja més i millors dades.

És obvi que els models presenten una sèrie de limitacions. En primer lloc, no hem d'oblidar que els models són sempre una simplificació a sols uns pocs factors d'una situació complexa, com és la interacció entre parlants. Altrament, els models estudiats tampoc no tenen en compte que paràmetres com l'estatus de la llengua poden variar al llarg del temps. Així mateix, tampoc consideren possibles variacions de la proporció relativa de parlants a causa de la immigració, l'emigració, etc. En definitiva, l'extrapolació a llarg termini d'aquest tipus de models és poc fiable perquè els sistemes que modelitzen són molt dependents de la realitat sociopolítica de cada època. Tot i això, la tendència que ens ofereixen les dades en les darreres dècades és inequívoca.

Conclusions

La diversitat lingüística és un fenomen complex que depèn de múltiples factors. El seu equilibri és sempre precari atès que es tendeix a l'economia en les interaccions lingüístiques. Des del camp de la física, s'han desenvolupat recentment models matemàtics que descriuen aquests tipus de situacions sociolingüístiques i de competència entre llengües. Aquests models permeten predir situacions de futur a què pot arribar si no es canvien els patrons vigents i es prenen mesures polítiques i socials adients per tal de reconduir la situació. En aquest article hem presentat l'aplicació de dos d'aquests models al cas del català i del castellà al País Valencià: el model d'Abrams-Strogatz i el model de Mira-Paredes. Ambdós s'engloben dins del grup de models que enfoquen el problema de la competició lingüística fent ús d'equacions diferencials que descriuen el comportament global del sistema. En la recerca, hem analitzat les dades de les enquestes realitzades pel SIES i l'AVL als territoris catalanoparlants del País Valencià.

El model d'Abrams i Strogatz, dins de la seua limitació per descriure un sistema com el tractat en aquesta investigació, ens ha servit per a fer-nos una idea de l'interval de variació dels paràmetres que hem emprat posteriorment el model de Mira-Paredes. Mira i Paredes plantegen un model més general per tal de refinar el d'Abrams-Strogatz. Aquests investigadors incorporen al seu model un grup de parlants bilingües i introdueixen un nou paràmetre que repre-

senta la probabilitat que un parlant monolingüe no passe a l'altra llengua sinó que adopte una pràctica bilingüe. Els autors identifiquen aquest paràmetre amb la semblança entre les dues llengües. El problema fonamental amb què ens vam trobar durant l'estudi va ser la manca de dades, que va fer que no es poguessin trobar valors numèrics concrets dels paràmetres sinó més aviat intervals dins dels quals aquests poden variar. Així, l'aplicació dels models ens va permetre quantificar, tot i que amb incerteses considerables, les variables que modelen la interrelació entre el català i el castellà i trobar conjunts que descriuen apropiadament les dades de les enquestes.

Partint dels intervals establerts amb el model d'Abrams-Strogatz, vam aplicar el model de Mira-Paredes a les dades de què disposem. En aquest cas, però, vam obtenir un valor de semblança que trobem excessivament baix. A causa dels pocs punts temporals i del fet que les dades no acabend'ajustar-se bé al model, creiem necessari un estudi més aprofundit i amb més dades per poder arribar a afirmacions concloents sobre la validesa del model i dels valors dels paràmetres.

Les limitacions d'aquest treball requereixen recerques futures que s'haurien d'adreçar a la millora dels models aplicats a l'estudi del procés de substitució lingüística que hi hem tractat. Així mateix, s'haurien de considerar altres models, com els basats en xarxes complexes i en les interaccions individuals dels parlants –*agent-based models*–. Cal insistir també en la necessitat de disposar de dades fiables i comparables i, si és possible, extretes d'enquestes dissenyades per a poder ser aplicades als models. Finalment, volem fer notar la necessitat d'una col·laboració oberta i constructiva entre el món científicotècnic, la psicolingüística i la sociologia del llenguatge per tal de millorar els models i reflexionar sobre el significat dels paràmetres en les equacions –estatus, semblança, etc.–. Aquest és, justament, l'objectiu del nostre grup de recerca Alcàntera: el pont amb la sociolingüística.

Referències

- Amorrortu, E.; Barreña, A.; Idiazabal, I. i Izaguirre, E. (2005). *Informe sobre les llengües del món. Síntesi*. Barcelona: UNESCO Etxea/ Centre UNESCO de Catalunya/Angle Editorial.
- Abrams, D. M. i Strogatz, S. H. (2003). «Modelling the dynamics of language death», *Nature*, 424, 900.
- Beltran, S. *et alii* (2008-2009). «Projecte de recerca sobre substitució lingüística i autòmats cel·lulars». *Anuari de Psicologia*, 141-146.
- Beltran, S. *et alii* (2010-2011). «Sobre substitució lingüística i autòmats cel·lulars (SLAC): decurs de la investigació». *Anuari de Psicologia*, 271-285.

- Castelló, X.; Enguíluz, V. M. i San Miguel, M. (2006). «Ordering Dynamics with two non-excluding options: bilingualism in Language competition». *New Journal of Physics*, 8(12), 308.
- Castelló, X.; Loureiro-Porto, L.; Enguíluz, V. M. i San Miguel, M. (2007). «The fate of bilingualism in a model of language competition». *Advancing Social Simulation: The First World Congress*, 83-94.
- Crystal, D. (2000). *Language Death*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Guerrero, T. (2011). «Dos idiomas pueden coexistir en armonía», *El Mundo*, 3 de març. <<http://www.elmundo.es/elmundo/2011/03/02/ciencia/1299083112.html>>.
- Kabatek, J. (2012). «Modelos matemáticos e substitución lingüística». *Estudios de Lingüística Galega*, 4, 27-43.
- Kaplan, D. i Glass, L. (1991). *Understanding Nonlinear Dynamics*. Nova York: Springer Science.
- Llibre blanc de l'ús del Valencià (2005). *Enquesta sobre la situació social del valencià*. 2004. València: Publicacions de l'Acadèmia Valenciana de la Llengua.
- Miralles, C. (2014). *Models dinàmics de competició entre llengües*. Treball de grau, Facultat de Física, Universitat de València.
- Mira, J. i Paredes, A. (2005). «Interlinguistic similarity and language death Dynamics». *Europhysics Letters*, 69, 1031-1034.
- Mira, J.; Seoane, L. F. i Nieto, J. J. (2011). «The importance of interlinguistic similarity and stable bilingualism when two languages compete». *New Journal of Physics*, 13, 033007.
- Patriarca, M. i Leppänen, T. (2004). «Modeling language competition». *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 338, 296-299.
- Pinasco, J. P. i Romanelli, L. (2006). «Coexistence of Languages is possible». *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 361, 355-360.
- Querol, E. (2008). «A cada bugada es perden molts llençols: el procés de substitució lingüística en l'àmbit familiar des de l'inici del segle XX: el rei va nu». Dins *Llibre blanc de l'ús del valencià – II. Iniciatives per al foment del valencià*. València: Publicacions de l'Acadèmia Valenciana de la Llengua, col. Recerca, 9, 168-169.
- Schulze, C. i Stauffer, D. (2006). «Recent Developments in Computer Simulations of Language Competition». *Computing in Science & Engineering*, 8, 60-67.
- Servici d'Investigació i Estudis Sociolingüístics (SIES). Conselleria d'Educació, Cultura i Esports. Generalitat Valenciana. *Fons estadístic i documental*. <http://www.cece.gva.es/polin/val/sies/sies_fonum.htm>.

- Stauffer, D.; Moss de Oliveira, S.; de Oliveira, P. M. C. i Martins, J. S. de Sa (2006). *Biology, Sociology, Geology by Computational Physicists*. Àmsterdam: Elsevier.
- Stauffer, D.; Castelló, X.; Enguñluz, V. M. i San Miguel, M. (2007). «Microscopic Abrams-Strogatz model of language competition». *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 374, 835-842.
- Strogatz, S. H. (1994). *Nonlinear Dynamics and Chaos*. Nova York: Perseus Books.
- Tuson, J. (2004). *Una imatge no val més que mil paraules*. Barcelona: Empúries.
- Tuson, J. (2005). *Patrimoni natural*. Barcelona: Empúries.