

**EL BILINGÜISME
COM A FACTOR PROTECTOR DE
L'ENVELLIMENT COGNITIU**

El bilingüisme com a factor protector de l'envelliment cognitiu

Jaume Pomar Pons
Pilar Andrés Benito

Resum

L'objectiu principal d'aquest capítol és abordar una característica important de la nostra comunitat de referència, les Illes Balears. Es tracta d'examinar fins a quin punt el bilingüisme és un factor protector de l'envelliment cognitiu. Per aconseguir aquest propòsit, revisarem les evidències científiques que apunten cap a la reserva cognitiva com a factor rellevant i més concretament els factors que semblen modular els efectes de l'edat en el funcionament cognitiu. Per això, revisarem els estudis que han utilitzat diversos paradigmes experimentals per explorar la relació entre el bilingüisme i els processos de control d'interferència, la planificació, la memòria de treball i d'altres processos executius. També advertirem quins mecanismes es proposen per explicar els avantatges cognitius dels bilingües, i si els terminis d'instauració d'una demència poden diferir en funció de ser bilingüe o no. Acabarem parlant dels substrats neuronals que es relacionen amb la plasticitat funcional de l'experiència multilingüe, i que es presenten com a candidats a una possible reserva cognitiva.

Resumen

El objetivo principal de este capítulo es abordar una característica importante de nuestra comunidad de referencia, las Illes Balears. Se trata de examinar hasta qué punto el bilingüismo es un factor protector del envejecimiento cognitivo. Para conseguir este propósito, revisaremos las evidencias científicas que apuntan hacia la reserva cognitiva como factor relevante y, más concretamente, los factores que parecen modular los efectos de la edad en el funcionamiento cognitivo. Para ello, revisaremos los estudios que han utilizado diversos paradigmas experimentales para explorar la relación entre el bilingüismo y los procesos de control, la planificación, la memoria de trabajo y otros procesos ejecutivos. Advertiremos también qué mecanismos se proponen para explicar las ventajas cognitivas de los bilingües, y si los plazos de instauración de una demencia pueden diferir en función de ser bilingüe o no. Acabaremos hablando de los sustratos neuronales que se relacionan con la plasticidad funcional de la experiencia multilingüe, y que se presentan como candidatos a una posible reserva cognitiva.

1. Introducció

La societat occidental en general i la balear en particular presenten un important envelliment demogràfic (Gómez-Redondo, Génova, Robles 2007). Malgrat que aquest fet és positiu perquè és un assoliment important d'una societat avançada, també suposa un repte que hem d'afrontar. No es tracta únicament de viure més temps, sinó de viure amb una bona qualitat de vida i amb unes funcions mentals al més preservades possible. Per això és important que

puguem identificar els factors que potencien aquest funcionament cognitiu. Atès que vivim en una comunitat bilingüe, en aquest capítol analitzarem l'evidència científica que suggereix que les persones que parlen quotidianament dues o més llengües al llarg de la vida tenen una millor reserva cognitiva i, per tant, possiblement també unes millors capacitats cognitives.

2. Canvis neuropsicològics en l'envelliment

Els investigadors que treballen dins de la neuropsicologia de l'envelliment consideren que és fonamental poder caracteritzar el perfil cognitiu de l'envelliment i conèixer els mecanismes que poden actuar com a factors compensatoris davant les possibles pèrdues cognitives. Per això, és necessari entendre l'envelliment com un fenomen dinàmic, amb canvis de diversa índole que afecten el cervell i la cognició de la nostra gent gran, generant no només efectes negatius sinó també positius (Baltes, Freund, Li 2005).

És important assenyalar que els canvis que es produeixen durant l'envelliment repercuteixen en el sistema nerviós i cognitiu de manera diferencial. Moscovitch i Winocur (1992) mostren que el procés de canvi estructural afecta principalment l'escorça prefrontal (Raz et al. 1998; Raz et al. 2005; Raz et al. 2010) i el volum de l'hipocamp i les regions temporals (Raz et al. 2010). Pel que fa als canvis de funcionalitat neurològica, s'observa una manca de connectivitat cerebral (Gratton et al. 2009), un canvi anteroposterior —tendència a activar més les regions frontals i menys les temporals— (Davis et al. 2008) i una reducció de la asimètria de l'activitat cerebral —en la qual tots dos hemisferis s'activen durant la realització d'una tasca cognitiva— (Phillips, Andrés 2010; Cabeza 2002). Quant als canvis cognitius a què aquests canvis neurològics indueixen, l'atròfia de les àrees frontals i la reducció de connectivitat neuronal donen lloc a pèrdues en capacitats atencional i executives (West 1996), amb problemes de concentració i atenció selectiva (vegeu Kramer i Madden 2008 per una revisió). En aquest sentit, a mesura que ens fem grans, la nostra capacitat d'inhibir estímuls irrellevants és un dels principals factors que expliquen aquesta disminució (Andrés, Parmentier, Escera 2006; Andrés, Guerrini, Phillips, Perfect 2008; Andrés, Van der Linden 2000; Hasher, Lustig, Zacks 2007). Aquests dèficits també són exagerats en les malalties tipus Alzheimer (Amieva et al. 2004; Perry, Hodges 1999). En segon lloc, el deteriorament del volum hipocampal i temporal que s'observa a mesura que la gent es fa gran afecta típicament les capacitats de memòria, principalment de memòria explícita o declarativa.

3. El concepte de reserva cognitiva

Ara com ara, és molt habitual trobar investigacions d'àmbits disciplinaris diferents, incloent-hi el de la neurociència cognitiva, que han posat el punt de mira en la recerca dels factors que, associats al pas del temps, poden, de manera directa i indirecta, actuar

sobre els processos cognitius bàsics i el seu suport físic, comportant-se com a moduladors i atenuant l'impacte negatiu que pot comportar l'envelliment.

Després d'observar amb freqüència una baixa correlació entre els signes i símptomes disfuncionals mostrats per pacients amb demència i el nivell de gravetat de patologia cerebral mostrat, Katzman i els seus col·laboradors (1989) van proposar la noció de reserva cognitiva. D'aquesta manera, es qüestionava la vinculació directa entre estructura i funció, i s'originava interès per l'estudi de factors tals com el nivell d'escolaritat en la probable reducció del minvament cognitiu durant l'ancianitat (vegeu Stern 2009 per una revisió).

Els estudis que durant els darrers anys s'han ocupat de cercar factors neuroprotectors han apuntat cap a diverses possibilitats que poden formar part d'aquesta complexa equació, tals com l'educació i la cultura, el nivell sociocultural, l'activitat física i també conèixer i fer ús de diverses llengües. Park i Reuter-Lorenz (2009) plantejaven la primera variable, relacionant l'eficiència i l'optimització cognitiva quan s'executen tasques amb el fet d'haver après al llarg de la vida estratègies adquirides mitjançant l'educació i la cultura. Scarmeas i Stern (2003) van poder establir que les persones amb un nivell educatiu i lloc de treball més elevat o amb moltes activitats d'oci, tenen més flux vascular a les àrees temporoparietals. A la senescència aquests subjectes tenen un funcionament cognitiu més flexible, generen més alternatives a l'hora de resoldre problemes i, així, compensen els dèficits que es generen per raó de l'edat (Stern 2002; 2009). Molt recentment, Wilson et al. (2013) han mostrat que la pràctica freqüent d'activitats cognitivament estimulants tant en edats primerenques com en avançades està relacionada amb el funcionament cognitiu a l'envelliment, resultat que reforça la idea de reserva cognitiva acumulada al llarg de la vida.

Un altre factor de l'equació està donat per l'activitat física de les persones grans; els guanys que generen aquestes activitats en les persones grans es fan patents en diferents àmbits: fisiològic, estructural i cognitiu (vegeu Pérez, Padilla i Andrés 2012 per una revisió). Un increment de reg vascular cerebral fa que hi arribi més glucosa, oxigen i aminoàcids, la qual cosa afavoreix una millor actuació de les funcions cognitives. Aquest increment de flux es pot aconseguir mitjançant l'exercici aeròbic, com ara caminar o nedar. Així, l'increment de producció de factors neurotròfics per aquest motiu provocaria que la plasticitat neuronal fomentés creixements axodendrítics i reforçament de les connexions sinàptiques, la qual cosa provocaria una recuperació en àrees particularment afectades per l'edat, com l'hipocamp i els lòbuls frontotemporals (Rodríguez, Sánchez 2004). En un treball recent del nostre equip (Padilla, Pérez, Andrés, Parmentier 2013) hem establert que les persones sanes que practiquen una activitat aeròbica de manera regular tenen una millor capacitat d'inhibir una resposta incorrecta que les persones que no practiquen cap esport. A més, aquestes persones també tenen més capacitat de memòria de treball (Padilla, Pérez, Andrés, Parmentier 2013). Aquests resultats són consistents d'acord amb

les conclusions de Guiney i Machado (2013) i suggereixen que la pràctica regular d'activitat física aeròbica deu produir canvis permanents en el cervell que afavoreixen la reserva cognitiva en general i les funcions executives en particular.

Una peça clau a afegir a aquesta equació és el fet de conèixer i parlar més d'una llengua. Sembla que el factor del bilingüisme juga un paper important quant a la qualitat de l'envelliment cognitiu, cosa que representa una variable que afecta especialment les persones grans de la nostra societat a les Illes Balears. La resta d'aquest capítol la dedicarem a tractar específicament d'aquest factor de reserva cognitiva.

4. El bilingüisme com a factor protector de l'envelliment cognitiu

La recerca en neuropsicologia sobre l'envelliment mostra de manera consistent que existeix una correlació entre el fet de ser bilingüe i unes bones funcions cognitives, tals com els processos de control de la interferència, la planificació i les tasques duals. Un dels primers estudis que esmenten la possible relació entre el bilingüisme i unes bones funcions cognitives va ser un estudi epidemiològic dut a terme per Johnson et al. (1997). Aquests autors van explorar la prevalença de la demència probable en la comunitat rural homogènia dels amish als EUA del mitjà oest. Aquesta comunitat proporcionava la possibilitat d'investigar sobre un grup aïllat genèticament, amb baix nivell d'educació formal i baixa exposició a la vida moderna, amb establiments intergeneracionals i fortes xarxes socials. Els resultats van revelar que els amish presentaven puntuacions més altes en el funcionament cognitiu (mesurat pel MMSE, Folstein et al. 1975) que la població general. Els factors associats amb la protecció cognitiva proposats van ser: el benestar econòmic, l'estabilitat social, la bona nutrició i l'accés a la medicina. A més, un factor que els autors van emfatitzar va ser el fet que tots els amish són bilingües, fet que es relacionava per primera vegada amb la teoria de la reserva neuronal proposada deu anys enrere (Katzman et al. 1988). Aquesta hipòtesi s'ha confirmat en diversos estudis experimentals dels darrers vint anys, i en una revisió recent dels estudis duts a terme fins avui, Bialystok, Craik i Luk (2012) conclouen que els efectes del bilingüisme poden, fins i tot, manifestar-se com un retard en l'edat d'aparició de les pèrdues de memòria en les persones amb demència. Aquest paper del bilingüisme com a factor protector de la demència serà tractat en la darrera secció d'aquest capítol.

Per mostrar els avantatges d'un millor control executiu de la interferència dins un context experimental, Bialystok et al. (2004; 2007) van utilitzar tasques del tipus Simon (Simon 1969) en les quals s'ha de donar una resposta lateralitzada davant estímuls que es presenten a la dreta o a l'esquerra d'un monitor. El punt clau d'aquesta tasca és que la resposta (per exemple, dreta o esquerra) pot ser incongruent amb el lloc de la pantalla en el qual apareix l'estímul (per exemple, esquerra o dreta). Els temps de reacció són més lents en aquestes circumstàncies que quan la resposta (dreta o esquerra) és congruent amb el lloc de la

pantalla en què apareix l'estímul (dreta o esquerra). Aquest fenomen es considera com la signatura de processos d'interferència que han de ser controlats mitjançant processos d'inhibició. Els resultats en aquesta tasca mostren que els participants bilingües són millors que els participants monolingües, fet que suggereix que les capacitats d'inhibició són més eficients en els participants bilingües. A més, les diferències associades a l'edat eren més reduïdes en els participants bilingües que en els monolingües.

Per mesurar els processos inhibitoris també s'han emprat tasques de *priming* negatiu (Tipper 1985). Aquest procediment permet analitzar si haver ignorat un estímul aplicant processos d'inhibició influeix en el seu posterior reconeixement. El fet que el temps de reacció davant una condició en què l'estímul diana actual (assaig n) apareixia en l'assaig anterior (assaig n-1) com a estímul distractor fos més lent que davant una condició en què l'estímul diana (assaig n) no hagués aparegut abans com a estímul distractor, és interpretat com el resultat de mecanismes d'inhibició aplicats per inhibir el distractor en l'assaig anterior (n-1) i que alenteixen el temps de reacció en l'assaig actual (n). Aquest allargament en els temps de reacció és conegut com a *priming* negatiu (PN). Treccani et al. (2009) van mostrar que els bilingües no només inhibien millor la informació espacial rellevant —tasca Simon—, sinó que també mostraven un efecte de PN més elevat. Costa et al. (2008) també van explorar el rendiment de subjectes monolingües i bilingües a l'Attention Network Task (ANT) (Fan et al. 2002), la qual avalua tres xarxes atencional: l'alerta, l'orientació i el control executiu. Els resultats van revelar que els bilingües eren més ràpids i més eficients que els monolingües particularment a la xarxa de control executiu.

Quant a un possible avantatge dels bilingües sobre la capacitat de planificació i monitorització en entorns ecològics, Craik i Bialystok (2006) van explorar monolingües i bilingües joves i grans administrant una tasca simulada de «preparació d'esmorzar». Els resultats van mostrar un declivi substancial de control executiu en persones grans, encara que els subjectes grans bilingües van invertir menys temps en la tasca. Aquest resultat es va prendre com a evidència a favor d'un control més directe sobre la tasca per part dels bilingües, ja que dedicaven més temps a la planificació i a la monitorització.

Bialystok et al. (2006b) també van investigar fins a quin punt les persones bilingües podien dur a terme amb més facilitat una tasca d'antisacades oculars, la qual també necessita mecanismes d'inhibició. El resultat va mostrar que les persones bilingües resolien el conflicte de manera més ràpida que les monolingües. Finalment, pel que fa al test de Stroop, Bialystok et al. (2008) van mostrar que hi havia un efecte d'interferència més reduït en els bilingües que en els monolingües, i això es produeix tant en els participants bilingües joves com en els grans.

També s'ha proposat que el bilingüisme té un impacte significatiu sobre les capacitats cognitives, que impliquen no només control inhibitori, sinó també altres processos cognitius com memòria a curt i llarg termini. Per exemple, Bialystok (2006b) i Bialystok

et al. (2004) van demostrar que el bilingüisme també pot modular els processos de memòria de treball. Morales et al. (2012) han demostrat que aquesta relació entre bilingüisme i memòria de treball existeix des d'edats molt primerenques i que pot ser determinant en el desenvolupament de les funcions executives al llarg de la vida i durant l'envelliment. El nostre equip (Ljunberg, Hansson, Andrés, Jossefson, Nilsson 2013) també ha mostrat recentment que les persones bilingües tenen un millor rendiment en tasques de memòria episòdica, un tipus de memòria que es veu precoçment afectada per l'envelliment causat per l'atròfia de l'hipocamp i de les regions temporals. En aquest estudi es va investigar longitudinalment (a intervals de cinc anys i durant trenta anys) l'actuació cognitiva d'un grup de 1.000 persones que vivien a Suècia. Els resultats van revelar que les persones classificades com a bilingües tenien millors puntuacions en tasques de memòria episòdica que les persones classificades com a monolingües, i això a partir d'edats primerenques i al llarg de tota la vida fins a les darreres etapes. Curiosament, els bilingües també obtenien millors puntuacions en tasques de fluència fonèmica, però no semàntica. Atès que la fluència fonèmica té una component frontal més important que la fluència semàntica, aquest darrer resultat dona suport a la idea que l'avantatge de les persones bilingües està relacionat amb processos cognitius que depenen dels mecanismes de control i de les regions frontals.

Per tant, «l'avantatge bilingüe» sembla que afecta d'una manera més general del que es creia inicialment. En conseqüència, resulta plausible que l'experiència contínua amb dos sistemes lingüístics tingui com a resultat un augment inespecífic de les capacitats executives durant l'execució de tasques prou demandants, més que no pas un efecte específic sobre una capacitat concreta. Aquesta possibilitat va ser investigada per Emmorey et al. (2008), que hi van incloure una nova variable característica dels subjectes bilingües: la seva capacitat per produir paraules de manera simultània en dues llengües. Es van comparar monolingües i bilingües de dos tipus: *unimodals* i *bimodals* (poden utilitzar el llenguatge de signes i el llenguatge parlat al mateix temps). Els autors van concloure que l'avantatge dels bilingües en control executiu es relaciona amb l'experiència dels bilingües unimodals (que és el tipus de bilingüisme habitual) a l'hora de seleccionar ítems de dues llengües en la mateixa modalitat.

Finalment, Kavé et al. (2008) van mostrar que el nombre de llengües parlades contribuïren significativament en la predicció de les puntuacions de les proves cognitives més enllà de l'efecte d'altres variables demogràfiques, com l'edat, el gènere, el lloc de naixement, l'edat d'immigració i el nivell educatiu.

5. Mecanismes explicatius dels avantatges cognitius del bilingüisme

Es podria pensar que és el context el que determina quin sistema s'activarà al cervell dels bilingües. És a dir, si un bilingüe catalanocastellà es troba a Madrid, el context farà que solament s'activi el castellà al seu cervell. En canvi, les dades experimentals demostren

que el context no anul·la completament l'activació de la llengua no utilitzada en aquell moment. De fet, per entendre els avantatges cognitius relacionats amb el bilingüisme és important tenir en compte que existeix una activació dels dos sistemes lingüístics a la ment dels bilingües en qualsevol moment. Un dels efectes que demostren aquesta coactivació són els efectes de *priming* croslingüístic observats entre llengües (una paraula d'una llengua facilita la recuperació d'una paraula semànticament relacionada de l'altra llengua). El model de Green (1998) permet comprendre l'avantatge en els processos executius (i particularment inhibitoris), ja que postula que l'ús de dues llengües depèn d'un sistema atencional, amb recursos limitats, l'utilitzat per a tasques no verbals, i que permet als bilingües el control simultani de dos sistemes lingüístics en competició. Hi ha estudis que donen compte d'aquest avantatge dels bilingües en tasques no verbals. Aquest avantatge seria, doncs, un avantatge «executiu» dels bilingües, amb un rol fonamental dels processos inhibitoris, que s'estén al llarg de tot el cicle vital.

Per acabar, és important esmentar l'existència de factors que poden modular les diferències en el control inhibitori entre monolingües i bilingües. Per una banda, el nivell de competència en L1 —primera llengua— i L2 —segona llengua—, molt relacionat, alhora, amb l'edat d'adquisició, amb els processos de socialització i amb el seu ús. L'impacte del nivell de competència en L1 i L2 sobre el funcionament inhibitori i la resolució del conflicte en subjectes bilingües joves i grans va ser explorat per Zied et al. (2004) mitjançant una versió bilingüe del test de Stroop. Els autors van concloure que manipular i dominar dues llengües podria augmentar l'eficiència dels mecanismes inhibitoris. D'altra banda, els processos de canvi de llengua són també importants: com més actiu sigui el bilingüisme (canvis regulars entre llengües al llarg del dia), més gran serà l'avantatge dels bilingües respecte dels monolingües en els processos inhibitoris (Soveri, Rodriguez-Fornells, Laine 2011).

6. Bilingüisme i demència

Des d'un punt de vista més fisiològic, els mecanismes subjacents als efectes protectors del bilingüisme encara no estan clars, però autors com Valenzuela i Schadev (2006a) proposen que podrien ser increments en els nivells de fosfocreatina en repòs, la neurogènesi, la sinaptogènesi, l'arborització dendrítica i la reorganització funcional de les xarxes neurals. El fet que el bilingüisme afavoreix el funcionament cognitiu en general i l'executiu en particular fa demanar-se fins a quin punt el bilingüisme al llarg de la vida podria fins i tot endarrerir l'aparició dels símptomes de demència. Per respondre a aquesta pregunta, Bialystok, Craik i Freedman (2007) van explorar les històries clíniques dels pacients monolingües i bilingües que havien estat diagnosticats amb malaltia d'Alzheimer. Malgrat que eren equivalents en tota una sèrie de variables, els resultats van revelar que els pacients bilingües desenvolupaven símptomes clars de demència 4,1 anys més tard que els monolingües. Aquests resultats van ser replicats per

Craik et al. (2010) dins un context en el qual els pacients monolingües presentaven un nivell educatiu més alt que els bilingües, excloent-ne així la hipòtesi que l'avantatge dels bilingües pot estar vinculat a un millor nivell socioeducatiu.

7. Substrat neuronal dels avantatges cognitius del bilingüisme

Com ha quedat palès en les seccions anteriors, el context dins el qual es duu a terme la recerca sobre bilingüisme i funcionament cognitiu és el de la neuroplasticitat funcional, és a dir, l'estudi de com l'experiència modifica l'estructura cerebral i les seves funcions. Per exemple, diversos estudis han revelat que la implantació d'una segona llengua al cervell és molt diferent en funció del moment d'adquisició. Si un infant neix en un ambient bilingüe i, per tant, aprèn dues llengües des dels seus primers dies, les dues llengües apareixen representades a les mateixes zones del cervell. En canvi, si l'infant aprèn la segona llengua més tard o a l'edat adulta, les dues llengües estan representades a zones diferents del cervell (Kim et al. 1997). Vegem ara els principals resultats que han contribuït a identificar el substrat neural que atorga als bilingües cert avantatge en tasques que impliquen resolució de la interferència, i que, d'altra banda, podrien representar una possible reserva cognitiva (Stern 2002).

Autors com Hernández et al. (2001) i Rodríguez Fornells et al. (2005) han revelat que el canvi entre llengües activa regions de l'escorça prefrontal, l'àrea de Broca i el cíngol anterior, i han conclòs que podria estar implicat en l'atenuació de la interferència que resulta de suprimir i activar dues llengües en alternança, de manera que el canvi de llengua requereix el control executiu de l'atenció. Abutalebi et al. (2007) també van explorar el control atencional voluntari de dues llengües en bilingües i van concloure que els processos de control exercits sobre llengües en competició en contextos en què les dues llengües es troben actives es caracteritzen per activacions del nucli caudat esquerre i de l'escorça del cíngol anterior d'una manera diferent de les de les àrees utilitzades en canviar de registre dins d'una mateixa llengua.

Quant als aspectes fonològics, Golestani i Pallier (2007) van concloure que el volum de substància blanca en regions implicades en l'articulació i la memòria de treball fonològica (MTF) pot predir la qualitat de la pronunciació de sons estrangers. Klein et al. (1994) van utilitzar la tomografia per emissió de positrons (TEP) per demostrar que aprendre una segona llengua després dels cinc anys incrementa l'activitat al putamen esquerre, i van concloure que aquest juga un paper fonamental en els processos articularis de l'L2 per l'increment de demanda de més recursos cognitius.

Un altre aspecte que fins ara ha estat pobrament estudiat, però que és de vital importància per comprendre el possible «avantatge bilingüe», és la diferència neural en els processos

articulatoris entre bilingües primerencs i tardans. Frenck-Mestre et al. (2005) van comparar els correlats neurals dels processos articulatoris en subjectes bilingües primerencs i tardans, i aquests últims van mostrar una activació més elevada del putamen esquerre, en comparació amb els bilingües primerencs, ja que evidencien una activació bilateral, independent de la llengua parlada, de l'escorça motora, els ganglis basals, el cerebel i l'àrea motora suplementària. Atès que el paper dels ganglis basals en l'activació cerebral de subjectes bilingües cobrava més importància (Frenck-Mestre et al. 2005; Klein et al. 1994; Price et al. 1999), Crinion et al. (2006) van explorar si també s'activen a l'hora de distingir la llengua que es troba en ús, i van concloure que el nucli caudat podria estar implicat en la monitorització i el control de dues llengües en ús.

Finalment, Kovelman et al. (2008a; 2008b) van assenyalar la possibilitat que hi hagués un substrat neural específic del bilingüisme (*bilingual signature*) que mostraria un funcionament lateralitzat en funció del context. Els resultats semblen mostrar que les persones bilingües activarien més l'escorça prefrontal esquerra en ambients monolingües, mentre que si el context és bilingüe, s'observa més activació d'àrees anàlogues contralaterals.

8. Conclusions

En l'última dècada, importants grups d'investigació han focalitzat els esforços en l'estudi del paper del bilingüisme com a factor protector de l'envelliment cognitiu, i l'han considerat com un actor rellevant dins del ventall de factors que es presenten com a influents neuroprotectors. La nostra capacitat de poder parlar i entendre diversos idiomes, més que una mera particularitat cultural, es presenta com un component capaç de modelar la nostra estructura i funció cognitiva al llarg del cicle vital. Això afavoreix diversos aspectes neuropsicològics subjacents a diversos dominis mentals, i genera cert avantatge neurocognitiu en arribar a la vellesa.

En aquest capítol no s'han esmentat els possibles costs associats al bilingüisme (com ara una grandària del lèxic més reduïda o una freqüència de fenòmens tipus «punta de la llengua» més elevada) (vegeu Bialystok, 2009 per a una revisió). L'evidència empírica disponible suggereix, però, que la relació cost-benefici que pot generar el bilingüisme proporciona un saldo favorable per al funcionament cognitiu al llarg de la vida en general i durant l'envelliment en particular.

Referències bibliogràfiques

Abutalebi, J., Annoni, J. M., Zimine, I., Pegna, A. J., Seghier, M. L., Lee-Jahnke, H., Lazeyras, F., Cappa, S. F., & Khateb, A. (2007). Language control and lexical competition in bilinguals: An event-related fMRI Study. *Cerebral Cortex*, *18*, 1496-505.

Amieva, H., Phillips, L. H., Della Sala, S., & Henry, J. D. (2004). Inhibitory functioning in Alzheimer's disease. *Brain*, *127*, 949-964.

Andrés, P., & Van der Linden, M. (2000). Age-related differences in supervisory attentional system functions. *Journals of Gerontology - Series B Psychological Sciences and Social Sciences*, *55*, 373-380.

Andrés P., Parmentier, F., & Escera, C. (2006). The effect of aging on involuntary capture of attention by irrelevant sounds: A test of the frontal hypothesis of aging. *Neuropsychologia*, *44*, 2564-2568.

Badzakova-Trajkov, G., Kirk, I. J., & Waldie, K. E. (2008). Dual-task performance in late proficient bilinguals. *Laterality*, *13*, 201-16.

Baltes, P. B., Freund, A. M., & Li, S. C. (2005). The psychological science of human ageing. M. L. Johnson (eds.), *The Cambridge Handbook of Age and Ageing*, 47-71. Cambridge, Cambridge University Press.

Bialystok, E. (1999). Cognitive complexity and attentional control in the bilingual mind. *Child Development*, *70*, 636-644.

Bialystok, E. (2001). Bilingualism in development: Language, literacy, and cognition. Nova York, Cambridge University Press.

Bialystok, E. (2009). Bilingualism: The good, the bad and the indifferent. *Bilingualism: Language and Cognition*, *12*, 3-11.

Bialystok, E., Craik, F. I., Grady, C., Chau, W., Ishii, R., Gunji, A., & Pantev, C. (2005). Effect of bilingualism on cognitive control in the Simon task: evidence from MEG. *Neuroimage*, *24*, 40-9.

Bialystok, E., Craik, F. I., Klein, R., & Viswanathan, M. (2004). Bilingualism, aging, and cognitive control: evidence from the Simon task. *Psychology and Aging*, *19*, 290-303.

Bialystok, E., Craik, F. I., & Freedman, M. (2007). Bilingualism as a protection against the onset of symptoms of dementia. *Neuropsychologia*, *45*, 459-64.

Bialystok, E., Craik, F. M., & Luk, G. (2012). Bilingualism: Consequences for mind and brain. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*, 240-250.

Bialystok, E., Craik, F. I., & Ruocco, A. C. (2006a). Dual-modality monitoring in a classification task: the effects of bilingualism and ageing. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *59*, 1968-83.

- Bialystok, E., Craik, F. I., & Ryan, J. (2006b). Executive control in a modified antisaccade task: Effects of aging and bilingualism. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *32*, 1341-54.
- Bialystok, E., Craik, F. I., & Luk, G. (2008). Cognitive control and lexical access in younger and older bilinguals. *Journal of Experimental Psychology*, *34*, 859-73.
- Cabeza, R. (2002). Hemispheric asymmetry reduction in old adults: The Harold model. *Psychology and Aging*, *17*, 85-100.
- Chee, M. W., Soon, C. S., Lee, H. L., & Pallier, C. L. (2004). Left insula activation: a marker for language attainment in bilinguals. *Proceeding of the National Academy of Sciences*, *101*, 15265-70.
- Costa, A., Hernandez, M., & Sebastian-Galles, N. (2008). Bilingualism aids conflict resolution: Evidence from the ANT task. *Cognition*, *106*, 59-86.
- Craik, F. I., & Bialystok, E. (2006). Planning and task management in older adults: cooking breakfast. *Memory and Cognition*, *34*, 1236-1249.
- Craik, F. I., Bialystok, E., & Freedman, M. (2010). Delaying the onset of Alzheimer disease: Bilingualism as a form of cognitive reserve. *Neurology*, *75*, 1726-29.
- Crinion, J., Turner, R., Grogan, A., Hanakawa, T., Noppeney, U., Devlin, J. T., Aso, T., Urayama, S., Fukuyama, S., Stockton, K., Usui, K., Green, D. W., & Price, C. J. (2006). Language control in the bilingual brain. *Science*, *312*, 1537-1540.
- Emmorey, K., Luk, G., Pyers, J. E., & Bialystok, E. (2008). The source of enhanced cognitive control in bilinguals: evidence from bimodal bilinguals. *Psychological Science*, *19*, 1201-1206.
- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A., & Posner, M. I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *14*, 340-347.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & Mc Hugh, P. R. (1975). Mini-mental State, A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*, *12*, 189-98.
- Golestani, N., & Pallier, C. (2007). Anatomical correlates of foreign speech sound production. *Cerebral Cortex*, *17*, 929-934.
- Gómez-Redondo, R., Génova, R., & Robles, E. (2007). Envejecimiento, longevidad y salud. Bases demográficas en España. Ballesteros, S. (ed.). *Envejecimiento saludable: Aspectos biológicos, psicológicos y sociales*, 41-76. Madrid, UNED.
- Gratton, G., Rykhlevskaia, E., Wee, E., Leaver, E., & Fabiani, M. (2009). Does White matter matter? Spatiotemporal dynamics of task switching in aging. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *21*, 1380-1395.
- Green, D. W. (1998). Mental control of the bilingual lexico-semantic system. *Bilingualism: Language and Cognition*, *1*, 67-81.

Guiney, H., & Machado, L. (2013). Benefits of regular aerobic exercise for executive functioning in healthy populations. *Psychonomic Bulletin and Review*, *20*, 73-86.

Hamers, J. F. (2004). A Sociocognitive model of bilingual development. *Journal of Language and Social Psychology*, *23*, 70-98.

Hasher, L., Lustig, C., & Zacks, R. T. (2007). Inhibitory mechanisms and the control of attention. Conway, A. R. A., Jarrold, C., Kane, M. J., Miyake, A., Towse, & J. N. (eds.). *Variation in working memory*, 227-249. Nova York, Oxford University Press.

Hernandez, A. E., Dapretto, M., Mazziotta, J., & Bookheimer, S. (2001). Language switching and language representation in Spanish-English bilinguals: An fMRI Study. *Neuroimage*, *14*, 510-520.

Johnson, C. C., Rybicki, B. A., Brown, G., D'Hondt, E., Herpolsheimer, B., Roth, D., & Jackson, C. E. (1997). Cognitive impairment in the Amish: a four county survey. *International Journal of Epidemiology*, *26*, 387-94.

Katzman, R., Terry, R., DeTeresa, R., Brown, T., Davies, P., Fuld, P., Renbing, X., & Peck, A. (1988). Clinical, pathological, and neurochemical changes in dementia: a subgroup with preserved mental status and numerous neocortical plaques. *Annals of Neurology*, *23*, 138-44.

Kaushanskaya, M., & Marian, V. (2007). Bilingual language processing and interference in bilinguals: Evidence from eye tracking and picture naming. *Language Learning*, *57*, 119-163.

Kavé, G., Eyal, N., Shorek, L., & Cohen-Mansfield, J. (2008). Multilingualism and cognitive state in the oldest old. *Psychology and Aging*, *23*, 70-78.

Kim, K. H., Relkin, N. R., Lee, K. M., & Hirsch, J. (1997) Distinct cortical areas associated with native and second languages. *Nature*, *388*: 171-4.

Kovelman, I., Baker, S. A., & Petitto, L. A. (2008a). Bilingual and monolingual brains compared: a functional magnetic resonance imaging investigation of syntactic processing and a possible «neural signature» of bilingualism. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *20*, 153-69.

Kovelman, I., Shalinsky, M. S., Berens, M., & Petitto, L. A. (2008b). Shining new light on the brain's «bilingual signature»: a functional Near Infrared Spectroscopy investigation of semantic processing. *Neuroimage*, *39*, 1457-1471.

Kramer, A. F., & Madden, D. (2008). Attention. Craik, F., & Salthouse, T. A. *The handbook of aging and cognition*, 189-245. 3a edició. Nova York, Psychology Press.

Ljunberg, J., Hansson, P., Andrés, P., Josefson, M., & Nilsson, L-G. (2013). *A longitudinal study of memory advantages in bilinguals*. PLOS One, in press.

Meuter, R., & Simmond, M. (2007). The aging bilingual and executive function: Beyond the Simon effect. In *The 6th International Symposium on Bilingualism*. 30 maig – 2 juny. Universitat d'Hamburg, Alemanya.

Morales, J., Calvo, A., & Bialystok, E. (2013). Working memory development in monolingual and bilingual children. *Journal of Experimental Child Psychology*, *114*, in press.

- Moscovitch, M., & Winocur, G. (1992). The neuropsychology of memory and aging. *The handbook of aging and Cognition*, 315-372.
- Padilla, C., Pérez, L., Andrés, P., & Parmentier, F. (2013). Exercise improves cognitive control: evidence from the Stop signal task. *Applied Cognitive Psychology*, 505-511.
- Park, D., & Reuter-Lorenz, P. (2009). The Adaptive brain: Aging and neurocognitive scaffolding. *Annual Review of Psychology*, 60, 173-196.
- Perani, D., Abutalebi, J., Paulesu, E., Brambati, S., Scifo, P., Cappa, S. F., & Fazio, F. (2003). The role of age of acquisition and language usage in early, high-proficient bilinguals: An fMRI study during verbal fluency. *Human Brain Mapping*, 19, 170-182.
- Pérez, L., Padilla, C., & Andrés, P. (2012). L'activitat física i altres factors de reserva cognitiva en l'envelliment. Orte, C. *Anuari de l'envelliment*, 249-264
- Perry, R. J., & Hodges, J. R. (1999). Attention and executive deficits in Alzheimer's disease. A critical review. *Brain*, 122, 383-404.
- Phillips, L., & Andrés, P. (2010). The cognitive neuroscience of aging: new findings on compensation and connectivity. *Cortex*, 46, 421-424.
- Price, C. J., Green, D. W., & Von Studnitz, R. (1999). A functional imaging study of translation and language switching. *Brain*, 122, 2221-35.
- Ransdell, S. E., & Fischler, I. (1987). Memory in a monolingual mode: When are bilinguals at a disadvantage? *Journal of Memory & Language*, 26, 392-405.
- Raz, N., Gunning-Dixon, F. M., Head, D., Dupuis, J. H., & Acker, J. D. (1998). Neuroanatomical correlates of cognitive aging: evidence from structural magnetic resonance imaging. *Neuropsychology*, 12, 95-114.
- Raz, N., Lindenberger, U., Rodrigue, K. M., Kenedy, K. M., Head, D., Williamson, A., Dahle, C., Gerstorff, D., & Acker, J. D. (2005). Regional brain changes in health aging adults: general trends, individual differences and modifiers. *Cerebral Cortex*, 15, 1676-1689.
- Raz, N., Ghisletta, P., Rodrigue, K. M., Kennedy, K. M., & Lindenberger, U. (2010). Trajectories of brain aging in middle-aged and older adults: Regional and individual differences. *Neuroimage*, 51, 501-511.
- Rodriguez-Fornells, A., Van der Lugt, A., Rotte, M., Britti, B., Heinze, H. J., & Munte, T. F. (2005). Second language interferes with word production in fluent bilinguals: brain potential and functional imaging evidence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 422-33.
- Rosselli, M., Ardila, A., Araujo, K., Weekes, V. A., Caracciolo, V., Padilla, M., & Ostrosky-Solis, F. (2000). Verbal fluency and verbal repetition skills in healthy older Spanish-English bilinguals. *Applied Neuropsychology*, 7, 17-24.

Scarmeas, N., & Stern, Y. (2003). Cognitive reserve and lifestyle. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *25*, 625-634.

Soveri, A., Rodriguez-Fornells, A., & Laine, M. (2011). Is there a relationship between language switching and executive functions in bilingualism? Introducing a within-group analysis approach. *Frontiers in Psychology*.

Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *8*, 448-60.

Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, *47*, 2015-2028.

Tipper, S. P. (1985). The negative priming effect: Inhibitory priming by ignored objects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, *37A*, 571-590.

Treccani, B., Argyri, E., Sorace, A., & Sala, S. D. (2009). Spatial negative priming in bilingualism. *Psychonomic Bulletin Review*, *16*, 320-7.

Valenzuela, M. J., & Sachdev, P. (2006a). Brain reserve and dementia: A systematic review. *Psychological Medicine*, *36*, 441-454.

West, R. L. (1996). An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological Bulletin*, *120*, 272-292.

Wilson, R., Boyle, P., Yu, L., Barnes, L., Schneider, J., & Bennett, D. (2013). Life-span cognitive activity, neuropathologic burden, and cognitive aging. *Neurology*, *in press*.

Zied, M., Phillipe, K., Pinon, K., Havet-Thomassin, V., Aubin, G., Roy, A., & Le Gall, D. (2004). Bilingualism and adult differences in inhibitory mechanisms: evidence from a bilingual Stroop task. *Brain and Cognition*, *54*, 254-256.

Autors

JAUME POMAR PONS

És llicenciat en Psicologia i té un postgrau d'Especialista en Neuropsicologia. Professionalment es dedica a la pràctica privada com a especialista en Neuropsicologia, principalment dirigida a població infantojuvenil. Forma part del grup de recerca Neuropsicologia i Cognició, de l'Institut Universitari d'Investigació en Ciències de la Salut, IUNICS (UIB-CAIB). És membre del Consorci de Neuropsicologia Clínica (CNC) i de la Associació Espanyola de Neuropsicologia Clínica Infantil (ASENCI). Actualment està començant la seva tesi doctoral sota la direcció de la Dra. Pilar Andrés.

PILAR ANDRÉS BENITO

Professora Titular de Neuropsicologia a la Universitat de les Illes Balears i Responsable del grup de recerca Neuropsicologia i Cognició de l'Institut Universitari d'Investigació en Ciències de la Salut (IUNICS). Llicenciada en Psicologia per la Universitat de Barcelona i Doctora en Psicologia (Neuropsicologia) per la Universitat de Lieja (Bèlgica). Membre de la Societat Espanyola de Psicologia Experimental (SEPEX) i de la Experimental Psychological Society (EPS, Regne Unit).

