



**David Bueno<sup>1</sup> i Anna Forés<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Director de la Càtedra de Neuroeducació UB-EDU1ST. Secció de Genètica Biomèdica, Evolutiva i del Desenvolupament, Universitat de Barcelona

<sup>2</sup>Directora Adjunta de la Càtedra de Neuroeducació UB-EDU1ST. Departament de Didàctica i Organització Educativa, Universitat de Barcelona

dbueno@ub.edu | 

annafores@ub.edu | 

Recepció: 02/06/2022, acceptació: 18/10/2022

**Resum:** El llenguatge parlat i la música constitueixen dos sistemes de comunicació complexos, que presenten una gran diversitat cultural però que, malgrat això, es construeixen de manera relativament similar. Ambdós sorgeixen de la combinació d'elements més simples: fonemes, paraules i frases que es van encadenant en el llenguatge, i sons, melodies, harmonies, ritmes i timbres en la música; es regeixen per una sèrie de normes, també culturalment diverses però que en tots els casos serveixen per facilitar la comprensió del missatge que transmeten; permeten comunicar estats interns, inclosos els emocionals; reflecteixen aspectes de la realitat i al mateix temps permeten alterar mentalment els models de realitat; en la seva gènesi dinàmica hi ha implicats processos creatius, i tant la seva producció com comprensió se sustenten en les capacitats funcionals del cervell. Tenen alguna cosa en comú la música i el llenguatge parlat pel que fa a la seva gènesi, comprensió i interpretació, dins el cervell? O, dit d'una altra manera, comparteixen bases neuronals? En cas afirmatiu, els podem utilitzar en contextos educatius per potenciar-los ambdós de manera sinèrgica? En aquest article es fa una revisió de l'estat actual sobre aquest tema i es discuteix quina és la base biològica, tant evolutiva com neuronal, de la música i el llenguatge parlat; es veurà com interactuen sinèrgicament dins el cervell, i es proposarà des de la neuroeducació de quina manera es poden utilitzar en contextos educatius per potenciar-los mútuament, amb els avantatges formatius, cognitius i de construcció de la identitat que això suposa.

**Paraules clau:** música, llenguatge parlat, cervell, xarxes neuronals, evolució, neuroeducació.

## **Music, spoken language and the brain: contributions to neuroeducation**

**Abstract:** Spoken language and music constitute two complex systems of communication, which present great cultural diversity, but which are nevertheless constructed in a relatively similar way. Both arise from the combination of simpler elements: phonemes, words and phrases that are linked together in language, and sounds, melodies, harmonies, rhythms and timbres in music; they are governed by a series of rules, also culturally diverse but which in all cases serve to facilitate the understanding of

**Música, llengua parlada i cervell: aportacions a la neuroeducació**

David Bueno i Torrens, Anna Forés (2022)

Llengua, Societat i Comunicació, núm. 20

lsc@ub.edu

<http://revistes.ub/index.php/LSC/>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ISSN: 1697-5928

doi:10.1344/LSC-2022.20.1

the message they convey; they allow internal states to communicate, including emotional states; they reflect aspects of reality and at the same time allow mental models of reality to be altered; creative processes are involved in their dynamic genesis; and both their production and understanding are supported by the functional capacities of the brain. Do music and spoken language have anything in common in terms of their genesis, understanding and interpretation within the brain? Or, in other words, do they share neural bases? If so, can we use them in educational settings to synergistically enhance both? This article reviews the current state of the art on this topic and discusses the biological basis, both evolutionary and neural, of music and spoken language; it will be seen how they interact synergistically in the brain, and it will be proposed from neuroeducational perspectives how they can be used in educational contexts to enhance each other, with the learning, cognitive and identity-building advantages that this entails.

**Keywords:** music, spoken language, brain, neural networks, evolution, neuroeducation.

## Música, lengua hablada y cerebro: aportaciones a la neuroeducación

**Resumen:** El lenguaje hablado y la música constituyen dos sistemas de comunicación complejos, que presentan una gran diversidad cultural pero que, sin embargo, se construyen de forma relativamente similar. Ambos surgen de la combinación de elementos más simples: fonemas, palabras y frases que van encadenándose en el lenguaje, y sonidos, melodías, armonías, ritmos y timbres en la música; se rigen por una serie de normas, también culturalmente diversas pero que en todos los casos sirven para facilitar la comprensión del mensaje que transmiten; permiten comunicar estados internos, incluidos los emocionales; reflejan aspectos de la realidad y al mismo tiempo permiten alterar mentalmente los modelos de realidad; en su génesis dinámica están implicados procesos creativos, y tanto su producción como comprensión se sustentan en las capacidades funcionales del cerebro. ¿Tienen algo en común la música y el lenguaje hablado en cuanto a su génesis, comprensión e interpretación, dentro del cerebro? O, dicho de otro modo, ¿comparten bases neuronales? En caso afirmativo, ¿se pueden utilizar en contextos educativos para potenciarlos a ambos de manera sinérgica? En este artículo se hace una revisión del estado actual al respecto y se discute cuál es la base biológica, tanto evolutiva como neuronal, de la música y el lenguaje hablado; se verá cómo interactúan sinérgicamente en el cerebro, y se propondrá desde la neuroeducación de qué manera se pueden utilizar en contextos educativos para potenciarlos mutuamente, con las ventajas formativas, cognitivas y de construcción de la identidad que esto supone.

**Palabras clave:** música, lenguaje hablado, cerebro, redes neuronales, evolución, neuroeducación.

### 1. HUMANITAT, MÚSICA I LLENGUATGE: TENEN UN ORIGEN EVOLUTIU COMÚ?

El llenguatge parlat i la música són dos sistemes de comunicació, i constitueixen un dels fenòmens més fascinants de l'evolució humana. Encara que no sigui senzill definir i distingir alguns aspectes del llenguatge parlat i de la música, per *llenguatge parlat* entenem el sistema de comunicació que utilitza paraules parlades amb significats concrets per expressar coneixements, idees i sentiments, amb el benentès que també es poden comunicar amb el llenguatge de signes. La música, en canvi, seria una disposició de sons que per ells mateixos no expressen significats concrets com les paraules parlades malgrat que els puguin suggerir, generats amb la veu o amb instruments musicals, i que presenten melodia, ritme i, generalment, harmonia. Precisament, les similituds comunicatives del

#### Música, llengua parlada i cervell: aportacions a la neuroeducació

David Bueno i Torrens, Anna Forés (2022)

Llengua, Societat i Comunicació, núm. 20

lsc@ub.edu

<http://revistes.ub/index.php/LSC/>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ISSN: 1697-5928

doi:10.1344/LSC-2022.20.1

llenguatge parlat i de la música fan que la seva interacció sinèrgica pugui ser utilitzada en contextos educatius, a través de l'estimulació de les àrees cerebrals que els generen i gestionen. Aquest és el context on es mou la neuroeducació, una disciplina acadèmica sorgida fa un parell de dècades l'objectiu de la qual és aprofitar els coneixements que es tenen sobre com es forma i funciona el cervell per aprofundir i optimitzar els processos educatius i d'aprenentatge (Bueno 2019, Bueno i Forés 2021, Dubinsky i col. 2019).

La música i el llenguatge parlat podrien tenir un origen evolutiu comú, la qual cosa podria indicar la conveniència de treballar-les fins a cert punt de manera conjunta en benefici d'ambdues en contextos educatius. Estem emparentats amb tota la resta de primats, com els ximpanzés, els goril·les, els orangutans i els bonobos, que constitueixen el grup dels primats antropomorfs i que, junt amb nosaltres, formem part del grup zoològic dels homínids, però cap d'ells ha desenvolupat un llenguatge parlat tan elaborat com el nostre, ni tampoc han experimentat amb cap tipus d'expressió musical. Ho feien, però, els nostres avantpassats més directes, como l'*Homo habilis*, l'*Homo erectus* o, molt més recentment, l'*Homo neanderthalensis*? Perquè la comunicació com a tal és un fenomen universal que es troba present en tots els éssers vius.

S'han estudiat algunes espècies de mamífer els individus de les quals es comuniquen entre si de manera molt complexa i, fins a cert punt, en alguns aspectes, similars a la nostra, però amb diferències importants, de fet, crucials. Se sap, per exemple, que tant els primats antropomorfs com els cetacis odontocets (les balenes amb dents, per entendre'ns, un grup al qual pertanyen les orques i els dofins) es comuniquen amb els seus congèneres amb «paraules» (Janik 2014, Fröhlich i col. 2019, Pepperberg 2021). No són paraules com les humanes, sinó xiscles, grunys, clics i gesticulacions plens de significat. Què tenim en comú amb tots aquests animals? Dos aspectes que s'interrelacionen: vivim en grups socials complexos i tenim un cervell també molt complex des del punt de vista neuronal, estructural i funcional.

Què es vol posar de manifest amb aquests exemples? Doncs que quan el llinatge humà es va separar del de la resta de primats els organismes que en formaven part ja tenien com a mínim aquestes mateixes capacitats, i ja havien iniciat el camí de la comunicació protolingüística. I que aquestes capacitats no són exclusives dels primats, atès que també les tenen altres grups d'organismes, com els cetacis odontocets. El que tenim en comú amb ells és un cervell suficientment complex i el fet de viure en grups socials nombrosos on es produeixen relacions molt intricades entre els seus membres.

Ara bé, les diferències entre el seu llenguatge i el nostre són abismals. Els ximpanzés, per exemple, fan sons per indicar significats específics, com 'perill', 'menjar', etc., i fins i tot poden encadenar un parell de sons, per exemple per indicar una acció relativa a un nom, però tota la seva complexitat acaba aquí. Les persones, en canvi, som capaces d'encadenar paraules en frases sintàcticament ordenades i d'ordenar frases de forma jeràrquica, per exemple amb frases subordinades, combinant i recombinant tots aquests elements per formar un ventall virtualment infinit d'expressions. També els ximpanzés fan soroll picant pals i pedres, però no els encadenen per formar ritmes i melodies. Les persones no només diem paraules aïllades o fem sorolls inconnexos. Bastim discursos llargs i complexos i generem melodies i ritmes de tota mena; convertim unes eines de comunicació en una explosió de creativitat (Wiggins 2020).

La música, com el llenguatge parlat, és una característica universal de totes les societats humanes. El primer instrument musical de què es té constància és una flauta d'os de cigne trobada a Geissensklösterle, al sud d'Alemanya, que va ser construïda i utilitzada fa uns 40.000 anys pels primers pobladors europeus de la nostra espècie, els *Homo sapiens* moderns (Higham i col. 2012). No s'han trobat instruments musicals fabricats per altres espècies d'homínids, com els *Homo neanderthalensis*, però això no vol

#### Música, llengua parlada i cervell: aportacions a la neuroeducació

David Bueno i Torrens, Anna Forés (2022)

Llengua, Societat i Comunicació, núm. 20

lsc@ub.edu

<http://revistes.ub/index.php/LSC/>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ISSN: 1697-5928

doi:10.1344/LSC-2022.20.1

dir que no utilitzessin, d'alguna manera, la música, entesa com a mínim com l'encadenament de ritmes.

De fet, i ara ve aquí el quid de la qüestió, es considera que el llenguatge i la música podrien tenir un origen evolutiu comú a partir d'una única forma de comunicació ancestral semblant al rap, un estil musical que es caracteritza per ràfegues breus i reiteratives que emfatitzen rimes i que estan nodrides d'efectes onomatopeics, els quals es complementen amb escenificacions gestuals (Brown 2017). En aquest sentit, no és difícil pensar que les onomatopeies —mots formats a partir de la imitació de sons naturals— siguin l'origen de les primeres paraules simbòliques. I se sap que la gesticulació és una de les formes de comunicació més bàsica dels ximpanzés. Per això és molt probable que els primers sistemes de comunicació dels homínids consistissin en gestos i onomatopeies més o menys rítmics. Estructuralment parlant, tant la música com el llenguatge es basen en sistemes jeràrquics combinatoris que permeten generar un nombre infinit d'expressions a partir d'un nombre finit d'elements —tons i paraules, respectivament. Tanmateix, els dos sistemes de comunicació porten associat un moviment gestual del cos que transmet informació extra a l'oient i complementa el significat global.

Per fer-nos-en una idea, aquesta forma de comunicació primitiva, anterior a la nostra espècie, presentaria un fort paral·lelisme amb la manera particular amb què els adults parlem als infants en l'etapa preverbal, de fet, quan comencen a aprendre a parlar (Swingley 2008). Es caracteritza per un to més elevat i una major variació tonal, més gesticulació i l'ús d'onomatopeies i una exageració de les pauses i les vocals, fet que confereix a les frases un ritme molt més marcat, una cantarella explícitament musical (LAN; llenguatge adaptat als nens —als infants). Curiosament, l'anàlisi comparativa del LAN i de la maduració de les xarxes neurals associades al llenguatge indica que aquestes es construeixen sobre les xarxes neurals musicals, o bé les reproduïxen (Mithen 2007).

Ara bé, per què es considera que en els nostres avantpassats, com els neandertals, la música i el llenguatge formaven part d'un sistema de comunicació únic? Els neandertals tenien com a mínim una certa capacitat mental d'estructurar un llenguatge i algunes paraules segur que empraven, com va demostrar un curiós experiment realitzat a mitjans del 2008 (Barney i col. 2012, D'Anastasio i col. 2013). A partir de restes fòssils de neandertals s'ha reconstruït el seu aparell fonador, diferent al nostre quant a la forma i a la presència d'un os molt concret implicat en la vocalització, l'hioide. S'ha fet sonar aquest aparell fonador i s'ha vist quins sons era capaç de produir i quins no. Per exemple, la seva llengua no podia baixar tant com la nostra dins la cavitat bucal, per la qual cosa segur que tenien moltes dificultats per pronunciar les vocals *a*, *i* i *u*.

En aquest sentit, una de les principals característiques del llenguatge humà és que utilitza les vocals de forma discreta, pronunciant-les de forma individual, cadascuna separada de la següent, la qual cosa permet una riquesa de vocabulari i d'estructures sintàctiques molt elevada, clarament superior. Aquesta característica, que els lingüistes anomenen *vocalització quàntica*, només és possible amb un aparell fonador que reuneixi unes característiques molt concretes, que només són presents en els humans moderns (Cowley i Kuhle 2020). De forma simplificada, dins l'aparell fonador la llengua separa dos segments orals, una cavitat bucal horitzontal i una cavitat faríngia vertical, que presenten, en repòs, les mateixes dimensions, i que es troben situades en angle recte. És l'anomenat *tracte vocal supralaringi*. Aquesta disposició és exclusiva dels humans moderns i permet que el moviment de la llengua alteri de forma brusca aquesta relació de volums, fins a fer que una de les cavitats tingui un volum fins a 10 vegades superior a l'altre. I aquesta brusquedat en el canvi de volums és imprescindible per pronunciar les vocals de forma quàntica individualitzada. Sense aquesta possibilitat, el llenguatge i les estructures sintàctiques que se'n deriven són extremadament més pobres.

#### Música, llengua parlada i cervell: aportacions a la neuroeducació

David Bueno i Torrens, Anna Forés (2022)

Llengua, Societat i Comunicació, núm. 20

<http://revistes.ub/index.php/LSC/>

ISSN: 1697-5928

[lsc@ub.edu](mailto:lsc@ub.edu)

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

doi:10.1344/LSC-2022.20.1

En definitiva, al desenvolupament de la capacitat comunicativa humana no només hi ha contribuït el cervell, sinó també els canvis morfològics en l'aparell fonador. En aquest context, a nivell evolutiu es considera que el principal factor de selecció que ho va afavorir va ser la necessitat, d'una banda, d'intercanviar informació precisa. De l'altra, d'explicar històries que contribueixin a mantenir la cohesió de grups socialment complexos. Les històries explicades, escoltades, han ajudat a crear confiança i crear un discurs de pertinença. I, també, de comunicar estats emocionals per harmonitzar la convivència dins el grup. Tot això, com es discutirà, té una especial rellevància en contextos educatius —o neuroeducatius.

Possiblement, els neandertals, amb uns grups socials ja molt complexos en comparació amb els dels homínids anteriors, van desenvolupar un sistema de comunicació híbrid musical i de llenguatge, adequat a les seves característiques morfològiques, tant cerebrals com de l'aparell fonador. Ara bé, en les persones, els *Homo sapiens* moderns, amb unes societats encara més complexes i amb unes capacitats cognitives més desenvolupades, això no seria suficient. És molt probable que la separació de la música i el llenguatge hagi estat clau per a la nostra supervivència evolutiva, atès que ha permès una major diversificació de les habilitats de comunicació. Sota aquest paradigma evolutiu (Mithen 2007), es considera que el llenguatge s'ha especialitzat en la tramesa d'informació, la base de l'enorme progrés social, cultural, científic i tècnic de la nostra espècie, esdevenint la força de canvi més poderosa. La música, en canvi, s'ha especialitzat en l'expressió d'emocions i en la forja d'identitats de grup, esdevenint una eina molt potent per provocar i compartir emocions. Sense aquesta separació, emocions i informació anirien, molt probablement, unides de forma indestriable, com molt probablement feien els nostres avantpassats.

## 2. LA BASE NEURONAL COMPARTIDA DE LA MÚSICA I EL LLENGUATGE

Parlar és una activitat que els nadons i els infants aprenen de manera espontània, per simple contacte amb les persones del seu entorn; per imitació, assaig i error. Tanmateix, malgrat aquesta naturalitat, o precisament perquè és una activitat lligada al fet més íntim de la humanitat i les seves capacitats cognitives, el llenguatge oral ha esdevingut crucial. Les paraules s'han convertit en els maons del pensament complex.

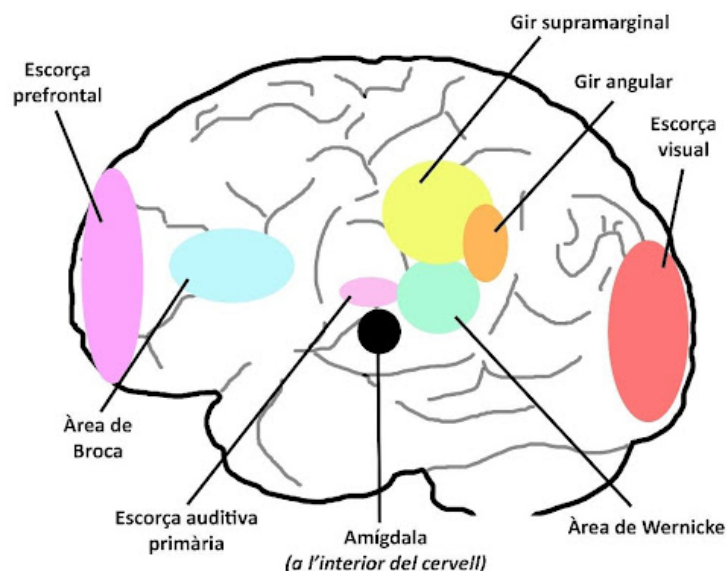
Charles Darwin, pare de la teoria de l'evolució per mitjà de la selecció natural, ja ho va anotar en una de les seves obres, *L'origen de l'home* (1871): «De la mateixa manera que l'àlgebra ha de menester de números i signes, el pensament necessita un llenguatge, [...] i un pensament complex no és possible sense un llenguatge estructurat». Ja sigui amb paraules dites en veu alta, normalment per ser captades per un interlocutor, o amb mots silenciosos, que generem dins el cervell per mantenir una conversa interna, el llenguatge forma part dels nostres pensaments. Pensem de manera complexa perquè parlem, i tenim un llenguatge complex perquè pensem (Bennett i col. 2007). De manera similar, Darwin també va anotar, en la mateixa obra de 1871, que «la capacitat musical ha tingut una funció important en l'evolució del llenguatge». Se n'ha parlat a l'apartat anterior, en discutir el probable origen comú de la música i del llenguatge complex en l'evolució del llinatge humà.

El cervell humà disposa de xarxes neuronals específiques adaptades de forma biològica, i, per tant, innata, a aprendre, generar i comprendre el llenguatge parlat. Aprendre a parlar durant la infantesa no és un acte purament cultural, sinó que també presenta unes profundes arrels biològiques. Només cal tenir una font lingüística per imitar. L'idioma o els idiomes concrets que s'aprenen d'infantesa, lògicament, depenen de la cultura, dels idiomes que es parlen a l'entorn de l'infant. Però el fet de parlar i

d'entendre el llenguatge parlat és també una qüestió biològica i neurològica lligada a l'evolució de l'espècie humana. Per això es diu que l'aprenentatge del llenguatge és un procés mixt biològic i social (o cultural), atès que ambdós factors interactuen sinèrgicament (Kuhl 2012).

Les primeres zones del cervell que es va veure amb claredat que estan implicades en la gènesi i la comprensió del llenguatge oral, tant de les paraules com de la sintaxi amb què s'encadenen, es van identificar examinant les conseqüències de diverses alteracions que afecten zones concretes del cervell i que dificulten o impedeixen determinats processos implicats en la parla, sense afectar-ne d'altres (per a una revisió de conceptes històrics, vegeu Castaño 2003). Per exemple, es coneix una afectació neuronal anomenada *afàsia de Broca* que compromet la funcionalitat d'una zona específica del cervell, l'àrea de Broca. Les persones que la tenen no poden articular frases completes, però no tenen cap problema a dir paraules aïllades o a comprendre les frases dites per altres persones. L'estudi d'aquestes i d'altres alteracions indica que, de forma constitutiva, el cervell humà té àrees especialitzades en aspectes concrets de l'aprenentatge, la comprensió i l'articulació del llenguatge oral (Friederici i col. 2017). A la figura 1 es mostren les àrees del cervell que hi estan directament implicades.

**FIGURA 1.** Àrees principals implicades en l'aprenentatge, la producció i la comprensió del llenguatge oral.



**Font:** elaboració pròpia.

De manera resumida, destaquen l'escorça auditiva, especialitzada en la recepció, la discriminació i la interpretació d'estímuls sonors; l'àrea de Broca, que s'encarrega de la comprensió i el processament del llenguatge, especialment pel que fa a la sintaxi, i de la coordinació dels òrgans fonadors per a la parla; l'àrea de Wernicke, implicada en la descodificació auditiva i la comprensió del significat de les paraules; el gir supramarginal, que es relaciona amb el processament fonològic i amb les respostes emocionals a les paraules, i el gir angular, que transfereix la informació visual a l'àrea de Wernicke i també està implicat en la memòria, inclosa la del significat de les paraules, en l'atenció i, curiosament, també en l'anomenada *teoria de la ment* (que és la capacitat d'atribuir

#### **Música, llengua parlada i cervell: aportacions a la neuroeducació**

David Bueno i Torrens, Anna Forés (2022)

Llengua, Societat i Comunicació, núm. 20

<http://revistes.ub/index.php/LSC/>

ISSN: 1697-5928

[lsc@ub.edu](mailto:lsc@ub.edu)

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

doi:10.1344/LSC-2022.20.1

pensaments i intencions a altres persones, diferents dels propis) (Redolar 2023, Ardila i col. 2016).

Aquestes àrees no només estan connectades entre elles, sinó que també ho estan amb altres zones del cervell, que tenen altres funcions però que, tanmateix, hi estan relacionades. Cal destacar l'escorça prefrontal, que és on es generen i gestionen els processos cognitius més complexos i elaborats, com la planificació, la reflexió, la crítica, el raïonament, la metacognició, la presa de decisions, etcètera; l'escorça visual, que no només permet reconstruir i interpretar la informació captada per la vista, sinó que també permet reproduir interiorment imatges a través del que escoltem, pensem o llegim, i l'amígdala, que és la zona on es generen les emocions i on les paraules que diem, sentim o llegim es carreguen de significat emocional (Ardila i col. 2016, Bueno 2019, Redolar 2023).

A més, aquestes connexions són plàstiques, en el sentit que es van formant i consolidant amb l'aprenentatge, l'ús i l'experiència. S'anomena *plasticitat neuronal* (per a una revisió sobre la relació entre la plasticitat neuronal i l'aprenentatge d'una llengua, vegeu Kolb i Gibb 2011). El cervell és, en el seu conjunt, un òrgan plàstic, flexible i mal·leable, i moltes de les connexions s'estableixen en interacció amb l'entorn, per enregistrar els coneixements i les habilitats que s'adquireixen en el decurs de la vida. Tot allò que aprenem i que recordem, tant si ho fem conscientment com preconscientment, queda emmagatzemat en patrons de connexions al cervell. I això inclou l'aprenentatge del llenguatge. Per això, les xarxes neuronals que es formen en un parlant natiu de coreà, per exemple, són lleugerament diferents que un parlant de català (Costa 2017), atès que les paraules i les normes sintàctiques que regeixen l'ús compartit de cada llengua són diferents. Aquesta plasticitat, tanmateix, no només incorpora els aprenentatges i experiències, sinó també l'estat emocional amb què els vivim.

La música i el llenguatge oral comparteixen, ja d'inici, alguns mecanismes neuronals comuns, com per exemple els implicats en la identificació i la interpretació dels sons, unes capacitats que a nivell cerebral es troben localitzades en l'escorça auditiva. Però la concordança va molt més enllà del simple mecanisme receptor i discriminador dels senyals acústics (Sakai i col. 2021).

Utilitzant tècniques d'imatge cerebral (com, per exemple, de ressonància magnètica funcional), que permeten veure l'activitat diferencial de les diferents zones del cervell en viu i en directe, de forma no invasiva, s'ha vist que el processament de les estructures semàntiques del llenguatge oral se superposa amb les del processament de les melodies musicals. Aquesta correspondència, però, no és del tot precisa, atès que determinades lesions cerebrals afecten només la capacitat de parlar sense alterar per res la capacitat musical, i viceversa (Custodio i Cano-Campos 2017). Aquests fets recolzen morfològicament i funcional que la capacitat musical i d'estructurar el llenguatge parlat de forma complexa possiblement hagi sorgit a partir d'un sistema mixt ancestral que es va diversificar en el nostre passat recent (Mithen 2017), com s'ha discutit a l'apartat anterior. És com si a partir d'un sistema biològic ancestral únic de comunicació homínida que inclogués ritmes, algunes paraules i moltes gesticulacions haguessin sorgit el llenguatge oral i el musical, cadascun amb les seves pròpies particularitats, adaptats a transmetre significats diferents (com es discutirà al final d'aquest apartat). Per això s'ha proposat que la música ha tingut un paper clau en l'evolució del llenguatge (Yu i col. 2017),

Així, per exemple, s'ha vist que la música activa també les àrees de Broca i de Wenicke, que inicialment es van identificar com a crucials per al llenguatge oral; la cognició social, com el gir temporal superior, i altres zones implicades en el processament sensorial, l'empatia i, per extensió, la «teoria de la ment», com l'anomenat *gir supramarginal* (Yu i col. 2017). També destaquen àrees de l'escorça cerebral relacionades amb el processament emocional i amb la capacitat de focalitzar l'atenció (la qual cosa permet discriminar entre

#### Música, llengua parlada i cervell: aportacions a la neuroeducació

David Bueno i Torrens, Anna Forés (2022)

Llengua, Societat i Comunicació, núm. 20

lsc@ub.edu

<http://revistes.ub/index.php/LSC/>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ISSN: 1697-5928

doi:10.1344/LSC-2022.20.1

diverses converses o entre una conversa determinada o una melodia i el soroll ambiental de fons); l'escorça prefrontal, que permet racionalitzar i interpretar conscientment els sons que sentim, i l'amígdala, centre generador de les emocions, que fa que s'incorpori una càrrega emocional a les paraules o a les melodies. També es troba implicat l'estriat, que és l'estructura cerebral que genera les sensacions de recompensa i que permet anticipar recompenses futures, en funció del missatge oral que rebem o de la càrrega emocional de la melodia.

Tots aquests mecanismes són els que permeten distingir les diferents síl·labes del llenguatge oral i, de manera paral·lela, els harmònics d'una melodia; associar els estímuls auditius al context on s'han produït; respondre ràpidament i de manera adaptativa a aquests estímuls (que és la funció biològica de les respostes emocionals), interpretar correctament la variabilitat i la improvisació, a través dels mecanismes neuronals de l'escorça prefrontal, etcètera (Kraus 2017). I en tots els casos intervenen les xarxes neuronals implicades en la creativitat, atès que tant el llenguatge (Chen et al. 2015) com la música (Feber i MacIntosh 2020) són intrínsecament creatius. En el cas del llenguatge, s'ha demostrat que les frases que pronunciem no estan preconfigurades en les xarxes neuronals (malgrat que sovint fem servir unes mateixes expressions), sinó que es van fent i refent a mesura que es va parlant per adaptar el missatge a l'entorn on és pronunciat, de manera dinàmica i flexible (Luuk i Luuk 2011).

### 3. COM PODEM APROFITAR LES INTERACCIONS SINÈRGiques ENTRE LA MÚSICA I EL LLENGUATGE?

La música i el llenguatge parlat semblen tenir un origen evolutiu comú vinculat a la comunicació, a partir del qual van divergir i es van especialitzar en aspectes diferents, però complementaris, d'aquesta comunicació (Mithen 2007). Tenint en compte les àrees cerebrals implicades en la producció i la comprensió del llenguatge parlat i la música, i en les respostes cognitives i emocionals que provoquen en les persones, sembla que la comunicació musical es va especialitzar en l'expressió d'emocions i en la forja d'identitats de grup. El llenguatge parlat, en canvi, ho va fer especialment en la tramesa d'informació, la qual cosa no vol dir que a través del llenguatge parlat no s'estimulin també respostes emocionals, de la mateixa manera que la música també es pot fer servir per transmetre informació. Possiblement sigui aquí on puguem trobar i justificar la utilitat i la importància d'aprofitar les interaccions sinèrgiques entre la música i el llenguatge parlat en els processos educatius a través de les xarxes neuronals que els produeixen i gestionen.

Diversos treballs han demostrat que existeix una relació clara entre les capacitats musicals i lingüístiques durant la infantesa (Moreno i Besson 2006, Patel i Iversen 2007, Strait i col. 2011, Lorenzo i col. 2014). També s'ha vist que, tant en els infants com en els adults, l'adquisició d'habilitats musicals per aprenentatge i entrenament incrementa la seva capacitat i la habilitat lingüística (Tierney i Kraus 2013). Aquestes dades ja suggereixen directament la importància d'abordar l'aprenentatge de la llengua, inclosa la lectoescriptura, utilitzant també recursos musicals. Per exemple, s'ha vist que les persones que tenen una certa formació musical són capaces d'identificar més ràpidament els errors sintàctics en un text (Jentschke i Koelsch 2009, Fitzroy i Sanders 2013), i que processen amb més eficiència les noves paraules que aprenen (Dittinger i col. 2016). També s'ha demostrat que la formació musical millora el processament neuronal dels tons quan s'aprenen nous idiomes (Besson i col. 2007, Chobert i Besson 2013).

De manera paral·lela, s'ha demostrat que els estats emocionals contribueixen a fixar els aprenentatges. Les emocions són patrons de conducta preconscious que es desencadenen quan ens cal donar una resposta ràpida a una situació determinada. Són



crucials per a la supervivència, de manera que qualsevol aprenentatge que tingui components emocionals al cervell l'identifica com a especialment valuós i l'emmagatzema amb més eficiència (Bueno 2019, Redolar 2023). Tanmateix, no totes les emocions són equivalents. La por, per exemple, és una emoció bàsica que permet que ens protegem o fugim davant d'una amenaça. Ara bé, aprendre amb sensació de temor promou sensacions d'incomoditat, que dificulten l'ús d'allò que s'ha après en el futur, per les relacions que s'estableixen dins el cervell.

Els estats emocionals proactius, en canvi, com l'alegria i la sorpresa, que no només generen sensacions agradables, sinó que a més estimulen la confiança i la curiositat, afavoreixen aprenentatges significatius que impulsen la transformació i la proactivitat, dues característiques que es troben a la base del que, en pedagogia, es diu *aprendre a aprendre* (Dolan 2002, Bueno 2019, 2021). Des del punt de vista conductual, s'ha vist que un dels principals motors a l'hora d'iniciar comportaments proactius, com és el cas dels aprenentatges eficients i significatius, és la sensació de recompensa i d'anticipació de futures recompenses (Arias-Carrión i Pöppel 2017). Neuronalment, les sensacions de recompensa i l'anticipació de futures recompenses es genera i gestiona des d'una estructura cerebral anomenada *estriat*, a través del neurotransmissor dopamina.

La dopamina no només està implicada en les sensacions de recompensa i en la capacitat d'anticipar futures recompenses, sinó també en aspectes cognitius tan importants com la motivació i l'optimisme (Sharot i col. 2012). Ja d'entrada, totes aquestes dades suggereixen que, a través de la música, que estimula els sistemes emocionals del cervell, com l'amígdala, atès que evolutivament s'ha especialitzat en aquesta tasca, entre altres, es poden facilitar estats emocionals proactius que afavoreixen els aprenentatges, inclosos els relacionats amb el llenguatge. Per exemple, s'ha vist que existeix una relació directa entre els aspectes emocionals i els cognitius en l'aprenentatge d'una segona llengua (Swain 2013), i que la lectura en veu alta amb persones de confiança realitzada en entorns agradables que estimulin les emocions positives, com per exemple amb els progenitors, afavoreix l'aprenentatge lectoescriptor (Bueno i col. 2023).

No només això. També s'ha demostrat que, quan els infants aprenen a parlar, amb cada paraula nova que aprenen, quan veuen que és reconeguda i valorada pel seu entorn, el seu cervell genera una descàrrega de dopamina que, a través de les sensacions de recompensa que els genera, els estimula (o els motiva) a aprendre noves paraules (Ripollés i col. 2014).

En aquest context, en l'etapa d'educació infantil és molt habitual aprendre paraules noves i iniciar-se en la lectoescriptura a partir de cançons (Mizener 2008), on el treball verbal i el musical se sumen sinèrgicament i permeten incrementar l'eficiència dels aprenentatges, al mateix temps que faciliten que els infants aprenguin de forma més lúdica. El desenvolupament dels continguts lingüístics tant en el camp oral com en el lectoescriptor milloren, així com també ho fa l'àmbit de comprensió i expressió. Les cançons són memoritzades de manera textual, rítmica i melòdica, la qual cosa fa possible l'existència d'una representació conjunta en la memòria que integri text i melodia (Repp 1984). El text potencia efectes prosòdics en la seqüència sonora, destacant accents, pauses i caigudes de to. La melodia, al seu torn, exerceix influència en el text, ressaltant la pronunciació de paraules importants que coincideixen en elements melòdics, rítmics i estructurals destacats.

Un altre camp rellevant, com hem vist, d'interacció sinèrgica entre la música i el llenguatge és en l'aprenentatge d'una segona llengua. La música, especialitzada en la transmissió d'identitats de grup, com s'ha discutit en apartats precedents, és una eina d'apropament a noves cultures i esdevé un pont d'apropament a l'aprenentatge d'una segona llengua.

#### **Música, llengua parlada i cervell: aportacions a la neuroeducació**

David Bueno i Torrens, Anna Forés (2022)

Llengua, Societat i Comunicació, núm. 20

lsc@ub.edu

<http://revistes.ub/index.php/LSC/>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ISSN: 1697-5928

doi:10.1344/LSC-2022.20.1

Podríem resumir que entre la música i llenguatge parlat hi ha «esferes» de proximitat:

Esfera biològica	El llenguatge i la música tenen un origen evolutiu comú
Esfera cognitiva	El processament de les estructures semàntiques del llenguatge oral se superposa amb les del processament de les melodies musicals
Esfera expressiva	Ambdues tenen com a objectiu poder expressar i ser escoltades
Esfera afectiva, emocional	La música és un llenguatge emocional que, si se suma a l'aprenentatge de la llengua, aquest aprenentatge és més significatiu

#### 4. CONCLUSIONS

La música i el llenguatge parlat comparteixen una sèrie de xarxes neuronals que procedeixen d'un passat evolutiu comú a partir del qual van divergir i es van diversificar, especialitzant-se en la transmissió prioritària, però no exclusiva, de diferents tipus d'informació. Totes aquestes xarxes neuronals són plàstiques i mal-leables, la qual cosa vol dir que poden anar emmagatzemant aprenentatges i experiències en les connexions que estableixen. Atesa les sinergies funcionals que s'han descrit entre la música i el llenguatge parlat, el seu ús pedagògicament proporcionat en contextos educatius es pot utilitzar per potenciar tant els aspectes cognitius com els emocionals vinculats no només a l'aprenentatge de les llengües, sinó, per extensió, a qualsevol aprenentatge, atès que tots impliquen una comunicació activa.

#### 5. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

ARDILA, Alfredo; BERNAL, BYTON; ROSSELLI, Monica (2016). «How Localized are Language Brain Areas? A Review of Brodmann Areas Involvement in Oral Language». *Arch Clin Neuropsychol*, 31(1), 112-22.

ARIAS-CARRIÓN, Óscar; PÖPPEL, Ernst (2007). «Dopamine, learning, and reward-seeking behavior». *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 67(4), 481-488.

BARNEY, Anna; MARTELLI, Sandra; SERRURIER, Antoine; STEELE, James (2012). «Articulatory capacity of Neanderthals, a very recent and human-like fossil hominin». *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 367(1585), 88-102.

BENNETT, Maxwell; DENNETT, Daniel; HACKER, Peter; SEARLE, John (2007). *Neuroscience and philosophy: Brain, mind, and language*. Columbia University Press.

BESSON, Mireille; SCHÖN, Daniele; MORENO, Sylvain; SANTOS, Andréia; MAGNE, Cyrille (2007). «Influence of musical expertise and musical training on pitch processing in music and language». *Restor Neurol Neurosci*, 25(3-4), 399-410.

BROWN, Steven (2017). «A Joint Prosodic Origin of Language and Music». *Front Psychol*, 8, 1894.

BUENO, David (2019). *Neurociencia aplicada a la educación*. Madrid: Editorial Síntesis.

#### Música, llengua parlada i cervell: aportacions a la neuroeducació

David Bueno i Torrens, Anna Forés (2022)

Llengua, Societat i Comunicació, núm. 20

lsc@ub.edu

<http://revistes.ub/index.php/LSC/>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ISSN: 1697-5928

doi:10.1344/LSC-2022.20.1

BUENO, David (2021). «La neurociencia como fundamento de la educación emocional». *RIIEB* 1, 47-61

BUENO, David; FORÉS, Anna (2021). *La pràctica educativa amb mirada neurocientífica*. Barcelona: Editorial Horsori.

BUENO, David; FORÉS, Anna; RUIZ, Marcel (2023). *Els beneficis de la lectura en veu alta. Una descoberta (fascinant) des de la neuroeducació*. Barcelona: Editorial La Galera (en premsa).

CASTAÑO, Julio (2003). «Bases neurobiológicas del lenguaje y sus alteraciones». *Rev Neurol*, 36(8), 781-785.

DOLAN, Raymond Joseph (2002). «Emotion, cognition, and behavior». *Science*, 298(5596), 1191-1194.

DUBINSKY, Janet M.; GUZEY, S. Selcen; SCHWARTZ, Marc S.; ROEHRIG, Gillian; MACNABB, Carrie; SCHMIED, Astrid; HINESLEY, Vicki; HOELSCHER, Mary; MICHLIN, Michael; SCHMITT, Lee; ELLINGSON, Charlene; CHANG, Zhengsi; COOPER, Janice L. (2019). «Contributions of Neuroscience Knowledge to Teachers and Their Practice». *The Neuroscientist*, 25(5), 394-407.

CHEN, Qun-Lin; XU, Ting; YANG, Wen-Jing; LI, Ya-Dan; SUN, Jiang-Zhou; WANG, Kang-Cheng; BEATY, Roger E.; ZHANG, Qing-Lin; ZUO, Xi-Nian; QIU, Jiang (2015). «Individual differences in verbal creative thinking are reflected in the precuneus». *Neuropsychologia*, 75, 441-449.

CHOBERT, Julie; BESSON, Mireille (2013). «Musical expertise and second language learning». *Brain Sci*, 3(2), 923-940.

COSTA, Albert (2017). *El cerebro bilingüe: la neurociencia del lenguaje*. Madrid: Debate.

COWLEY, Stephen J.; KUHLE, Anneliese (2020). «The rise of languaging». *Biosystems*, 198, 104264.

CUSTODIO, Nilton; CANO-CAMPOS, María (2017). «Efectos de la música sobre las funciones cognitivas». *Revista de Neuro-Psiquiatría*, 80(1), 60-69.

D'ANASTASIO, Ruggero; WROE, Stephen; TUNIZ, Claudio; MANCINI, Lucia; CESANA, Deneb T.; DREOSSI, Diego; RAVICHANDIRAN, Mayoorendra; ATTARD, Marie; PARR, William C. H.; AGUR, Anne; CAPASSO, Luigi (2013). «Micro-biomechanics of the Kebara 2 hyoid and its implications for speech in Neanderthals». *PLoS One*, 8(12), e82261.

DARWIN, Charles (1871). *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex. (L'origen de l'home i sobre la selecció en relació amb el sexe*. Barcelona: Edicions Científiques Catalanes, 1984).

DITTINGER, Eva; BARBAROUX, Mylène; D'IMPERIO, Mariapaola; JÄNCKE, Lutz; ELMER, Stefan; BESSON, Mireille (2016). «Professional music training and novel word learning: From faster semantic encoding to longer-lasting word representations». *J Cognitive Neurosci*, 28, 1584-1602.

FITZROY, Ahren B.; SANDERS, Lisa D. (2013). «Musical expertise modulates early processing of syntactic violations in Language». *Front Psychol*, 3, 603.

FRIEDERICI, Angela D.; CHOMSKY, Noam; BERWICK, Robert C.; MORO, Andrea; BOLHUIS, Johan J. (2017). «Language, mind and brain». *Nat Hum Behav*, 1(10), 713-722.

FRÖHLICH, Marlen; WITTIG, Roman M.; PIKA, Simone (2019). «The ontogeny of intentional communication in chimpanzees in the wild». *Dev Sci*, 22(1), e12716.

#### Música, llengua parlada i cervell: aportacions a la neuroeducació

David Bueno i Torrens, Anna Forés (2022)

Llengua, Societat i Comunicació, núm. 20

lsc@ub.edu

<http://revistes.ub/index.php/LSC/>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ISSN: 1697-5928

doi:10.1344/LSC-2022.20.1

JANIK, Vincent M. (2014). «Cetacean vocal learning and communication». *Curr Opin Neurobiol*, 28, 60-65.

JENTSCHKE, Sebastian; KOELSCH, Stefan (2009). «Musical training modulates the development of syntax processing in children». *Neuroimage*, 47, 735-744.

HIGHAM, Thomas; BASELL, Laura; JACOBI, Roger; WOOD, Rachel; RAMSEY, Christopher Bronk; CONARD, Nicholas J. (2012). «Testing models for the beginnings of the Aurignacian and the advent of figurative art and music: the radiocarbon chronology of Geißenklösterle». *J Hum Evol*, 62(6), 664-76.

KOLB, Bryan; GIBB, Robbin (2011). «Brain plasticity and behaviour in the developing brain». *J Can Acad Child Adol Psychi*, 20(4), 265.

KRAUS, Nina; WHITE-SCHWOCH, Travis (2017). «Neurobiology of Everyday Communication: What Have We Learned From Music?». *Neuroscientist*, 23(3), 287-298.

KUHL, Patricia K. (2012). «Language learning and the developing brain: Cross-cultural studies unravel the effects of biology and culture». *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(4), 3207-3207.

LORENZO, Oswaldo; HERRERA, Lucía; HERNÁNDEZ-CANDELAS, Marta; BADEA, Mihaela (2014). «Influence of music training on language development, a longitudinal study». *Procedia-Social Behav Sci*, 128, 527-530.

LUUK, Erkki; LUUK, Hendrik (2011). «The redundancy of recursion and infinity for natural language». *Cogn Process*, 12(1), 1-11.

MITHEN, Steven (2007). *Los neandertales cantaban rap*. Barcelona: Drakontos.

MIZENER, Charlotte P. (2008). «Our singing children: Developing singing accuracy». *General Music Today*, 21, 18-24.

MORENO, Sylvain; BESSON, Mireille (2006). «Musical training and language-related brain electrical activity in children». *Psychophysiology*, 43, 287-291.

PATEL, Aniruddh; IVERSEN, John R. (2007). «The linguistic benefits of musical abilities». *Trends Cogn Sci*, 11, 369-372.

PEPPERBERG, Irene M. (2021). «Nonhuman and Nonhuman-Human Communication: Some Issues and Questions». *Frontiers in psychology*, 12, 647841.

REDOLAR, DIEGO (ed.) (2023). *Neurociencia Cognitiva*. Madrid: Editorial Médica Panamericana (en premsa).

REPP, Bruno H. (1984). «Categorical perception: issues, methods, findings». LASS, NORMAN J. (ed.). *Speech and Language: Advances in Basic Research and Practices*, vol. 10. New York: Academic Press.

RIPOLLÉS, Pablo; MARCO-PALLARÉS, Josep; HIELSCHER, Ulrike; MESTRES-MISSÉ, Anna; TEMPELMANN, Claus; HEINZE, Hans Jochen; RODRÍGUEZ-FORNELLS, Antoni; NOESSELT, Toemme (2014). «The Role of Reward in Word Learning and Its Implications for Language Acquisition». *Curr. Biol.*, 24, 2606-2611.

SAKAI, Kuniyoshi L.; OSHIBA, Yoshiaki; HORISAWA, Reiya; MIYAMAE, Takeaki; HAYANO, Ryugo (2021). «Music-Experience-Related and Musical-Error-Dependent Activations in the Brain». *Cerebral Cortex*, 2021, 1-14.

SHAROT, Tali; GUITART-MASIP, Marc; KORN, Christoph W.; CHOWDHURY, Rumana; DOLAN, Raymond J. (2012). «How dopamine enhances an optimism bias in humans». *Curr Biol.*, 22(16), 1477-1481.

STRAIT, Dana L.; HORNICKEL, Jane; KRAUS, Nina (2011). «Subcortical processing of speech regularities underlies reading and music aptitude in children». *Behav Brain Funct*, 7, 44.

SWAIN, Merrill (2013). «The inseparability of cognition and emotion in second language learning». *Language Teaching*, 46(2), 195-207.

SWINGLEY, Daniel (2008). «The roots of the early vocabulary in infants' learning from speech». *Curr Dir Psychol Sci*, 17(5), 308-311.

TIERNEY, Adam; KRAUS, Nina (2013). «Music training for the development of reading skills». *Prog Brain Res*, 207, 209-241.

YU, Mengxia; XU, Miao; LI, Xueting; CHEN, Zhencai; SONG, Yiyang; LIU, Jia (2017). «The shared neural basis of music and language». *Neuroscience*, 357, 208-219.

WIGGINS, Geraint A. (2020). «Creativity, information and consciousness: The information dynamics of thinking». *Physics of life reviews*, 34-35, 1-39.