

La neurociència cognitiva es defineix com la disciplina que cerca entendre com la funció cerebral dona lloc a les activitats mentals (com poden ser la percepció, la memòria, el llenguatge i fins i tot la consciència). Es refereix a l'estudi científic dels mecanismes biològics de la cognició i busca estudiar el substrat cerebral de la ment (amb un enfocament específic en el funcionament neuronal); per tant, l'objectiu de la neurociència és entendre la ment. Dit d'una altra manera, la neurociència cognitiva es correspon amb l'estudi de la cognició humana. Les ciències cognitives estudien com el coneixement s'adquireix, s'emmagatzema i es representa en la ment, a més de com el coneixement s'entén, es recorda, es comunica i es fa servir en la realització d'activitats. Ambdós aspectes són focus d'investigació de la neurociència cognitiva.

La neurociència és una disciplina que estudia l'estructura i funció del sistema nerviós i com els diferents elements que el componen interaccionen i originen la conducta. El caràcter singular i propi de la neurociència és el seu enfocament interdisciplinari, ja que engloba múltiples àrees de coneixement, com ara l'anatomia, la fisiologia, la bioquímica, la farmacologia, la psicologia i la neurologia, o fins i tot disciplines científiques més modernes com la bioenginyeria o la computació. Per aquesta raó, la neurociència abraça molts àmbits d'estudi que van des d'allò purament molecular fins a allò específicament conductual i cognitiu, passant per diversos àmbits com ara el cel·lular, les xarxes neuronals, i incloent l'estudi de sistemes com l'escorça cerebral o el cerebel. Per tant, podem dir que és una ciència que aborda d'una forma interdisciplinària tant l'estudi del sistema responsable de dirigir i controlar l'activitat corporal com l'estudi del substrat que hi ha a sota de funcions tan distintes com el moviment, la percepció, l'aprenentatge, el llenguatge, les emocions o la memòria. I, al mateix temps, la neurociència intenta donar resposta a múltiples preguntes sobre l'estructura macro- o microscòpica del cervell i els seus circuits, sobre els mecanismes funcionals dels seus diferents sistemes, o sobre les bases moleculars i cel·lulars del cervell sa o malalt.

La producció constant d'avenços tecnològics ha permès utilitzar mètodes adquirits d'altres ciències o disciplines i combinar-los entre si per crear mètodes propis de la neurociència cognitiva. A continuació identificarem alguns mètodes molt estesos en investigació neurocientífica, especialment pel que fa a l'estudi del llenguatge:

- Segurament les **tècniques conductuals** siguin el tipus de tècniques més estès ara per ara en investigació psicolingüística. Una unitat de registres conductuals es compon d'un laboratori amb cabines insonoritzades i equip informàtic amb dispositius de presentació d'estímuls i resposta per a experiments de comprensió i producció del llenguatge.
- El **temps i encert a l'hora de donar una resposta** és una mesura clàssica en psicologia cognitiva. La utilitat d'obtenir aquesta mesura rau en el fet que ens permet estudiar els mecanismes psicològics que hi ha sota les nostres capacitats cognitives. Els estudis que només mesuren el temps i/o l'encert a l'hora de donar les respostes són els que denominem "estudis conductuals". El valor de mesurar la conducta en la investigació sobre el llenguatge deriva principalment del fet que el temps que es tarda i els encerts

que s'aconsegueixen per a un mateix tipus de resposta canvien depenent del tipus d'estímul a què s'hagi de respondre. Per exemple, podríem trobar, en una tasca en què s'ha d'indicar si una cadena de lletres forma una paraula real, que les paraules que són usades freqüentment en la vida diària es detecten de manera més ràpida i fàcil que les infreqüents. I descobriments d'aquest tipus són fonamentals a l'hora de determinar quin és el pes atribuïble als diferents mecanismes que intervenen en la comprensió i producció del llenguatge. L'únic aspecte a considerar en el tema dels mesuraments de temps i encerts és que els estímuls poden ser presentats en diferents formats i les respostes són fonamentalment de dos tipus: manuals o verbals. En aquest últim cas, parlem d'estudis sobre la producció de la parla. La realització d'una tasca consisteix, en línies generals, en la visualització d'imatges, frases, paraules o lletres manejant uns comandaments de resposta o pitjant sobre pantalles tàctils.



- Una altra tècnica de gran valor científic en investigació sobre el llenguatge és el **registre de moviments oculars**. El moviment dels ulls és probablement el més freqüent de tots els moviments que realitzem. La seva funció és guiar la nostra mirada al llarg de l'escena que tenim davant nostre. El seguiment de la mirada és la tècnica que ens permet examinar

La simple comprensió d'una frase activa centenars de milers de neurones en el nostre cervell

amb precisió els moviments i els llocs on es fixa la mirada. La tècnica de seguiment de la mirada resulta molt útil en l'estudi de la lectura. El seu valor rau en el fet que les diferents formes en què mirem un text ens donen molta informació sobre les capacitats lingüístiques implicades en la seva lectura i comprensió. Entre altres aplicacions, l'estudi amb aquesta tècnica és crucial per a l'organització de la informació en llocs web i programes informàtics educatius. La tècnica també s'utilitza per investigar la interacció entre el llenguatge i l'exploració visual del món. L'interès aquí rau en el fet de veure com la comprensió de paraules, frases o discursos que són presentats auditivament guien la forma en què mirem i inspeccionem objectes i escenes. El seguiment de la mirada s'enregistra amb una càmera especial durant la lectura o inspecció visual d'imatges presentades en un monitor. La tècnica no demana cap requisit especial als participants.

- La simple comprensió d'una frase activa centenars de milers de neurones en el nostre cervell. L'**electroencefalografia (EEG)** és la tècnica que ens permet estudiar mil·lsegons a mil·lsegons l'evolució d'aquest tipus d'activacions durant l'exercici d'aquesta i d'altres capacitats cognitives. La forma habitual de fer-ho és col·locant un casquet amb uns sensors sobre el cap i enregistrant l'activitat elèctrica del cervell. La tècnica permet determinar el que està passant en el cervell en cada moment. Per exemple, la comprensió d'una frase, encara que per nosaltres sembli passar bastant de pressa, implica diversos passos que van des de la identificació de les paraules fins a la comprensió del seu significat. Gràcies al

mesurament de les ones elèctriques produïdes per aquestes activacions cerebrals, està cada vegada més clar quins passos existeixen i quan tenen lloc. Saber això té una gran importància tant per a la investigació com per a l'educació. La tècnica és fàcil d'aplicar, ja que simplement consisteix a col·locar i ajustar un casquet amb uns sensors. Aquestes característiques fan que l'EEG sigui una eina poderosa per al rastreig de les operacions cognitives (que són ràpides i complexes) en temps real. Són operacions que estan implicades en tasques tan quotidianes com el processament del llenguatge, el reconeixement de cares, el càlcul matemàtic, etc.

- La **magnetoencefalografia (MEG)** és una tècnica no invasiva que enregistra l'activitat funcional cerebral mitjançant la captació de camps magnètics, de manera que permet investigar les relacions entre les estructures cerebrals i les seves funcions. La possibilitat d'aquests registres ve determinada per l'activitat postsinàptica neuronal i per l'activació sincrònica de milions de neurones, la qual cosa genera una activitat cerebral uniforme, diferenciada i localitzada, capaç de ser enregistrada mitjançant magnetòmetres situats al llarg de la convexitat cranial. La capacitat de la MEG, tant en anàlisi com en organització de la informació rebuda, permet valorar en mil·lisegons l'activitat cerebral i organitzar mapes funcionals cerebrals amb delimitació de l'estructura cerebral en espai de petits centímetres (i fins i tot mil·límetres) cúbics. Això permet generar mapes funcionals de l'activitat cerebral capaços de ser organitzats i representats temporalment i espacialment. La tecnologia MEG es fa servir tant en investigació com en assistència clínica. La promoció d'aquesta tecnologia en els àmbits d'investigació i en el sanitari representa l'impuls de tota una sèrie de línies d'investigació i l'avenç en el diagnòstic de patologies com la malaltia d'Alzheimer, l'epilèpsia o l'esquizofrènia, així com també en trastorns de l'aprenentatge, de la memòria o del llenguatge. De la mateixa manera, aquesta tecnologia es pot aplicar en processos de preneurocirurgia de malalties i trastorns que comporten un elevat cost econòmic i social.

- La **ressonància magnètica** proporciona imatges d'alta qualitat del cervell. Té una resolució espacial bona (aproximadament 1,2 mil·límetres), encara que la seva resolució temporal és baixa (major d'1 segon), i permet identificar estructures cerebrals implicades en el funcionament cognitiu. L'ús de camps magnètics forts (3 tesles) proporciona una millor relació senyal-soroll, la qual cosa permet obtenir imatges més precises de les estructures corticals. La ressonància magnètica es pot utilitzar per obtenir imatges tant funcionals com estructurals; aquestes imatges proporcionen informació sobre quines àrees s'activen davant la realització d'una tasca determinada i sobre la connectivitat funcional que hi ha entre distintes àrees. De les imatges obtingudes amb la ressonància magnètica estructural es pot extreure informació molt valuosa mitjançant tècniques sofisticades que permeten observar no només canvis funcionals, sinó també canvis més permanents que es produeixen durant el desenvolupament d'un organisme, durant l'aprenentatge de destreses noves (com l'aprenentatge tardà d'una segona llengua), a causa d'un dany cerebral, durant la reestructuració que resulta després d'una intervenció, o a causa de la neurodegeneració.

El Basque Center on Cognition, Brain and Language (BCBL)

El Basque Center on Cognition, Brain and Language (BCBL) és un centre d'investigació en neurociència cognitiva que compta amb les tècniques neurocientífiques més avançades i amb un planter d'investigadors de primer nivell en el marc internacional (visiteu <www.bcbl.eu>).

Les línies principals d'investigació que es treballen al BCBL concerneixen principalment el llenguatge i la seva representació cognitiva i neural, de manera que s'hi atenen els processos que hi ha en la base de l'acte lingüístic. La missió del BCBL és la investigació orientada a desxifrar els mecanismes neuropsicològics de l'adquisició, processament i representació del llenguatge

en infants, joves, adults i vells, insistint especialment en el bilingüisme, en persones sanes i en persones amb trastorns. Per assolir aquest objectiu, compta amb unes instal·lacions de primer nivell que permeten treballar en àrees de la innovació i el coneixement. Així, el BCBL explora com s'adquireix el llenguatge, ja sigui en la infància o en edats adultes (quan es tracta d'una segona o tercera llengua), i quina relació hi ha entre cognició general i llenguatge, investigant les xarxes cerebrals associades al processament lingüístic i com aquestes interaccionen amb els circuits neurals d'altres processos cognitius no associats a l'acte lingüístic. Una altra línia de treball molt marcada al BCBL és la relativa a l'estudi de com es representen múltiples llengües en el cervell d'una mateixa persona (multilingüisme).

Algunes de les línies principals d'acció del BCBL són:

- Adquisició, representació i tractament del llenguatge.
- Multilingüisme.
- Neurodegeneració i desordres del llenguatge i de l'aprenentatge.

És possible unificar esforços des de l'educació i des de la investigació bàsica en neurociència cognitiva?

No hi ha dubte que la resposta a aquesta pregunta és afirmativa. De fet, a més de resultar possible, resulta imprescindible. Com aprèn un infant a llegir en la seva primera llengua? I com ocorre això en la segona o tercera llengua? Quins són els mètodes més apropiats per a l'ensenyament de les diferents llengües? Quins aspectes de cada llengua presenten més dificultats per als infants? I com podem ajudar l'alumnat a superar aquestes dificultats? Des de la unió entre investigació bàsica i educació, hem d'intentar respondre a aquestes i altres preguntes relacionades amb qüestions cognitives que sens dubte són importants tant per la comunitat educativa com per la comunitat científica i, en última instància, per la societat en general. D'aquesta manera es podrà contribuir a reduir la taxa de fracàs escolar mitjançant el futur dis-

seny de programes educatius fonamentats en dades científiques.

El BCBL lidera una de les iniciatives pioneres en el terreny internacional que posa de manifest la necessitat d'avançar en aquesta direcció i la viabilitat de les accions conjuntes entre neurociència cognitiva i educació: el projecte COEDUCA (<www.bcbl.eu/consolider>).

Tot i els impressionants avenços tecnològics i científics de les últimes dècades, encara no som capaços d'entendre per què alguns infants aprenen a llegir sense problemes mentre que d'altres presenten grans dificultats per assolir aquesta habilitat tan bàsica. El projecte COEDUCA, finançat pel Ministeri de Ciència i Innovació, ha estat capaç d'implicar un grup de més de 50 investigadors de diferents països entorn d'un programa d'investigació interdisciplinari per abordar el desenvolupament de dues habilitats cognitives cabdals que tenen repercussions importants en educació: la lectura i l'atenció. El projecte estudia els mecanismes d'adquisició lectora i de comprensió textual i com aquests són regulats per mecanismes atencional i emocionals.

L'interès general del projecte d'investigació COEDUCA és posar a disposició dels interessats una sèrie de recomanacions que permetin millorar els sistemes d'aprenentatge a l'escola i així reduir el fracàs escolar a Espanya. És ben sabut que tant l'aprenentatge com l'educació estan estretament relacionats amb els processos de desenvolupament cerebral; per tant, l'objectiu de COEDUCA és entendre les funcions i canvis cerebrals que es produeixen en el desenvolupament dels processos atencional, emocional i de la lectura per poder examinar el desenvolupament normal o patològic d'aquests i la influència que hi tenen les variables genètiques, culturals i socioeconòmiques.

Dr. Jon Andoni Duñabeitia Landaburu
Basque Center on Cognition,
Brain and Language (BCBL)
j.dunabeitia@bcbl.eu