

Kognitiv neurovetenskap vid NPF

Sven Bölte, KIND, Karolinska Institutet

Inledning

Det mesta som människor gör och upplever har med hjärnan att göra. Kunskap om hjärnan och kognitiva funktioner kan vara till hjälp för att förstå sitt eget och andras beteende och kan användas som verktyg i det dagliga pedagogiska arbetet. Det gäller inte minst i mötet med elever med NPF. Deras kognition kan vara annorlunda än förväntat, vilket kan skapa missförstånd och osäkerhet bland lärare. Detta kan i sin tur påverka den sociala inlärningsmiljön för elever med NPF negativt. Att som lärare förfoga över grundläggande kunskap om hjärnan och dess kognitiva principer, särskilt annorlunda kognitioner vid NPF, kan underlätta för att skapa trygghet i hur man kan förstå och bemöta dessa elever. Syftet med föreliggande artikel är därför att förmedla sådan kunskap.

Kognitiv neurovetenskap handlar om hjärnan, kognition och sambandet mellan dem. Artikeln börjar med att förklara den aktuella betydelsen av kognitiv neurovetenskap för förskola och skola samt neurologisk mångfald bland elever. Efter det följer flera avsnitt om kognition och begrepp, både allmänt inom kognitiv neurovetenskap och specifikt vid NPF. Artikeln avrundas med konkreta tips om hur kognitiv neurovetenskap vid NPF kan översättas till pedagogisk praxis. I texten används neurovetenskaplig och psykologisk terminologi samt språkbruk som är vanligt idag inom NPF området, som 'neurotypisk' för personer utan NPF eller 'autistiska' elever, inte elever 'med autism' (Bottema-Beutel m fl, 2021). För den intresserade läsaren finns det en fördjupningsdel om hjärnans struktur och funktioner i anslutning till huvudtexten, se bilaga 1.

Vad är kognitiv neurovetenskap?

Kognitiv neurovetenskap är det kunskaps- och forskningsområde som studerar de biologiska strukturer och processer i hjärnan och andra delar av nervsystemet som ligger till grund för kognitioner (Albright m fl, 2000), det vill säga sätt att tänka, uppleva, bearbeta information och därmed beteenden. Området fokuserar framförallt på människan, men intresserar sig också för liknande aspekter hos djur, till exempel hos dem som är evolutionärt nära människan, det vill säga primater som exempelvis apor. Kognitiv neurovetenskap är en gren inom både neurovetenskap och psykologi och överlappar många discipliner inom biologi och beteendevetenskap. Förståelse för människans fysiologi, speciellt centrala nervsystemet, inklusive dess signalsubstanser,

och andra stora kommunikationssystem i kroppen, till exempel hormonella och immunologiska processer, är lika avgörande för den vetenskapliga disciplinen som kunskap om teori och praktik kring beteende i form av minne, perception, emotion, motivation och inläring.

Hur kan man tänka kring kognitiv neurovetenskap i förskola och skola?

Det kan egentligen inte råda någon tvekan om att kunskap om hjärnans struktur och funktion är relevant för undervisning, lärande, lärmiljö och pedagogik. Ändå har det tagit lång tid för utbildning och neurovetenskap att beakta varandra. Det är överraskande eftersom inte minst discipliner som specialpedagogik och pedagogisk psykologi verkar vara som klippta och skurna för att vara en brygga mellan pedagogik och kognitiv neurovetenskap (Wilcox m fl, 2021). Avståndet har minskat och neuropedagogik håller på att etableras som nytt forskningsområde (Goswami, 2006). Kunskap från kognitiv neurovetenskap kan användas för utformning av undervisning, exempelvis insikter om bearbetning av rytmisk akustisk vid dyslexi (Goswami, 2017), neuroplasticitet vid autism (Bölte m fl, 2015), försenad hjärnmognad vid adhd (Hoogman m fl, 2017) eller könsskillnader vid NPF (Bölte m fl, 2023). Samtidigt är det viktigt att påpeka att det idag fortfarande framför allt är den kognitiva delen i kognitiv neurovetenskap som är mest informativ för förskolan och skolan (Bowers, 2016). Kunskap och modeller om kognitiva funktioner är till hjälp för att bättre förstå elever och anpassa lärmiljön. Däremot är information om funktionella och strukturella aspekter av hjärnan i relation till praxis hittills mindre användbart för pedagoger.

Neuromyter

Det har förekommit att neurologiska myter har spridits i pedagogisk praxis som antingen helt saknar vetenskaplig förankring eller är felaktiga tolkningar av neurovetenskaplig kunskap (Geake, 2008; Hughes m fl, 2020). Dessa myter kan bidra till felaktiga förenklingar. Till exempel visar studier att lärare i många länder tror att elevers hjärnor inte kan ha flera sensoriska inlärningsstilar, utan att olika elever lär sig bäst i första hand antingen visuellt, auditivt eller kinestetiskt (Ferrero m fl, 2016). Andra myter är att lärmiljöer som är rika på olika intryck gynnar hjärnans inlärningsförmåga, särskilt i förskoleåldern; att människor bara använder 10% av sin hjärna; eller att barn lär sig sämre efter sockerintag (Howard-Jones, 2014). Upp till hälften av lärare i olika länder och skoltyper tror att inlärningsproblem vid NPF inte kan lösas med anpassad pedagogik (Howard-Jones, 2014; Torrijos-Muelas m fl, 2021). Alla dessa är missuppfattningar och har ingen förankring inom kognitiv neurovetenskap. Exempelvis finns god evidens för att den sociala, pedagogiska och fysiska lärmiljön kan skapa och lösa inlärningsproblem vid NPF (Black m fl, 2022; Leifler m fl, 2021; Spiel m fl, 2019).

Neurovetenskap och pedagogik

I allmänhet är det därför viktigt att vara noggrann och kritisk till enkla förklaringar när det gäller hjärnan och pedagogik. I dagsläget kan det vara bra att inte ha för höga förväntningar på neurovetenskapens betydelse för pedagogisk praxis (Willingham, 2009; Leisman, 2022). Det har bland annat att göra med disciplinernas olika mål och utgångspunkter. Kognitiv neurovetenskap strävar efter att upptäcka allmängiltiga biopsykologiska principer eller naturlagar, medan pedagogisk praxis försöker att uppnå ett specifikt mål i en given miljö, till exempel främja och utveckla färdigheter och kunskaper. Detta mål brukar variera över tid och mellan länder och kulturer och anpassas till samhällsutvecklingen och samhällets krav. Jämfört med praktisk pedagogik brukar neurovetenskap inte heller fokusera på olika relevanta kognitiva funktioner och deras interaktion i en naturlig miljö i en person, utan snarare ett fåtal funktioner i en specifik miljö i en större grupp.

Implementering av principer

Som förskole- och skolpersonal kan man för närvarande därför inte förvänta sig att kognitiv neurovetenskap ska kunna erbjuda färdiga verktyg för varje elev, utan mer allmänna principer om hur elever lär sig, blir motiverade, bearbetar information, upplever världen och vilka delar av hjärnan som är involverade i dessa processer. Det kan kännas otillfredsställande när man önskar sig konkreta svar och lösningar, men det är den bästa och mest hållbara utgångspunkten i dagsläget (Thomas m fl, 2019). Implementering av kognitiv neurovetenskap i förskola och skola behöver därför handla mer om kunskap om dessa principer, konsekvenserna av dem, och hur de kan hanteras och beaktas i det vardagliga arbetet. Vi vet till exempel principiellt hur ångest, stress och sömnproblem påverkar inlärning negativt. Vi har också kunskap om exekutiva funktioners betydelse och samband med skolprestation när det gäller matematik och läsfärdigheter (Best m fl, 2011; Samuels m fl, 2016). Att implementera kognitiv neurovetenskap i förskolan och skolan innebär alltså i nuläget att vara medveten om och ha kunskap om principerna och att etablera ett systematiskt arbete utifrån dessa.

Grundläggande om hjärnan, neurologisk mångfald och beteende

Hjärnan är ett komplext organ och kroppens centrum för att forma beteenden och upplevelser. Hjärnan är dock enbart en del i ett system. Gener och hur gener tar sig uttryck i alla celler lägger grunden för hjärnans funktion. Hjärnan interagerar med andra system, så som det hormonella systemet, immunsystemet och mag- och tarmsystemet som tillsammans skapar det människor gör och upplever. Dessutom påverkar den biologiska/fysiska, psykologiska och sociala miljön hjärnan och hela kroppssystemet kontinuerligt. Nervsystemet, beteenden och kognitioner är inte exakt lika hos alla individer, utan inom vissa gränser finns olikheter och en naturlig variation. Därför försöker man idag i högre grad förstå annorlunda beteende och kognition, inte minst

inom NPF, som uttryck för neurologisk mångfald (Sonuga Barke m fl, 2021; Hamilton m fl, 2023). Forskningen vet sedan länge att individer har olika personligheter i form av karaktär, temperament och begåvning som skapar en mångfald av beteenden och sätt att vara på (Roberts m fl, 2022). Dessutom utvecklas hjärnor och dess funktioner olika och i olika takt, varför man måste förvänta sig mognads- och funktionsskillnader mellan individer framför allt under barn- och ungdomsåren. Neurovetenskaplig forskning visar att neurologisk utveckling är en livslång process, men att den är särskilt intensiv upp till 25 års ålder vid neurotypisk utveckling och även längre hos individer med NPF (Shaw m fl, 2007; Kolk m fl, 2022). Utförlig information om hjärnans struktur, organisation och funktioner finns att tillgå i en fördjupningsdel i anslutning till huvudtexten, se bilaga 1.

Vad visar kognitiv neurovetenskap vid NPF?

Kognitiv neurovetenskap har lärt oss mycket om autism, adhd och andra neuropsykiatriska funktionsnedsättningar som har relevans för förskolan och skolan. Nedan följer exempel på olika kognitiva funktioner och associerade neurologiska strukturer som kan vara påverkade vid NPF samt deras möjliga betydelse för undervisningssammanhang. Beskrivningen är inte fullständig och dessutom samspelar dessa funktioner och går in i varandra. Det innebär att beskrivningen av funktioner och mekanismer blir en förenkling. Trots detta förmedlas ett användbart ramverk om beteendepprinciper som påverkar inläringssituationer.

Kognition

Begreppet kognition omfattar alla psykologiska processer som är involverade i bearbetning av information, att förvärva kunskap och att förstå genom tänkande, erfarenhet och sinnen. Kognition beskriver funktioner som intelligens (problemlösning), uppmärksamhet, socialt tänkande, reglering, minne, bedömning och utvärdering, resonemang och beräkningar, beslutsfattande, språkförståelse, språkproduktion, perception och inläring. Akut stress kan både minska och öka kognitiva förmågor (Plieger m fl, 2017) och påverka emotionsreglering, det vill säga reglering av känslor, antingen positivt eller negativt (Langer m fl, 2023). Långsiktig stress påverkar såväl kognitiva funktioner som kroppsfunktioner negativt och ökar risken för mental ohälsa (Yaribeygi m fl, 2017). Hur akut stress påverkar socialt beteende beror på situationen, varaktighet och typ av stress. Aggression eller att man drar sig tillbaka är vanliga sociala effekter av stress (Sandi m fl, 2015).

Social kognition

Hur man upplever och förstår andra människor och sociala sammanhang är fundamentalt för samförstånd och samverkan mellan människor. Social kognition har många olika dimensioner. Det kan handla om att kunna ta andras perspektiv, att förstå

sociala förväntningar och krav samt medvetenhet om att något som händer har social betydelse. Den 'sociala hjärnan' består av ett stort nätverk av strukturer i pann- och tinningloben och mellanhjärnan, däribland amygdala och insula. Vid autism och i mindre grad även vid andra NPF såsom adhd och tourettes, förekommer annorlunda socialt tänkande och perception (Kennedy & Adolphs, 2012; Bölte m fl, 2016; Berggren m fl, 2016). Vid autism är mycket av den sociala tankevärlden explicit, medan den är implicit hos de flesta andra (Callenmark et al., 2014). Det som kan kännas självklart vid socialt samspel för lärare och andra elever är för autistiska elever inte självklart utan oklart. Det leder till många missförstånd mellan autistiska och icke-autistiska personer. Något som kan vara utmanande för lärare är till exempel att man inte upplever någon uppskattning av eleven eller tolkar brist på social förståelse som antipati eller likgiltighet. Forskare som själva är autistiska har påpekat att det finns sociala kognitionsproblem inte enbart hos autistiska personer utan lika mycket hos icke-autistiska: man förstår inte varandra (Milton m fl, 2022). Människor är olika när det gäller kompetens och intresse för andra människor och deras samlevnad i världen, vilket kallas empatisering. Människor är också olika vad gäller intresse för hur annat fungerar i världen, vilket kallas systematisering. Det finns en tendens till systematisering vid autism främst bland pojkar (Baron-Cohen, 2009), det vill säga en autistisk elev kan vara mycket intresserad av ett ämne, men inte av det sociala sammanhanget som det behandlas i, till exempel av läraren eller klassen, vilka kan vara svåra att skilja åt som lärare.

Perception

Perception är ett begrepp som sammanfattar alla processer som organiserar och tolkar sensorisk information som flödar in till hjärnan från kroppens alla delar och miljön. Perception är både en bottom-up- och top-down-process och kan därför beroende på informationen och individen leda till olika tolkningar. Vid exempelvis visuell perception bearbetas inkommande information från ögat först bottom-up från fotoreceptorer i näthinnan och synnerven genom hjärnan till det visuella systemet i nackloben. Här börjar informationen att analyseras avseende form, läge och rörelse, så att personen kan se objektet och var det befinner sig, till exempel en annan person i rummet. Sedan börjar top-down bearbetning av informationen, alltså analysen av objektet och betydelsen, till exempel vem personen är, vad man vet om den, vad den vill och om den verkar vara på bra humör.

Sensorisk och perceptiv bearbetning

Det är i dag vedertaget att annorlunda sensorisk bearbetning och perception är vanligt förekommande vid olika NPF, speciellt autism men även adhd (Rani m fl, 2023; Robertson m fl, 2017). Både sensorisk överkänslighet, det vill säga ovanligt starka intryck, och sensorisk underkänslighet, det vill säga försvagade intryck förekommer, till exempel minskad upplevelse av smärta. Detta kan upplevas både positivt och negativt

av en person. Vanligast förekommande är dock att ljus, ljud, smaker/textur i munnen och dofter uppfattas som störande, hindrande eller skrämmande, och att de tar mycket energi eller försvårar förmågan att fokusera eller upprätthålla uppmärksamheten. I hjärnan är det sannolikt associerat med täta nervförbindelser i de primära sensoriska delarna av hjässloben, tinningloben och nackloben (sk hyperkonnektivitet) och förändringar i aktiveringen av olika nervtyper (sk parvocellulära celler) och informationsströmmar. Det skapar en starkare detalj- än helhetsbearbetning av information (Neufeld m fl, 2020). I linje med det har forskningen visat att olika sensoriska intryck, till exempel visuella, inte sorteras automatiskt på ett meningsfullt sätt vid autism i samma utsträckning som vid neurotypisk utveckling, enligt sk gestaltprinciper (Bölte m fl, 2007). Gestaltprinciper är perceptiva lagar för hur människor grupperar liknande element, känner igen mönster, förenklar komplexa bilder och skapar mening när vi uppfattar omvärlden. I klassrummet leder det till att elever har svårt att fokusera på olika saker eller att göra olika saker samtidigt, främst i en lärmiljö med många eller starka sensoriska intryck. Det kan också betyda att det är svårare att förstå vad som händer och att det tar mer energi att hänga med och fokusera. I stället finns det vid autism en tendens att fokusera på en sak i taget och skapa en slags uppmärksamhetstunnel, där det som ligger utanför inte uppfattas eller beaktas. Forskare som själva är autistiska har skapat begreppet 'monotropism' för detta (Murray m fl, 2005). I undervisningssammanhang betyder det att autistiska elever eller andra med sensoriska utmaningar både har svårt för röriga miljöer och behöver göra en sak i taget och inte parallellt, exempelvis lyssna, skriva, försöka förstå eller ta beslut.

Emotion

Emotioner är nära förknippade med kognition och perception, men karaktäriseras även av åtföljande fysiologiska processer, exempelvis autonomt/vegetativt styrda, som inte kan kontrolleras med vilja. Emotioner är ofta sammanflätade med temperament och personlighet, som kan försvaga eller förstärka individuella emotioner. Även tidigare erfarenheter eller möjligheter att kommunicera sina behov kan förstärka eller försvaga emotioner eller påverka tröskeln för när de uppstår. Emotioner har olika funktioner. Ängest alarmerar kroppen att man befinner sig i fara och ska skydda sig eller undvika att göra något, medan ilska förbereder för kamp och försvar. I skolan kan både elever och personal uppleva emotioner i olika situationer. Elever kan känna rädsla för att misslyckas eller utsättas för mobbning eller bli arga för att de upplever sig orättvist behandlade. Lärare kan uppleva rädsla att inte räcka till, inte orka med sitt arbete eller blir irriterade av elevers beteende. Emotionsbildningen i hjärnan är associerad med det limbiska systemet, särskilt amygdala som har förbindelse till luktcentret. Emotionellt uttryck och perception kan variera beroende på hjärnans mognad och mellan kulturer, men det finns ett antal emotioner som anses vara vanliga bland de flesta människor, till exempel att vara rädd, arg, skamsen, uttråkad, besviken, äcklad, upphetsad, frustrerad, glad, intresserad, avundsjuk, snäll, stolt, ledsen, lömsk, förvånad, ovänlig och orolig

(O'Reilly m fl, 2016). En nyare kognitiv teori som kallas för 'prediktiv kodning' säger att emotioner är en biprodukt av kognition. Enligt teorin uppstår emotioner när hjärnan gör nya erfarenheter och därmed ändrar sin världsbild (Ororbia m fl, 2022). Det betyder att individen steg för steg korregerar sina antaganden om världen och vad som eventuellt kommer att hända.

Självreglering, emotionsreglering

Förmågan att förstå, styra och kontrollera sitt beteende kallas för självreglering. Begreppet inkluderar även emotioner, det vill säga reglering av typen, intensiteten och varaktigheten av positiva och negativa känslor, däribland frustration och ilska (McRare m fl, 2020). Självreglering anses vara en central så kallad exekutiv funktion (Diamond, 2013), som är relativt oberoende av kognitiva förmågor, men avgörande för individens vardagsfunktion. I hjärnan är ett större nätverk av strukturer involverat i emotionsreglering, bland annat olika delar av pannloben och amygdala (Ahmed m fl, 2015). Vilka delar som är involverade beror också på om man reglerar sina emotioner under en pågående social interaktion eller inte. Vid olika NPF kan förmågan till själv- och emotionsreglering vara påverkad. Synliga uttryck för svårigheter med emotionsreglering kan vara utbrott, aggressivitet, självskadande beteende, ångest och irritation i sociala sammanhang eller stereotypa, repetitiva beteenden (Iversen m fl, 2021). Särskilt i yngre åldrar kan även problem med sömn och mat spegla regleringsproblem (Willfors m fl, 2017). Medan neurotypiska personer med tiden brukar kunna klara av att lugna ned sig i emotionella situationer, kan det vara tvärtom vid NPF, och känslor bara växer ju längre en emotionell situation varar (Bölte m fl, 2008). Autistiska personer har också svårare att bearbeta starka emotioner på ett funktionellt sätt, till exempel genom att acceptera en situation, lösa situationen, omvärdera eller glömma den (Samson et al., 2015). Däremot är det vanligare att emotionellt fastna i situationen, grubbla vidare och inte kunna lägga den bakom sig, isolera sig och undvika situationer där liknande skulle kunna hända igen (Samson m fl, 2012). Det visar hur viktigt det är att förstå, beakta och bemöta svårigheter med själv- och emotionsreglering i förskole- och skolsammanhang för att minska risken för konflikter med personal eller andra elever, frånvaro, prestationsproblem och andra negativa konsekvenser.

Inlärn timer

Inlärn timer är en process där en individ tillägnar sig ny förståelse, kunskap, nya färdigheter, värderingar, attityder, känslor och preferenser (Pear, 2014). Inlärn timer kan ske både explicit och implicit och vara av intellektuell, emotionell, psykomotorisk, moralisk, eller social natur. Många olika mekanismer kan leda till inlärn timer, till exempel klassisk och operant betingning, observationslärande, associativt lärande, dialogiskt lärande, lek, upprepning, episodiskt lärande och kulturell överföring. Psykologiskt är minnesfunktioner, till exempel arbetsminne, kodning och framtagning av information centrala för inlärn timer. I hjärnan är inlärn timer en process av utveckling, mognad och

plasticitet som främst är associerad med strukturer i den så kallade ”Papez-kretsen”, efter forskaren James Papez, som anses ansvara för säkring och förstärkning av inlärt minnesinnehåll från korttids- till långtidsminnet och som omfattar delar av det limbiska systemet i mellanhjärnan, speciellt strukturen hippocampus (Aggleton m fl, 2022). Vid olika störningar av minnet, såsom demens och amnesi, brukar delar av Papez-kretsen vara drabbade. De senaste åren har betydelsen av Papez-kretsen varit omdiskuterad. Speciellt antar man idag att den även spelar roll för emotionella processer, det vill säga hur olika emotioner påverkar inläringen, inte minst vid neurologiska förändringar (Kamali m fl, 2023).

Beslutsfattande, belöning och negativa konsekvenser

Livet är ett hav av beslut som måste tas varje dag i olika situationer inkluderat i skolan, till exempel hur man närmar sig och bearbetar en uppgift. Kognitioner och beteende i samband med beslutsfattande har återkommande undersökts vid NPF, främst vid adhd (Dekkers m fl, 2022). Olika delar av pannloben, speciellt de främre delarna, är associerade med beslutprocesser (Klein-Flügge m fl, 2022). Vid sociala beslut kan även delar tillkomma som är aktiva vid social kognition. Forskningen visar en tendens till impulsiva och riskfyllda handlingar vid adhd. Å ena sidan i situationer där en sådan handling gör att man slipper vänta, bli uttråkad eller understimulerad. Å andra sidan där en sådan handling snabbt ger en belöning, även om man skulle kunna få en större belöning med mer väntan i framtiden. I skolan kan det vara att skjuta upp läxor (omedelbar belöning) istället för bra betyg (uppskjuten belöning). Vid större beslut som kräver ytterligare beslut därefter, kan det dock förhålla sig tvärtom, så att individer med adhd blir passiva och inte kommer igång alls utan prokrastinerar, det vill säga ständigt skjuter upp beslut om och om igen (Niernan m fl, 2014). Beslutsfattande och beteenden beror också på beteendens konsekvenser. Det har visat sig att barn och ungdomar med adhd reagerar annorlunda på belöning och negativa konsekvenser – de kan både reagera mindre och starkare på negativa konsekvenser, eller reagera mindre på eller behöva mer belöning och uppmuntran än elever utan adhd (Hulsbosch m fl, 2023).

Motivation

Motivation är ett mentalt tillstånd som fungerar som en drivkraft för individer att engagera sig i definierade uppgifter och beteenden. Gällande hjärnan har främst belöningssystemet associerats med motivation. Det är ett system som består av delar i pannloben och strukturer i mellanhjärnan, särskilt nucleus accumbens som är rik på signalsubstansen dopamin. Motivation drivs av inre och yttre faktorer och utan motivation uppstår passivitet, lustlöshet och apati. Motivation kan bestämmas närmare genom sin riktning/målsättning, intensitet, uthållighet/varaktighet, rationalitet och medvetenhet. Motivation kan uppstå genom biologiska behov, till exempel törst, hunger och behov av skydd; psykologiska behov, till exempel nyfikenhet och glädje; eller sociala behov, till exempel intimitet, altruism och framgång. Avgörande för den inre

motivationen är faktorer som intresse och glädje vilket står i kontrast till yttre motivation som är beroende av belöningar eller att undvika bestraffning. En klassisk övergripande motivationsmodell är den av Abraham H. Maslow (1943). Enligt Maslow är motivation ordnad i en behovshierarki, där behov som näring och säkerhet måste tillfredsställas innan högre psykologiska behov som att växa som person och förverkliga sina talanger kan ta plats. Vid NPF kan det finnas vissa förändringar i den dagliga motivationsprofilen. Individer med adhd kan exempelvis uppleva en stark inre motivation av att undvika väntan i en understimulerande situation genom att agera impulsivt eller att sänka uppmärksamheten om det inte är möjligt (Van Dessel m fl, 2018). Autistiska individer kan vara mindre motiverade av sociala incitament och sammanhang, bland annat beröm eller att göra saker tillsammans, däremot mer av sina intressen och att göra saker på sitt sätt (Itskovich m fl, 2021).

Tidsuppfattning och dygnsrytm

En väsentlig del av en människas medvetenhet och närvaro här och nu är tidsuppfattning och upplevelse av tidsåtgång (Eagleman, 2008). Den subjektiva upplevelsen av tid varierar beroende på sekvensen av händelser, deras intensitet, längd och nyhetsvärde för en individ. Upplevelsen påverkas också av ålder, motivationen för en uppgift, situationen eller personliga egenskaper. Många olika regioner i hjärnan är involverade i tidsperception, till exempel olika delar av pannloben, stamganglierna, lillhjärnan och hippocampus (Buhusi m fl, 2005; Fontes, 2016). Annorlunda tidsuppfattning har beskrivits vid adhd, särskilt svårigheter att adekvat uppfatta och representera tidslängd och tidsåtgång (Zheng m fl, 2022). Det kan i undervisningssammanhang leda till att en elev med dessa utmaningar har svårt att börja eller bli klar med saker, ha en rimlig uppskattning av vad man hinner med under en viss tid och hur lång tid man kommer att behöva för en uppgift. Vid adhd verkar även arbetsminnesfunktioner påverka tidsuppfattningen (Lee m fl, 2019). Kognitiva funktioner inklusive arbetsminne påverkas också av förändringar i dygnsrytmen, till exempel sömnhet under dagtid på grund av en dygnsrytm som är förskjuten framåt. En framskjuten dygnsrytm är vanligt förekommande vid adhd och är förknippat med prestationssvårigheter i skolan (Fredrik m fl, 2023).

Hur ska vi översätta kognitiv neurovetenskap vid NPF till pedagogisk praxis?

Vad betyder nu det som vi vet om kognitiv neurovetenskap i allmänhet och vid NPF i synnerhet för dig som skolpersonal i förskolan och skolan? Det finns som sagt inga allmängiltiga knep, verktyg eller recept som löser alla problem i individuella fall. Men baserat på den kunskap som finns och som i grova drag har beskrivits ovan kan vi härleda ett antal användbara principer som underlag för ett konstruktivt bemötande och ett lösningsorienterat arbete med elever med NPF.

- **Räkna med neurologisk mångfald.** Individer med NPF är en betydande minoritet på minst 10% av allmän befolkning i höginkomstländer de senaste åren (Zablotsky m fl, 2019). Drag av NPF, det vill säga neuropsykiatriska egenskaper, är normalfördelade i allmän befolkning och kan påverka inläringen hos fler elever än enbart de som har en diagnos (Constantino m fl, 2003). Det är även så att de flesta kognitiva funktioner är normalfördelade i allmän befolkning, det vill säga elever har olika styrkor och svagheter och reagerar därför olika på undervisningen. Att möta och bemöta neurologisk mångfald i klassrummet är därför normalfallet.
- **Bygga positiva relationer och skapa trygghet.** När elevens kognitiva funktioner, exempelvis exekutiva eller sociala funktioner, inte motsvarar skolans allmänna krav, liksom när lärares förväntningar och elevens förutsättningar inte överensstämmer skapas nästan per automatik självtvivel, otrygghet, låg självkänsla och sänkt livskvalitet hos eleven (Beaton m fl, 2022). Att visa elever med NPF att man bryr sig, vill dem väl och hjälper dem att lyckas kan därför vara helt avgörande. Att bygga en positiv relation med eleven är en viktig del i detta arbete (Plantin Ewe m fl, 2023), eftersom det skapar förtroende och en bas för kommunikation. Det kan kännas som en självklarhet, men i praktiken kan det ändå vara svårt att förverkliga fullt ut, varför man måste påminna sig själv om det i varje situation där det kan spela roll. Negativa emotioner från skolpersonal kan resultera i utagerande beteende och kan även orsaka långsiktiga låsningar, låg motivation och en negativ uppfattning om skolpersonal och skolan i allmänhet. Elever med NPF kan vara mycket mer sårbara än de kanske ger intryck av. Det är helt avgörande att skolpersonal visar uppskattning, vänlighet och välvilja gentemot elever med NPF, även om de inte får någon synbar uppskattning tillbaka.
- **Vara övertydlig.** Bristande och annorlunda fungerande kognitiva funktioner vid NPF påverkar vardagsfungerandet negativt på olika arenor inklusive skolan (Cortés Pascual m fl, 2019). Det är möjligt att kompensera för vissa kognitiva utmaningar, både sociala och icke-sociala, genom maximal tydlighet. Det kan handla om instruktioner som präglas av enkelhet, som använder terminologi som elever förstår, och som upprepas och anpassas vid behov, till exempel förtydligas och förstärks visuellt. Det betyder också att frågor välkomnas och besvaras på ett förståeligt sätt. Läraren måste försäkra sig om att elever har förstått vad som ska göras, varför, hur, när, i vilken ordning, under hur lång tid, med vem, vad som ska hända därefter och vad man ska göra när man inte förstår. Det är en vanlig kognitiv tendens hos de flesta människor, pedagoger inkluderade, att man säger och förklarar mindre än vad man tror. Man tror att man är tydligare än man är och att mer kommer fram till mottagaren än det gör i verkligheten (Floyd, 2011). Forskning har visat att tydliga instruktioner är en mycket effektiv enskild insats för att öka inkludering och skolprestation vid adhd (Lovitt m fl, 2021). Vid autism har forskning visat att top-down-bearbetning kan underlättas genom att tydliga

instruktioner ges. Det kan göras genom att förtydliga att en övergripande helhetsbearbetning av materialet efterfrågas, inte en detaljbearbetning, och vad detta konkret betyder vid en specifik uppgift (Iarocci m fl, 2006). Tydlighet i förskola och skola betyder även att elever vet vad de inte ska göra samt att man informerar dem om och förklarar plötsliga förändringar, till exempel byte av schema eller personal. Tydlighet omfattar även att förklara vad planerade händelser, såsom utflykter, kommer att innebära, att man förbereder elever för övergångar, såsom byte av lokal, eller förtydligar saker som har hänt, exempelvis en händelse i skolan. Arbetet med tydlighet kan kompletteras och stärkas med kognitivt stöd, till exempel minnesstöd, kalendrar, klockor med alarmfunktioner och så vidare.¹ Tydlighet är en viktig del av att skapa trygghet genom entydighet, förutsägbarhet och förståelse.

- **Vara flexibel.** Kognitiv flexibilitet är en stor utmaning för många personer med NPF, framför allt autistiska elever som föredrar kontinuitet och systematik (Landry m fl, 2016). Därför behöver skolan vara flexibel när det gäller att anpassa undervisning och lärmiljöer utifrån elevers förutsättningar och behov. Att skapa flexibla lärmiljöer och undervisningsmetoder som är anpassade efter elever är precis vad ramverket om universell utformning av lärmiljöer (UDL, cast.org) bygger på. Att arbeta med stöd av ramverket UDL, kan exempelvis bidra till att optimera kommunikation med elever, att hänsyn tas till elevers intressen och att olika tekniker införs för att öka elevers möjligheter till prestation. Om en elev inte förstår en uppgift, kan man visa lösningen, förklara vägen dit och de kritiska stegen med hjälp av en liknande uppgift. Om en elev inte engagerar sig, kan man undersöka vad som engagerar eleven, till exempel något som ligger närmare intressen och färdigheter. Genom att utgå från elevens intressen kan läraren stödja eleven att nå förväntade kunskaper. Om en elev har svårigheter att visa sina förmågor vid en uppgift, kan alternativa sätt att visa dem användas. Forskning har visat att skolor når den högsta graden av fungerande inkludering om de försöker implementera stödstrukturer som baseras på önskemål från eleverna själva och tips från deras anhöriga (Leifler m fl, 2022).
- **Fokus på den fysiska miljön.** Det pratas mycket om påverkan av den fysiska lärmiljön vid NPF. Många anser att den fysiska miljön och då främst de sensoriska

¹ <https://www.1177.se/Stockholm/behandling--hjalpmedel/hjalpmedel/sa-far-du-ett-hjalpmedel/hjalpmedel-i-skolan/>

aspekterna av den kan vara kognitivt underlättande eller hindrande (Black m fl, 2022). Däremot tas det inte nödvändigtvis hänsyn till dessa förhållanden, även om forskningen visar på risker och möjligheter (Gentil-Gutierrez m fl, 2021). Det är önskvärt, utifrån elevernas behov, att skapa sensoriskt avskalade miljöer med få visuella intryck, det vill säga begränsat antal objekt, inga glänsande färger eller direkt solljus. Även att förhindra akustiska distraktorer, till exempel buller samt ljud i och utanför klassrummet är en målsättning, liksom att undvika dofter av parfym, färg eller pennor. Det är av vikt att tillåta olika former av avskärmning, exempelvis keps, om de är fungerande lösningar för att minimera störande moment. I den fysiska miljön ingår också att kunna erbjuda ett tyst rum för rasterna så att återhämtning möjliggörs och även att anpassa miljön vid måltiderna och ta hänsyn till olika matpreferenser.

- **Det tar tid ibland.** Att elever med NPF kan fungera på ett annat sätt än neurotypiska elever betyder inte att de inte kan klara av uppgifter och lärandemål. Men vägen dit kan vara annorlunda. Forskningen har visat att autistiska personer kan uppnå samma helhetsförståelse som andra när det gäller vissa uppgifter men att det kan ta längre tid (Van der Hallen m fl, 2015). Detta är en viktig insikt, eftersom det visar att det ofta finns en grundläggande potential men att vi behöver hjälpa till för att eleven ska kunna uppnå den.
- **Hitta motivationen.** Det är många som undrar varför skolan verkade fungera bättre förut för fler elever än den gör idag. Det är osäkert om så verkligen är fallet, men en sak som antagligen har ändrats är elevers motivationsstruktur när det gäller att gå till och prestera i skolan. Medan mycket av den motivationen tidigare var en yttre motivation, såsom rädsla för påtryckningar av förälder eller lärarens auktoritet, är denna typ av motivation lägre idag. Den har dock inte tillräckligt kompenseras med annan yttre eller inre motivation hos eleven. Men att återskapa gamla maktstrukturer i skolan vore varken önskvärt eller möjligt. Det är därför av yttersta vikt att stimulera både elevers inre och yttre motivation, genom att vara en lärare med positiv auktoritet som väcker elevers intresse och nyfikenhet, ta vara på deras preferenser och göra skolan till en plats där man vill vara och känner sig välkommen. Forskning om vilka läraregenskaper som motiverar elever mest visar att det är en kombination av att vara kunnig, självsäker och inspirerande, å ena sidan, samt tillgänglig, medkännande och stödjande, å andra sidan (Lowman, 1995; Schaeffer m fl, 2003). Elever som har svårt att prestera som förväntat i skolan värdesätter särskilt lärare med sistnämnda egenskaper (Komarraju, 2013).
- **Låta elever lyckas.** Att erbjuda en skola som passar elever med NPF är inte en given del av skolans historia och kultur, även om detta omfattas av den nuvarande läroplanen. Ett steg i denna riktning är att få stärkt kompetens om elever med NPF och att använda sig av principerna som har beskrivits ovan. Lärare och skolan måste självfallet kunna fortsätta att ställa krav, men också öka chanserna för elevers

framgång, det vill säga hitta hållbara nya lösningar för att elever med NPF kan uppleva att de lyckas i skolan, istället för återkommande upplevelse av misslyckanden.

Referenser

- Aggleton, J.P., Nelson, A.J.D., & O'Mara, S. M. (2022). Time to retire the serial Papez circuit: Implications for space, memory, and attention. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 140, 104813.
- Ahmed, S.P., Bittencourt-Hewitt, A., & Sebastian, C.L. (2015). Neurocognitive bases of emotion regulation development in adolescence. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 15, 11–25.
- Albright, T.D., Kandel, E.R., & Posner, M.I. (2000). Cognitive neuroscience. *Current Opinion in Neurobiology*, 10(5), 612–624.
- Baron-Cohen S. (2009). Autism: the empathizing-systemizing (E-S) theory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156, 68–80.
- Beaton, D.M., Sirois, F., & Milne, E. (2022). The role of self-compassion in the mental health of adults with ADHD. *Journal of Clinical Psychology*, 78(12), 2497–2512.
- Bölte, S., Ciaramidaro, A., Schlitt, S., Hainz, D., Kliemann, D., Beyer, A., Poustka, F., Freitag, C., & Walter, H. (2015). Training-induced plasticity of the social brain in autism spectrum disorder. *The British Journal of Psychiatry*, 207(2), 149–157.
- Berggren, S., Engström, A. C., & Bölte, S. (2016). Facial affect recognition in autism, ADHD and typical development. *Cognitive neuropsychiatry*, 21(3), 213–227.
- Bölte, S., Feineis-Matthews, S., & Poustka, F. (2008). Brief report: Emotional processing in high-functioning autism--physiological reactivity and affective report. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(4), 776–781.
- Bölte, S., Holtmann, M., Poustka, F., Scheurich, A., & Schmidt, L. (2007). Gestalt perception and local-global processing in high-functioning autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(8), 1493–1504.
- Bölte, S., Neufeld, J., Marschik, P. B., Williams, Z. J., Gallagher, L., & Lai, M.C. (2023). Sex and gender in neurodevelopmental conditions. *Nature Reviews. Neurology*, 19(3), 136–159.
- Bottema-Beutel, K., Kapp, S.K., Lester, J.N., Sasson, N.J., & Hand, B.N. (2021). Avoiding Ableist Language: Suggestions for Autism Researchers. *Autism in Adulthood*, 3(1), 18-29.

- Bowers, J.S. (2016). The practical and principled problems with educational neuroscience. *Psychological Review*, 123, 600–612.
- Black, M. H., McGarry, S., Churchill, L., D'Arcy, E., Dalgleish, J., Nash, I., Jones, A., Tse, T. Y., Gibson, J., Bölte, S., & Girdler, S. (2022). Considerations of the built environment for autistic individuals: A review of the literature. *Autism*, 26(8), 1904–1915.
- Callenmark, B., Kjellin, L., Rönqvist, L., & Bölte, S. (2014). Explicit versus implicit social cognition testing in autism spectrum disorder. *Autism*, 18(6), 684–693.
- Constantino, J. N., & Todd, R. D. (2003). Autistic traits in the general population: a twin study. *Archives of General Psychiatry*, 60(5), 524–530.
- Cortés Pascual, A., Moyano Muñoz, N., & Quílez Robres, A. (2019). The Relationship Between Executive Functions and Academic Performance in Primary Education: Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Psychology*, 10, 1582.
- Dekkers, T.J., de Water, E., & Scheres, A. (2022). Impulsive and risky decision-making in adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): The need for a developmental perspective. *Current Opinion in Psychology*, 44, 330–336.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168.
- Eagleman, D. M. (2008). Human time perception and its illusions. *Current Opinion in Neurobiology*, 18(2), 131–136.
- Ferrero, M., Garaizar, P., & Vadillo, M. A. (2016). Neuromyths in Education: Prevalence among Spanish Teachers and an Exploration of Cross-Cultural Variation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 496.
- Floyd, K. (2011). *Interpersonal communication*. New York: McGraw-Hill.
- Fontes, R., Ribeiro, J., Gupta, D. S., Machado, D., Lopes-Júnior, F., Magalhães, F., Bastos, V. H., Rocha, K., Marinho, V., Lima, G., Velasques, B., Ribeiro, P., Orsini, M., Pessoa, B., Leite, M. A., & Teixeira, S. (2016). Time Perception Mechanisms at Central Nervous System. *Neurology International*, 8(1), 5939.
- Frank, C.L., & Tsai, L.H. (2009). Alternative functions of core cell cycle regulators in neuronal migration, neuronal maturation, and synaptic plasticity. *Neuron*, 62(3), 312–326.
- Fredrick, J.W., Cook, T.E., Langberg, J.M., & Becker, S.P. (2023). Prospective association between evening circadian preference and academic functioning in

adolescents: the role of daytime sleepiness. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 64(1), 175–184.

Gorgis, R., Cobanovic, S. & Qazo, L. (2020). *Neuroanatomi: Ett kompendium*. Lund: Studentlitteratur.

Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: from research to practice? *Nature Reviews Neuroscience*, 7(5): 406–411.

Goswami, U. (2017). A neural basis for phonological awareness? An oscillatory ‘temporal sampling’ perspective. *Current Directions in Psychological Science*, 27, 56–63.

Gentil-Gutiérrez, A., Cuesta-Gómez, J. L., Rodríguez-Fernández, P., & González-Bernal, J.J. (2021). Implication of the Sensory Environment in Children with Autism Spectrum Disorder: Perspectives from School. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(14), 7670.

McRae, K., & Gross, J. J. (2020). Emotion regulation. *Emotion*, 20(1), 1–9.

Hamilton, L.G., & Petty, S. (2023). Compassionate pedagogy for neurodiversity in higher education: A conceptual analysis. *Frontiers in Psychology*, 14, 1093290.

Hoogman, M., Bralten, J., Hibar, D. P., Mennes, M., Zwiers, M. P., Schweren, L.S.J., van Hulzen, K.J.E., Medland, S.E., Shumskaya, E., Jahanshad, N., Zeeuw, P., Szekely, E., Sudre, G., Wolfers, T., Onnink, A.M.H., Dammers, J. T., Mostert, J.C., Vives-Gilabert, Y., Kohls, G., Oberwelland, E., ... Franke, B. (2017). Subcortical brain volume differences in participants with attention deficit hyperactivity disorder in children and adults: a cross-sectional mega-analysis. *The Lancet Psychiatry*, 4(4), 310–319.

Howard-Jones P.A. (2014). Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(12), 817–824.

Hughes, B., Sullivan, K.A., & Gilmore, L. (2020). Why do teachers believe educational neuromyths? *Trends in Neuroscience and Education*, 21, 100145.

Hulsbosch, A.K., Beckers, T., De Meyer, H., Danckaerts, M., Van Liefveringe, D., Tripp, G., & Van der Oord, S. (2023). Instrumental learning and behavioral persistence in children with attention-deficit/hyperactivity-disorder: does reinforcement frequency matter? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 64(11), 1631–1640.

- Iarocci, G., Burack, J.A., Shore, D.I., Mottron, L., & Enns, J.T. (2006). Global-local visual processing in high functioning children with autism: structural vs. implicit task biases. *Journal of autism and developmental disorders*, 36(1), 117–129.
- Itskovich, E., Zyga, O., Libove, R.A., Phillips, J.M., Garner, J.P., & Parker, K.J. (2021). Complex Interplay Between Cognitive Ability and Social Motivation in Predicting Social Skill: A Unique Role for Social Motivation in Children With Autism. *Autism Research*, 14(1):86-92.
- Iversen, R. K., & Lewis, C. (2021). Executive Function Skills Are Linked to Restricted and Repetitive Behaviors: Three Correlational Meta Analyses. *Autism Research*, 14(6), 1163–1185.
- Joëls, M., Karst, H., & Sarabdjitsingh, R.A. (2018). The stressed brain of humans and rodents. *Acta Physiologica (Oxford, England)*, 223(2), e13066.
- Kamali, A., Milosavljevic, S., Gandhi, A., Lano, K.R., Shobeiri, P., Sherbaf, F.G., Sair, H.I., Riascos, R.F., Hasan, K.M. (2023). The Cortico-Limbo-Thalamo-Cortical Circuits: An Update to the Original Papez Circuit of the Human Limbic System. *Brain Topography*. 2023 May;36(3):371-389.
- Kennedy, D.P., & Adolphs, R. (2012). The social brain in psychiatric and neurological disorders. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(11), 559–572.
- Klein-Flügge, M.C., Bongioanni, A., & Rushworth, M. F. S. (2022). Medial and orbital frontal cortex in decision-making and flexible behavior. *Neuron*, 110(17), 2743–2770.
- Klingberg, T. (2011). *Den lärande hjärnan, om barns minne och utveckling*. Bokförlaget Natur och Kultur.
- Kolb, B., Harker, A., & Gibb, R. (2017). Principles of plasticity in the developing brain. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 59(12), 1218–1223.
- Kolk, S.M., & Rakic, P. (2022). Development of prefrontal cortex. *Neuropsychopharmacology*, 47(1), 41–57.
- Komarraju, M. (2013). Ideal teacher behaviors: student motivation and self-Efficacy predict preferences. *Teaching of Psychology*, 40(2), 104-110.
- Landry, O., & Al-Taie, S. (2016). A Meta-analysis of the Wisconsin Card Sort Task in Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(4), 1220–1235.
- Langer, K., Jentsch, V.L., & Wolf, O.T. (2023). Rapid effects of acute stress on cognitive emotion regulation. *Psychoneuroendocrinology*, 151, 106054.

- Lee, H.Y., & Yang, E.L. (2019). Exploring the Effects of Working Memory on Time Perception in Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Psychological Reports*, 122(1), 23–35.
- Leifler, E., Carpelan, G., Zakrevska, A., Bölte, S., & Jonsson, U. (2021). Does the learning environment 'make the grade'? A systematic review of accommodations for children on the autism spectrum in mainstream school. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 28(8), 582–597.
- Leifler, E., Borg, A., & Bölte, S. (2022). A multi-perspective study of perceived inclusive education for students with neurodevelopmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 10.1007/s10803-022-05643-7. Advance online publication.
- Leisman, G. (2022). Neuroscience in Education: A Bridge Too Far or One That Has Yet to Be Built: Introduction to the "Brain Goes to School". *Brain Science*, 13(1):40.
- Lovett, B.J., & Nelson, J.M. (2021). Systematic Review: Educational Accommodations for Children and Adolescents with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 60(4), 448–457.
- Lowman, J. (1995). *Mastering the techniques of teaching* (2nd ed.). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Maslow, A.H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50 (4), 370–396.
- Masten, A.S. (2013). Risk and resilience in development. In P. D. Zelazo (Ed.), *The Oxford Handbook of Developmental Psychology*, Vol. 2. Self and other (pp. 579–607). Oxford University Press.
- Mendoza, J.E. (2011). Functional Neuroanatomy. In: Kreutzer, J.S., DeLuca, J., Caplan, B. (eds) *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology*. Springer, New York, NY.
- Milton, D., Gurbuz, E., & Lopez, B. (2022). The 'double empathy problem': Ten years on. *Autism*, 26(8), 1901–1903.
- Murray, D., Lesser, M., & Lawson, W. (2005). Attention, monotropism and the diagnostic criteria for autism. *Autism*, 9(2), 139–156.
- Neufeld, J., Hagström, A., Van't Westeinde, A., Lundin, K., Cauvet, É., Willfors, C., Isaksson, J., Lichtenstein, P., & Bölte, S. (2020). Global and local visual processing in autism - a co-twin-control study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 61(4), 470–479.

- Niermann, H. C., & Scheres, A. (2014). The relation between procrastination and symptoms of attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) in undergraduate students. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*, 23(4), 411–421.
- O'Reilly, H., Pigat, D., Fridenson, S., Berggren, S., Tal, S., Golan, O., Bölte, S., Baron-Cohen, S., & Lundqvist, D. (2016). The EU-Emotion Stimulus Set: A validation study. *Behavior Research Methods*, 48(2), 567–576.
- Ororbias, A., & Kifer, D. (2022). The neural coding framework for learning generative models. *Nature Communications*, 13(1), 2064.
- Pear, J. (2014). *The Science of Learning*. London: Psychology Press.
- Plieger, T., Felten, A., Diks, E., Tepel, J., Mies, M., & Reuter, M. (2017). The impact of acute stress on cognitive functioning: a matter of cognitive demands? *Cognitive Neuropsychiatry*, 22(1), 69–82.
- Plantin Ewe, L., Holmqvist, M., & Bölte, S. (2023). Teachers' relational competence: perceptions of teachers and students with and without ADHD and ASD. *Emotional and Behavioural Difficulties*, DOI: 10.1080/13632752.2023.2255426
- Rani, I., Agarwal, V., Arya, A., & Mahour, P. (2023). Sensory Processing in Children and Adolescents with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of Attention Disorders*, 27(2):145-151.
- Roberts, B.W., & Yoon, H.J. (2022). Personality Psychology. *Annual Review of Psychology*, 73, 489–516.
- Robertson, C.E., & Baron-Cohen, S. (2017). Sensory perception in autism. *Nature Reviews. Neuroscience*, 18(11), 671–684.
- Sacks, O. (1985). *The Man Who Mistook His Wife for a Hat and Other Clinical Tales*. New York: Summit Books.
- Samson, A. C., Huber, O., & Gross, J. J. (2012). Emotion regulation in Asperger's syndrome and high-functioning autism. *Emotion (Washington, D.C.)*, 12(4), 659–665.
- Samson, A. C., Hardan, A.Y., Podell, R.W., Phillips, J. M., & Gross, J.J. (2015). Emotion regulation in children and adolescents with autism spectrum disorder. *Autism Research*, 8(1), 9–18.
- Sandi, C., Haller, J. (2015). Stress and the social brain: behavioural effects and neurobiological mechanisms. *Nature Reviews Neuroscience*, 16, 290–304.

- Selye, H (1998). A syndrome produced by diverse nocuous agents. 1936. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience*, 10, 230-231.
- Schaeffer, G., Epting, K., Zinn, T., & Buskist, W. (2003). Student and faculty perceptions of effective teaching: A successful replication. *Teaching of Psychology*, 30, 133–136.
- Schulkin, J., McEwen, B.S., & Gold, P.W. (1994). Allostasis, amygdala, and anticipatory angst. *Neuroscience Biobehavioral Reviews*, 18, 385-396.
- Shaw, P., Eckstrand, K., Sharp, W., Blumenthal, J., Lerch, J. P., Greenstein, D., Clasen, L., Evans, A., Giedd, J., & Rapoport, J. L. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder is characterized by a delay in cortical maturation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(49), 19649–19654.
- Sonuga-Barke, E., & Thapar, A. (2021). The neurodiversity concept: is it helpful for clinicians and scientists? *The Lancet Psychiatry*, 8(7), 559–561.
- Spiel, C., Evans, S.W., & Harrison, J.R. (2019). Does reading standardized tests aloud meet the scientific definition of an accommodation? *Journal of Applied School Psychology*, 35, 380-399.
- Thomas, M.S.C., Ansari, D., & Knowland, V.C.P. (2019). Annual Research Review: Educational neuroscience: progress and prospects. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 60(4), 477–492.
- Toplak, M.E., Dockstader, C., & Tannock, R. (2006). Temporal information processing in ADHD: Findings to date and new methods. *Journal of Neuroscience Methods*, 151(1), 15–29.
- Torrijos-Muelas, M., González-Víllora, S., & Bodoque-Osma, A.R. (2021). The Persistence of Neuromyths in the Educational Settings: A Systematic Review. *Frontiers in Psychology*, 11:591923.
- Van der Hallen, R., Evers, K., Brewaeys, K., Van den Noortgate, W., & Wagemans, J. (2015). Global processing takes time: A meta-analysis on local-global visual processing in ASD. *Psychological Bulletin*, 141(3), 549–573.
- Van Dessel, J., Sonuga-Barke, E., Mies, G., Lemiére, J., Van der Oord, S., Morsink, S., & Danckaerts, M. (2018). Delay aversion in attention deficit/hyperactivity disorder is mediated by amygdala and prefrontal cortex hyper-activation. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 59(8):888-899.

- Wilcox, G., Morett, L. M., Hawes, Z., & Dommett, E. J. (2021). Why Educational Neuroscience Needs Educational and School Psychology to Effectively Translate Neuroscience to Educational Practice. *Frontiers in Psychology*, 11, 618449.
- Willfors, C., Carlsson, T., Anderlid, B.M., Nordgren, A., Kostrzewa, E., Berggren, S., Ronald, A., Kuja-Halkola, R., Tammimies, K., & Bölte, S. (2017). Medical history of discordant twins and environmental etiologies of autism. *Translational Psychiatry*, 7(1), e1014.
- Willingham D.T. (2009). Three problems in the marriage of neuroscience and education. *Cortex*, 45(4), 544–545.
- Yaribeygi, H., Panahi, Y., Sahraei, H., Johnston, T. P., & Sahebkar, A. (2017). The impact of stress on body function: A review. *EXCLI Journal*, 16, 1057–1072.
- Zablotsky, B., Black, L.I., Maenner, M.J., Schieve, L.A., Danielson, M. L., Bitsko, R. H., Blumberg, S.J., Kogan, M.D., & Boyle, C.A. (2019). Prevalence and Trends of Developmental Disabilities among Children in the United States: 2009-2017. *Pediatrics*, 144(4), e20190811.
- Zheng, Q., Wang, X., Chiu, K.Y., & Shum, K.K. (2022). Time Perception Deficits in Children and Adolescents with ADHD: A Meta-analysis. *Journal of Attention Disorders*, 26(2), 267–281.

Bilaga 1

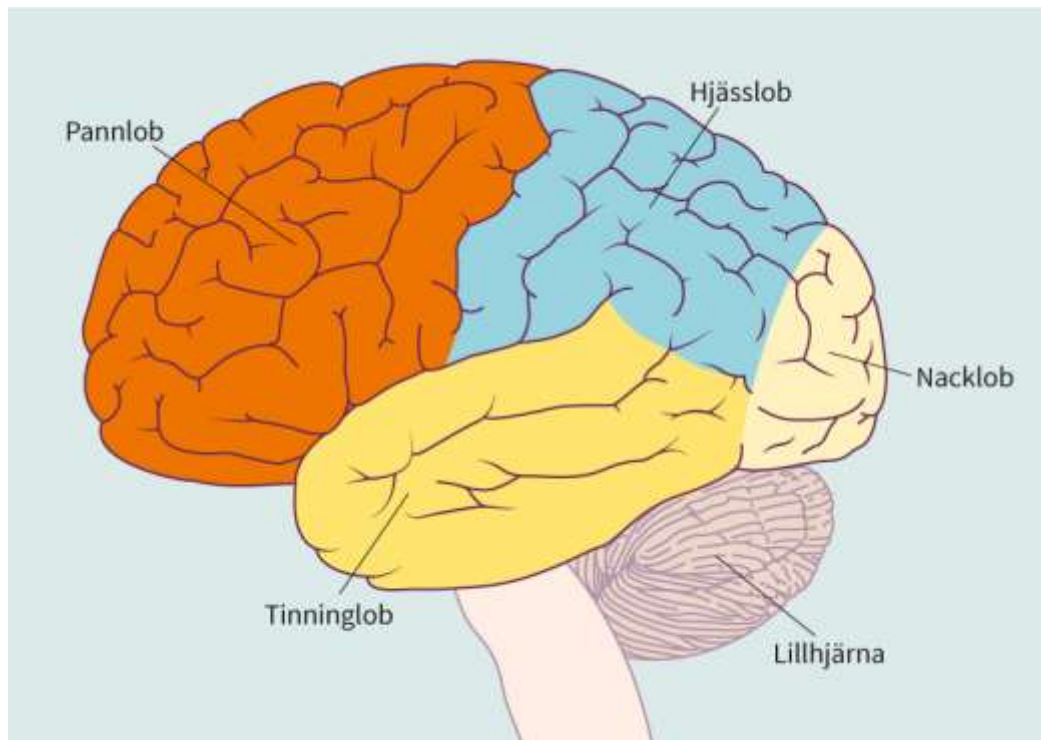
Om hjärnans struktur och funktioner

Hjärnan är en del av det centrala nervsystemet där även ryggmärgen ingår (Gorgis m fl, 2020).^{2,3} Från ryggmärgen går det ut nerver till alla kroppsdelar. Den delen kallas det perifera nervsystemet. Nervsystemet består av nervceller som kommunicerar genom en blandning av elektriska och kemiska signaler. Det kemiska signalerna kallas för signalsubstanser. En sådan substans är dopamin som används i nervsystemet bland annat i samband med motivation och belöning. Skadade nervceller har svårt att förnya och återhämta sig, det vill säga hjärnskador ger nästan alltid kroniska effekter. Det finns nerver som i vanliga fall kan styras med vilja, till exempel de som styr vissa muskler och rörelse, och de som i vanliga fall inte kan styras, framförallt de som styr kroppens inre organ och grundläggande funktioner som hjärtat, matsmältning, andning eller blodtryck. De nerver som inte är viljestyrda ingår i det autonoma eller vegetativa nervsystemet. Det autonoma nervsystemet aktiverar och lugnar ned kroppen i situationer som individen upplever som existentiellt betydelsefulla eller hotfulla. Vid aktivering höjs stresshormoner och därmed pulsen, blodflödet, blodtrycket, svett, syretillförsel och sockernivån, samtidigt som tarmrörelser, hunger- och törstkänslor sänks.

² <https://www.1177.se/liv--halsa/sa-fungerar-kroppen/sa-fungerar-hjarnan/>

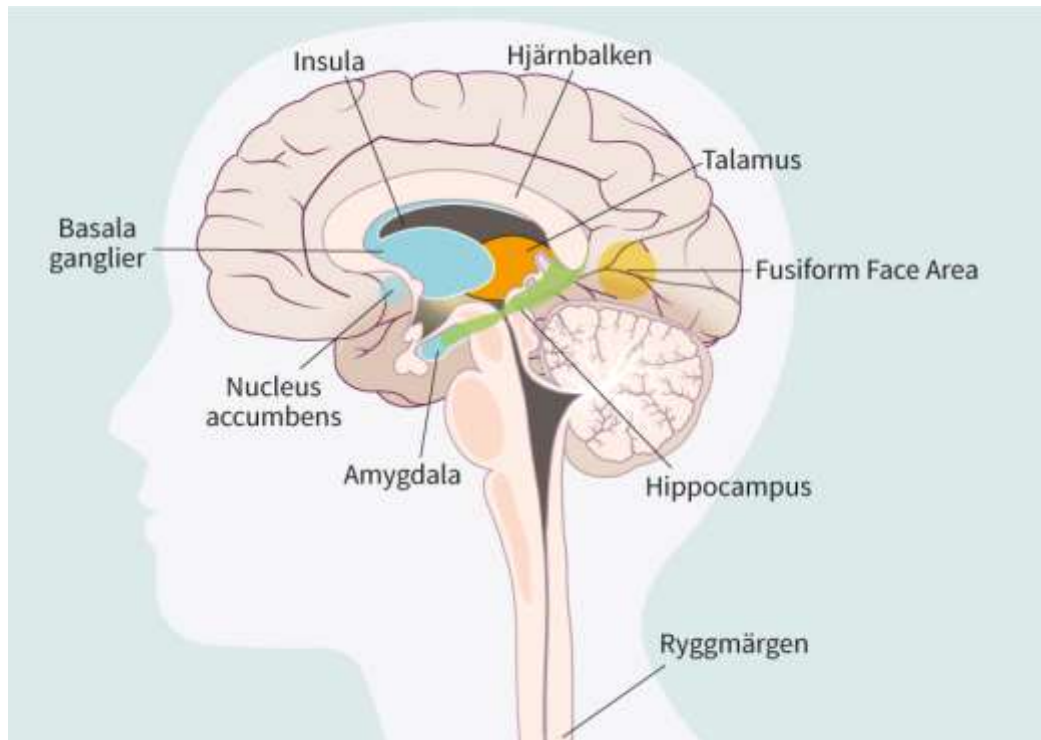
³ <https://www.1177.se/liv--halsa/sa-fungerar-kroppen/hjarna-ryggmarg-och-nerver/>

Figur 1



Hjärnan består av storhjärnan och dess lobber som har en höger- och en vänsterdel, så kallade hemisfärer, mellanhjärnan, hjärnbalken som förbinder den högra och vänstra storhjärnan, lillhjärnan och hjärnstammen (Figur 1). Delarna omges av hjärnhinnan och kraniet. Storhjärnans lobber är pannloben, hjässloben, tinningloben och nackloben. Loberna är förknippade med olika funktioner: pannloben med högre kognitiva funktioner och kontroll av viljestyrda rörelser, hjässloben med känsel och smak, tinningloben med hörsel och lukt och nackloben med syn. Många viktiga funktioner är associerade med olika lobers samtidiga aktivering, till exempel uppmärksamhet och språk. Under loberna i mellanhjärnan befinner sig olika kärnor och system av nervceller som är kopplade till specifika funktioner. Hippocampus är kopplat till minne och lokalsinne, amygdala till emotionella reaktioner, basala ganglierna till motorik och belöning, talamus till integration av sensorisk information, medvetande, hypotalamus till reglering av det autonoma nervsystemet, till exempel hunger, törst, sexlust. Lillhjärnan som sitter i bakre, nedre delen av hjärnan i anslutning till storhjärnan och hjärnstammen är associerad med motorisk koordination och balans. Under stor- och mellanhjärnan ligger hjärnstammen som styr hormonsystem, andning, hjärtslag, kroppstemperatur, vakenhet och reflexer (Figur 2).

Figur 2



Några centrala begrepp inom kognitiv neurovetenskap

Det finns ett antal centrala begrepp som återkommer inom kognitiv neurovetenskap, och beskriver dess inriktning och binder samman området. Med dem försöker man sammanfatta viktiga antaganden om hur hjärnan fungerar eller kopplingen mellan nervsystemets beskaffenhet och beteende. Tillsammans ger de en bra bild av hur man resonerar inom kognitiv neurovetenskap och bidrar till förståelsen av beteendevariation och beteendeavvikelser samt utgör ett användbart ramverk för forskning och praxis.

Begrepp om hjärnans organisation

Funktionell neuroanatomik (Mendoza, 2011) är ett område inom neurovetenskap där man försöker förstå vilka delar av hjärnan som ansvarar för vilka funktioner. Man försöker alltså att lokalisera var i hjärnan en funktion framför allt sitter, till exempel är språkförståelse och språkproduktion förknippade med delar av tinning- respektive pannloben och högre kognitiva funktioner är lokaliserade till pannloben. Ett annat bra och enkelt exempel är hänthet. Vid högerhänthet antas den vänstra halvan av hjärnan vara dominant och vid vänsterhänthet den högra. Om en sida av hjärnan är mer dominant än den andra för en viss funktion kallas det för lateralisering. Ett ytterligare exempel på lokalisering är ansiktigenkänning som förknippas med en struktur som heter det fusiforma ansiktsområdet som finns i den nedersta delen av tinningloben.

Personer som har skador i denna del av hjärnan blir ansiktsblinda, det vill säga kan inte känna igen andras ansikten (Sacks, 1985). Idag utgår man dock ifrån att det inte är möjligt att universellt eller exklusivt sammanbinda vissa funktioner med endast en avgränsad del av hjärnan, utan det antas att de flesta funktioner, särskild de komplexa som uppmärksamhet och socialt tänkande, kräver flera sammankopplade delar av hjärnan. Delarna är organiserade som nätverk och integrerar olika sorters inre och yttre information. För det krävs att hjärnan under utvecklingen skapat och skapar förbindelser mellan delarna så att information kan flyta effektivt, vilket kallas för konnektivitet. Exempelvis antar man att det finns två övergripande informationsströmmar för syn i hjärnan, där en är involverad i visuell identifiering och igenkänning av objekt och den andra är involverad i att bearbeta objektets rumsliga läge.

Utveckling, mognad, plasticitet

Hjärnan och nervsystemet är allt annat än statiskt, speciellt under de första levnadsåren. De förändras, omformas och utvecklas från det tidigaste fosterstadiet till vuxen ålder. Störningar och negativ påverkan av den neurala utvecklingen kan leda till en mängd olika neurologiska problem, till exempel förlamning, kramper, omfattande funktionsnedsättningar eller förlust av funktioner. Under utvecklingen bildas nervceller som specialiseras för vissa uppgifter. Nervcellerna tar sig fram från de platser i embryot där de har skapats till sina slutliga positioner. De bildar axon, ett slags tentakler till andra nervceller och förbinder sig med dem. Nervceller som inte används elimineras. Hela denna process kallas för neuronal mognad och anses ligga till grund för inlärning och minne och är en livslång process (Klingberg, 2021). Vissa delar av utvecklingen styrs av genetiska program främst i början av utvecklingen, medan det senare i utvecklingen alltmer blir individens aktivitet och miljö som driver utvecklingen (Frank m fl, 2009). Omorganisation och utveckling av hjärnan som resultat av aktivitet och miljöpåverkan kallas för neuroplasticitet (Kolb m fl, 2017). Utifrån hjärnans neuroplasticitet kan undervisningens och lärmiljöernas utformning göra skillnad för elevers utveckling på ett positivt sätt.

Top-down versus bottom-up

En viktig fråga inom beteendevetenskap är vilken information och typ av bearbetning av information individer upplever och tar beslut utifrån. Generellt skiljer man mellan två tendenser: 'top-down'- och 'bottom-up'-bearbetning av information. Vid bottom-up drivs perception och beslut främst av yttre och inre sensoriska intryck, det vill säga det man just nu hör, ser och känner. Vid top-down är det däremot individens tidigare erfarenheter, förväntningar, kunskap och strategier som används för värdering av inre och yttre intryck. Då är beslut och beteende snarare baserade på en tolkning av den inkommande informationen än enbart av den inkommande informationen. Undervisningen kan stödja en top-down-bearbetning genom strukturer och strategier hur information kan analyseras och tolkas. I allmänhet kan man utgå ifrån att tendensen vid

neurotypisk utveckling, det vill säga hos en individ utan NPF, går from bottom-up till top-down med stigande ålder, mognad och förmåga till självreglering.

Implicit versus explicit

Explicit kognition och inläring är allt man gör och lär sig medvetet och med mer eller mindre ansträngning, till exempel mycket av det som lärs i och utanför skolan. Implicit kognition och inläring är allt man kan, gör och lär sig mer eller mindre omedvetet. Ett exempel kan vara att lära sig sitt modersmål som barn eller vissa motoriska färdigheter. Många gånger lär man sig först explicit och sedan blir kunskapen eller färdigheten alltmer implicit efter träning och tilltagande erfarenhet, till exempel att lära sig cykla eller köra bil. Den processen kallas för automatisering. Undervisningen kan stötta en utveckling gentemot implicita färdigheter genom tydlighet och upprepning (Bölte m fl, 2015). Explicita processer kräver mycket energi och fokus, medan implicita processer inte gör det. De känns mer naturliga och självklara. Om man inte använder automatiserade färdigheter kan de dock försvagas. Beroende på funktion och individuella förutsättningar kan det vara lättare eller svårare att automatisera vissa funktioner.

Stress, sårbarhet och resiliens

Hjärnan liksom resten av kroppen försöker upprätthålla ett balanserat, fungerande, tillfredställande tillstånd, så kallad homeostas. För det behövs fortlöpande reaktioner och anpassningar till förändringar, så kallad alleostas. När en individ istället reagerar på, eller misslyckas med att hantera en psykologisk eller kroppslig påfrestning pratar man om stress (Selye, 1998). Begreppet stress omfattar även förväntade eller underliggande påfrestningar (Schulkin m fl, 1994). Elever med NPF är neurologiskt sårbara, varför det är av stor vikt av att förebygga ohälsosam stress hos speciellt dessa elever och genom undervisningens utformning bidra till att upprätthålla homeostas. Stress är inte enbart negativt utan delvis en naturlig process och kan upplevas som ett behagligt tillstånd. Det kan hända i samband med framgång, entusiasm, eufori eller kärlek. Positiv och negativ stress kan ligga nära varandra, såsom stark passion för sitt arbete och utbrändhet. Om en individs hjärna har större svårigheter att upprätthålla homeostas genom alleostas pratar man om sårbarhet eller vulnerabilitet. Om en person kan upprätthålla homeostas trots påfrestningar kallas det för resiliens (Masten, 2013). Kortisol är ett hormon som har en nyckelroll när det gäller stress och alleostas.