

En förskolläroarutbildning på neurovetenskaplig grund

Den neurovetenskapliga disciplinens relevans för utbildningspraktiken

Emelie Lundin Dahlström

Barn- och ungdomsvetenskapliga institutionen
Självständigt arbete 15 hp, AN (Magisterexamen)
Förskoledidaktik
Masterprogrammet i förskoledidaktik (120 hp)
Vårterminen 2019
Handledare: Erik Pakulak
Examinator: Sara Backman Prytz
English title: Neuroscience in preschool teacher training

En förskollärarytutbildning på neurovetenskaplig grund

Den neurovetenskapliga disciplinens relevans för utbildningspraktiken

Emelie Lundin Dahlström

Sammanfattning

Syftet med föreliggande litteraturstudie är att undersöka vilken kunskap som framträder i sammanförandet mellan neurovetenskap och utbildning, samt vilken neurovetenskaplig kunskap som kan tänkas anföras till utbildning för lärare och/eller utbildningspraktiker. Utifrån resultatet av analysen framträder det att innebörden av begreppen neuroplasticitet, ohälsosam stress, interaktioner likväl *scientific literacy* kan vara av vikt för förskollärare att få en djupare neurovetenskaplig förståelse för. Slutsatsen visar delvis på att om innebörden av dessa begrepp ska införas i den svenska förskollärarytutbildningen är det av stor vikt att de ställs i relation till konkreta exempel i förskolans praktik. Utifrån analysen framträder det tydligt att biologiska och miljömässiga förklaringar står i en ömsesidig dubbelriktad relation och det är just detta som belyser den potentiella förmågan lärare har att influera barns hjärna, beteende, lärande, hälsa och framtida livsbana.

Nyckelord

Neuroplasticitet, ohälsosam stress, interaktioner, scientific literacy, biologi, miljö, embodiment, förskollärarytutbildning, utbildning

Innehållsförteckning

Förord	1
Inledning	2
Syfte och frågeställningar	3
Tidigare forskning	3
Förskolans historia och ett potentiellt nytt sätt att se på positivistisk forskning	4
Mind, Brain and Education	5
Neuromyter	7
Teoretiskt perspektiv	9
Relationell utvecklingsystem teori	9
Neuroplasticitet	10
Toxic stress model	11
Metod	13
Litteraturstudie	13
Genomförande samt urval och avgränsningar	14
Databearbetning och analysmetod	14
<i>Toxic stress model "teori som metod"</i>	14
Forskningsetiska överväganden och studiens kvalitet	16
Litteraturstudie och analysmetod	16
Resultat och analys	17
Översättningar av neurovetenskapliga bevis för en bredare publik	17
Lärarytveckling med fokus på neurovetenskap	19
Digitala verktyg, konst och neurovetenskap i förskolans praktik	21
Neurovetenskap för lärare	23
Ett digitalt spel med neurovetenskapliga koncept	25
Diskussion	27
Neuroplasticitet	27
<i>Toxic stress</i> och <i>Serve and return</i>	28
<i>Scientific literacy</i>	29
Betydelse för praktiken och professionen	30
Slutsatser	30
Vidare forskning	31
Referenser	32
Bilaga 1 Undersökningsmaterial	0

Förord

För fyra år sedan slutförde jag min förskollärarytbildning på Stockholms Universitet. Under förskollärarytbildningen tillägnade jag mig framförallt kunskap om olika teorier kring barns utveckling och lärande, teorier som i sin tur influerat min barnsyn såväl som det pedagogiska och didaktiska arbetet jag utfört i förskolans praktik. Jag vill framhålla att följande framskrivning är resultatet av mina personliga erfarenheter av hur jag tolkat kunskapen som behandlades under min utbildning till förskollärare. Framskrivningen av mina personliga upplevelser står som grund för att beskriva uppkomsten av syftet till denna uppsats.

Den kunskap som framförallt har ”följ med mig” grundar sig i den sociokulturella teorin om lärande, posthumanistiska teorier tillika den grundsyn som hämtats från Reggio Emilias pedagogiska filosofi. Den generella kunskapen som genererades från ovan beskrivna teoretiska och pedagogiska perspektiv är att jag utvecklade förståelsen att lärande huvudsakligen sker genom inter-aktioner och intra-aktioner mellan människor, material, ting och miljö (Barad, 2003; Lenz Taguchi, 2004, 2012; Wehner-Godée, 2011). Även Vygotskys teori om den ”proximala utvecklingzonen” har varit närvarande i mitt möte med barn (Goouch, 2015).

Kunskap om barns biologiska utveckling berördes under förskollärarytbildningen genom att Jean Piagets (Piaget & Kamii, 1978) utvecklingspsykologiska teori diskuterades och framställdes som motpol till ”en god barnsyn”. Den utvecklingspsykologiska diskursen förstods bidra med en fast och enhetlig bild av vad ett barn biologiskt är. Istället för att tänka att ett barn *är* på ett visst sätt följde begreppet vad ett barn potentiellt kan *bli* med mig vidare som följ av den kunskap jag tillägnat mig. I och med detta skapade jag mig en bild av att det ansågs som ”fult” att i alla avseenden tala om barn utifrån ett psykologiskt tillika ett biologiskt perspektiv. Jag ansåg denna kunskap som förlegad och opassande i diskussioner om barns utveckling och lärande.

I och med min nuvarande utbildning till *Master i förskoledidaktik* och kursen *Kognitions- och neurovetenskap i förskoledidaktik* blev det tydligt för mig vilken kunskap jag inte fått i min tidigare utbildning. Biologin som jag tidigare tänkt som förlegad och opassande kunskap för förskolans didaktiska arbete framträdde för mig i ett nytt ljus och jag upplevde snarare mig själv som förlegad i mötet med den kunskap som det neurovetenskapliga fältet berör kring hjärnans utveckling och dess samband med lärande. Detta gav upphov till min fråga kring varför det neurovetenskapliga perspektivet inte behandlas och diskuteras inom förskollärarytbildningen.

Processen att skriva denna magisteruppsats har kantats av multipla utmaningar. Eftersom jag har min akademiska grund inom utbildningsfältet har det varit både spännande men samtidigt svårt att skapa kunskap om den neurovetenskapliga disciplinen. Jag vill tacka min handledare Eric Pakulak dels för mitt begynnande intresse för det neurovetenskapliga fältet likväl som alla intressanta diskussioner och det stöd jag fått under processens gång. Jag vill även tacka Sara, Ida och Johanna för alla tillfällen vi uppmuntrat varandra. Framförallt vill jag tacka Oliver som alltid tror på mig och tar hand om våra fina barn när jag spenderar min tid med att skriva.

Inledning

Sett utifrån aspekten av att tidigare forskning (Edfelt, 2017; Featherstone, 2017; Olivestam & Ott, 2010) framhåller att neurovetenskaplig kunskap om hjärnans funktioner kan ha betydelse för pedagogiska praktiker är det relevant att ställa frågan varför neurovetenskaplig kunskap inte behandlas och diskuteras inom förskolläraryrket.

En allmän trend grundar sig i ett antagande om att biologiska förklaringar är mer informativa och tillförlitliga i jämförelse med icke-biologiska förklaringar (Ansari, De Smedt, & Grabner, 2012). Ansari et al. (2012) menar att om framtida lärare får kunskap om det neurovetenskapliga fältet kan denna typ av fördom utplånas. Det betyder inte att biologiska förklaringar i sig ska utplånas, utan snarare att innebörden av biologiska förklaringar förskjuts till förståelsen om att den mänskliga hjärnan är plastisk snarare än fixerad (Ansari, De Smedt, & Grabner, 2012). Med andra ord innebär det att människans hjärna kan förändras och formas utifrån olika erfarenheter, erfarenheter som i sin tur påverkar varje ny erfarenhet (Ansari et al., 2012; Kirby, 2016). Kunskap om hjärnans plasticitet är högst relevant för lärare eftersom genetik, erfarenheter, födelse, barndom, vuxen ålder och ålderdom i hög grad påverkas av just lärande (Kirby, 2016).

Vid genomgång av tidigare forskning är det svårt att finna exempel på insatser som har realiserat införandet av neurovetenskaplig kunskap till förskolläraryrket, både nationellt såväl som internationellt (Coch, 2018). Coch (2018) menar att detta är besynnerligt eftersom lärande sker i våra hjärnor i samband med en specifik kontext, där lärarens arbete handlar just om att främja och underlätta lärande i utbildningssammanhang. Hjärnforskning indikerar att kvaliteten på aspekter så som social miljö, interaktioner, omsorg, näring, motion och sömn står i relation till individens lärande och utveckling, men att dessa aspekter förstås så pass självklara att dess inverkan på utbildning lätt förbises (Organisation for economic co-operation and development [OECD], 2007). Royal Society (2011) framhåller att utbildning handlar om att förstärka lärande samtidigt som neurovetenskap handlar om att förstå de mentala processer som är involverade i lärande. Detta beskrivs vara en gemensam grund som potentiellt kan innebära att utbildningspraktiken i framtiden kan influeras av neurovetenskapen, i likhet med hur det medicinska fältet transformerades av vetenskapen för mer än ett sekel sedan (Royal Society (Great Britain), 2011).

Coch (2018) betonar dock att det inte är helt enkelt att införa neurovetenskaplig kunskap i utbildning för lärare, utan sammansvetsningen ställs inför en rad utmaningar. Att sammanfoga neurovetenskap och pedagogik till ett nytt område innebär att man korsar gränserna för två åtskilda forskningstraditioner, där principiella vetenskapliga skillnader mellan utbildningsfältet och det neurovetenskapliga fältet är påtagligt, både vad gäller metoder, teori och filosofi (Varma, McCandliss, & Schwartz, 2008) såväl som en historia som skiljer sig åt emellan (Emmeche & Schillab, 2009). Neurovetenskapen har alltid varit evidensbaserad tillskillnad från utbildningsfältet som övergripande har lutat sig mot humanistisk vetenskap, vilket kan skönjas genom att förskolan framförallt utgår ifrån erfarenhets och traditionsperspektiv, vilket föregår en förankring i vetenskaplig grund (Emmeche & Schillab, 2009; Tallberg Broman, Vallberg Roth, Palla, & Persson, 2015).

I läroplanen för förskolan (Skolverket, 2018) framhålls det att "Utbildningen ska alltid vila på vetenskaplig grund och beprövad erfarenhet när det gäller såväl innehåll som arbetssätt" (Skolverket, 2018, s. 18). Min uppfattning och förhoppning är att neurovetenskaplig kunskap potentiellt skulle kunna vara

ytterligare en epistemologi som berikar förståelsen kring barns utveckling och lärande, likväl som ett nytt perspektiv på vetenskaplig grund i förskolans kontext.

Bruer (2016) synliggör i sin metaanalys den tidigare forskning som berör sammanförandet av disciplinerna neurovetenskap och utbildningspraktik och framhåller att litteraturen "... is a literature more about the promise and pitfalls of applying neuroscience to education than it is about applications of neuroscience to education" (Bruer 2016, s. 1). Detta driver syftet att med denna litteraturstudie undersöka vilken kunskap som framträder i olika relevanta källor som behandlar sammanförandet mellan neurovetenskap och utbildning, samt vilken neurovetenskaplig kunskap som kan tänkas anföras till utbildning för lärare och/eller utbildningspraktiker.

Syfte och frågeställningar

Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka vilken kunskap som framträder i sammanförandet mellan det neurovetenskapliga fältet och utbildning, samt vilken av den neurovetenskapliga kunskapen som kan tänkas anföras till utbildning för lärare och/eller utbildningspraktiker.

Forskningsfråga:

- Vilken kunskap från det neurovetenskapliga fältet framträder i och med föreningen fälten emellan?

Resultatet som härleds utifrån forskningsfrågan ovan kommer att informera min sekundära forskningsfråga vilken behandlas i diskussionen:

- Vilken av den framträdande neurovetenskapliga kunskapen kan tänka sig vara relevant för den svenska förskollärarytbildningen och förskolans praktik?

Tidigare forskning

I den tidigare forskningens första del kommer jag beröra hur det neurovetenskapliga fältet och utbildningsfältet kan förstås grundas i olika ontologier och epistemologier, samt diskutera en potentiell gemensam grund. Betoning bör läggas vid att denna beskrivning inte syftar till att ge ett korrekt svar på varför neurovetenskapen och utbildningspraktiken inte förenats, utan bör snarare ses som en diskussion kring de skillnader och möjliga likheter som finns fälten emellan. Därefter kommer det interdisciplinära fältet *Mind, Brain and Education* presenteras vilket riktar uppmärksamhet mot de potentiella praktiska implikationerna som neurovetenskap kan ha på utbildningskontexter (Fischer, Goswami, Geake, & the Task Force on the Future of Educational Neuroscience, 2010). Avslutningsvis kommer jag diskutera specifika exempel som illustrerar varför neurovetenskapen och utbildningspraktiken bör informera varandra under avsnittet "Neuromyter".

Förskolans historia och ett potentiellt nytt sätt att se på positivistisk forskning

Under de senaste 20-30 åren har ansträngningar skett beträffande att sammanlänka forskning inom neurovetenskap med forskning till teori och praktik inom utbildning (Hruby, 2012). För över tjugo år sedan skrev Bruer (1997) om ”glappet” mellan neurovetenskap och utbildning, där författaren menade att en direkt applicering av vetenskap om hjärnan till utbildningspraktiken var en ”*bridge too far*”. Bruer (1997) förespråkade att kognitionspsykologi var en möjlig överbrygning med den potentiella förmågan att bidra med kunskap för att förena biologi och speciellt kunskap om hjärnan till utbildning. Författaren argumenterade därmed att studier på mentala processer hade mycket att erbjuda utbildare, men ställde sig kritisk till att neurovetenskapliga bevis och studier om hjärnan hade en potentiell förmåga att direkt informera lärandepraktiken (Bruer, 1997).

Under slutet av 1900-talet ifrågasattes dåtidens dominerande förskoledidaktiska epistemologi som utgick ifrån ett positivistiskt och barnpsykologiskt perspektiv (Christie, 2015). Förskolefältet kan under tidpunkten förstås tagit ett steg ifrån det kognitionspsykologiska tänkandet, vilket sammanfaller med tidpunkten för det ”överbryggande” förslaget som lades fram av Bruer (1997). Ett paradigmskifte föreföll sig under denna period vilket innebar en förflyttning ifrån ett modernistiskt perspektiv till ett postmodernistiskt perspektiv som hävdade att det tidigare paradigmet ansågs bidra till att konstituera ”grand narratives”, det vill säga, konstanta och universella sanningar (Alvesson & Sköldberg, 2017; Osgood, 2015). Bruers (1997) argument om att utbildning kan kombineras med neurovetenskap genom kognitiva modeller och analyser skulle därmed kunna förstås komma vid en olämplig tidpunkt sett till den av den våg av postperspektiv som präglades av mångfald, subjektivitet, motsägelser och komplexitet (Osgood, 2015).

Innehållet i den svenska förskoleforskningen kan förstås påverkats av ovan beskrivna paradigmskifte. Den svenska förskoleforskningen utgörs till stor del av utbildningsvetenskapliga perspektiv som är sammanbundna med historia, pedagogik, pedagogiskt arbete, didaktik samt barn och ungdomsvetenskap, och skiljer sig metodiskt från internationell forskning som präglas av större studier med flerdisciplinära närmanden och kvantitativa metoder (Tallberg-Broman, 2015). Detta bör onekligen ha inverkan på vilken typ av forskning och teorier som presenterats för förskollärare likväl som influerat utformandet av förskolans praktik eftersom ”... theories provide ‘ways of knowing’ that influence thinking and impact on practice” (Nolan & Raban, 2015, s. 246).

Hall och Curtin (2015) skriver att ”Contemporary hallmarks of early childhood care and education focus on the concept of child-centredness” (Hall & Curtin, 2015, s. 200), där den centrala förståelsen är att barn inte *är* på ett visst sätt, utan att de *blir* i förhållande till omkringliggande faktorer. Detta barncentrerade perspektiv framhålls äventyras med olika bedömningsmetoder där test och kvantitativa metoder uppfattas kategorisera barn vilket bidrar till att barnet agerar och tänker på sig själva utifrån dessa kategoriseringar och ”grand narratives” (Hall & Curtin, 2015).

Det finns tillsynes ett bidrag inom en svensk kontext som genomfört en randomiserad interventionsstudie (RTC) med både kvalitativ och kvantitativ metodologi (se, Gerholm et al., 2018). Huvudsyftet med studien beskrivs vara att undersöka om två pedagogiska praktiker gjorde skillnad i barns lärande i jämförelse med barn som i kontrollgrupp erhöll ”verksamhet som vanligt” (Gerholm et al., 2018). Syftet med studien beskrivs vara just att det är de *pedagogiska praktikerna* som är undersökningsobjekt, därmed kan det förstås som att de mätmetoder och test som adopterats inte syftar till att säga hur *ett barn är*, utan snarare vad *en pedagogisk praktik är* och hur just denna påverkar barnet att *potentiellt bli*.

Det neurovetenskapliga fältet anser jag erbjuder en ny förståelse och syn på positivistisk forskning. I och med att kognitiv neurovetenskap (*cognitive neuroscience*) utvecklade befintliga teknologier till att bli mer barnvänliga har fältet bidragit med värdefull information kring den utvecklande hjärnan (Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2014). Neuroforskare och utbildare har således fått möjligheten att observera biologiska effekter av interventioner, vilket genererat kunskap om neuroplasticitet som i sin tur öppnar upp för möjligheten att relatera biologiska mekanismer till barns lärande och utveckling (Hruby, 2012). Den genererade kunskapen om neuroplasticitet är högst relevant och avfärdar just idén om att biologi är något fast och fixerat, och visar istället att barn i allra högsta grad har potential att *bli* utifrån de miljömässiga förutsättningar som tillhandahålls (McEwen & McEwen, 2017). Därmed vill jag lägga betoning på den gemensamhet som finns mellan fälten utifrån min framskrivning (oberoende disciplinernas skilda metodologier), vilket är just aspekten av att barn inte enbart *är*, utan har potentiell förmåga att alltid *bli*.

Mind, Brain and Education

Det finns en rad benämningar på det interdisciplinära fält som riktar sin uppmärksamhet just mot de potentiella implikationerna som neurovetenskap kan ha på utbildningspraktiker (Fisher et al., 2010). Dessa beskrivs genom benämningarna, *Mind, Brain and Education* (Fischer et al., 2010; Worden, Hinton, & Fischer, 2011), *Educational neuroscience* (Hruby 2012: Fischer et al., 2010) och *Neuroeducation* (Ansari et al., 2012), samtliga med det gemensamma syftet att sammanlänka neurovetenskap med lärande.

Som beskrivet i sektionen ovan har det i över tjugo år funnits en strävan efter att sammanlänka neurovetenskap med utbildning, med en önskan om att skapa en mer evidensbaserad praktik (OECD, 2007). Diskussionen och problematiseringen av ”glappet” mellan de två disciplinerna kan förstås inledas med det tidiga bidraget skrivet av Bruer (1997) inom fältet *Mind, Brain and Education*. Sedan dess har en mängd litteratur inom fältet diskuterat potentiella ”överbryggingar”, vilka mekanismer som kan förstås stå i vägen för en direkt applicering, tillika vilka potentiella likheter som finns fälten emellan och kan verka som gemensamma utgångspunkter. Kommunikation och förståelse mellan neurovetenskap och utbildning förstås vara ett stort hinder för integration, där de båda disciplinerna har dålig insikt i varandras olika traditioner, praktiker och metodologiska närmanden (Ansari et al., 2012).

Trots att det fortfarande finns en hel del utmaningar med införandet av forskning från neurovetenskap till utbildningspraktiker (Hardiman, Rinne, & Gregory, 2012) har det hänt en hel del sedan Bruers (1997) historiskt tidiga bidrag. Ett av dessa framsteg är att de teknologier som tar bilder på hjärnans aktiviteter (EEG, fMRI) (Björklund & Causey, 2017) som numera utvecklats till att även kunna användas med barn (Gazzaniga et al., 2014), och det är således det som gör relationen mellan fälten högst relevant.

Inom utbildningsfältet har det av flera skäl funnits en skepticism till att inkorporera information från det neurovetenskapliga fältet, en skepticism som beskrivet kan förstås grunda sig i disciplinernas historiskt skilda onto- och epistemologier. Det som ytterligare bidragit till en tveksamhet kring ett interdisciplinärt samarbete är att neurovetenskaplig forskning haft en otillräcklig definition i förhållande till dess potentiella användning för utbildningspraktiken (Szűcs & Goswami, 2007). Szűcs och Goswami (2007) diskuterar kopplingar mellan ett vetenskapsteoretiskt tänkande som härstammar från kognitiv psykologi med bland annat Piaget som förgrundsgestalt (Rogers, 2015) och neurovetenskapliga bevis när de förnyar förståelsen kring ”mentala representationer”. Författarna

erbjuder en preliminär definition för den framväxande disciplinen då de transformerar begreppet ”mentala representationer” till att istället förstås som ”neurala aktiviteter i hjärnan” (Szűcs & Goswami, 2007). Szűcs & Goswami (2007) avfärdar i samband med detta den enligt författarna negativa bedömningen Bruer (1997) tidigare gjort, att en direkt applicering av neurovetenskap är en *bridge too far*.

Kognitiv psykologi anses inte behöva verka som ”mellanhand” sett till vidareutvecklingen av tekniker inom det neurovetenskapliga fältet (Szűcs & Goswami, 2007). Vidareutvecklingen av moderna tekniker som tillåter upptagning av fysiologisk aktivitet av hjärnan bidrar till en bättre förståelse av de neurala aktiviteterna (mentala representationer) som uppstår när barn, tonåringar eller vuxna utför någon form av kognitiv aktivitet (Gazzaniga et al., 2014; Szűcs & Goswami, 2007). Därmed bidrar forskning om lärande inom fältet till att överlappa ”gapet” mellan neurovetenskap och utbildning.

Framsteg inom neurovetenskaplig forskning bidrar dock inte till nya utbildningsstrategier i sig själv, utan området bidrar snarare med konkreta, icke spekulativa ledtrådar till varför vissa utbildningsstrategier antas vara mer effektiva än andra (se, Blair, 2016; Burger, 2010; Edfeldt, 2017; Neville et al., 2013; Rueda, Checa, & Cómbita, 2012; Posner, Rothbart, & Tang, 2015). Enligt Stern (2005) är det neurovetenskapliga fältet redo att bidra med att strukturera det framtida klassrummet och författaren framhåller att ”... This would be “evidence-based” reform worth supporting” (Stern, 2005, s. 745).

Det är dock inte helt lätt att transformera upptäckter som görs i laboratorium direkt till utbildningskontexter. En metodologisk begränsning handlar om att de tillgängliga metoder som neurovetenskapen erhåller kräver att deltagaren sitter stilla samtidigt som denna responderar på ett strikt kontrollerat stimuli, i en miljö som inte har speciellt många likheter med den komplexa värld barn lever i (Ansari et al., 2012). Att läsa en bok i skolan eller hemma är inte samma sak som att läsa en bok i laboratoriemiljö (Fisher et al., 2007) och det ligger således en stor utmaning för neurovetenskapen att undersöka hur tillägnad data kan relatera till ett lärande i klassrumsmiljö (Ansari et al., 2012). Eftersom det finns utmaningar med att överbrygga ”gapet” mellan de två disciplinerna (Ansari et al., 2012; Hardiman et al., 2012) krävs ett stort engagemang mellan praktik och forskning. Forskning bör informera praktiken samtidigt som praktiken bör informera forskningen (Ansari, Coch, & De Smedt, 2011). Det är tydligt att detta syftas uppnås med inom fältet *Mind, Brain och Education* som specifikt tränar människor att göra dessa sammankopplingar (OECD, 2007). Frågan är hur pass praxisnära (förskolan/skolan) dessa individer är, och hur pass praxisnära man bör vara för en lyckad sammansvetsning.

Stern skrev redan 2005 om hur det sociala och ekonomiska värdet av utbildning har erkänts och att vårt moderna samhälle gör insatser för att förbättra skolning över alla åldersnivåer. Beslut föredras baseras på empiriska bevis snarare än åsikter, trender eller ideologier som oftast var fallet förr (Fischer et al., 2007; Stern, 2005). Om det är så att utbildningsreformer allt mer, både internationellt och nationellt informeras av det neurovetenskapliga fältet anser jag att det torde vara av vikt att även de som konkret samhandlar och arbetar i skola och förskola har någon form av förståelse för vad en ”evidensbaserad praktik” innebär i förhållande till en annan disciplin än den rådande. Ansari et al. (2011) menar att lärare som inte fått neurovetenskaplig kunskap inom sin lärarutbildning behöver en översättning och vägledning för att effektivt använda och tolka information om hjärna och kognition. Utan en förmåga till att tolka neurovetenskapliga bevis riskerar uppståndelsen av just neuromyter (Howard-Jones, 2014), vilket leder fram till innehållet av kommande sektion.

Neuromyter

Det finns en stor mängd information om hjärnan och lärande som florerar inom utbildning, som dessvärre många gånger är förvirrande och felaktig (Worden et al., 2011). Inom fältet *Educational neuroscience* förstås begreppet neuromyter vara just ihärdiga och vitt spridda missuppfattningar om hjärnforskning och hjärnans funktion i samband med utbildning och lärande (Macdonald, Germine, Anderson, Christodoulou, & McGrath, 2017). Något som i sin tur påverkar och influerar hur undervisning för barn utformas (Worden et al., 2011). Upptäckter inom hjärnforskning har utlöst en ”neuroboom” de senaste åren (Grospietsch & Mayer, 2019) och en stor andel lärare har visat intresse för att inkorporera neurovetenskapliga forskningsresultat till utbildningspraktiken (Dekker, Lee, Howard-Jones & Jolles, 2012). Ett resultat av detta är att en kvantitet av utsagor presenterats i nyhetstidningar, populärvetenskapliga tidningar tillika vetenskapliga journaler, med ett överdrivet narrativ om fördelarna kring ”neuropedagogik”, ett begrepp som Bartoszek (2012) framhåller som ”...fancy neologism...” (Bartoszek, 2012, s. 303).

Neurovetenskapliga forskningsresultat är ofta skrivet i ett för den ”vanliga människan” svårtolkat språk vilket innebär att ett översättande av resultat resulterar i simplifierade förklaringar, där ett utfall förstås vara att forskningsresultat snabbt förlorar sin egentliga sanning (Grospietsch & Mayer, 2019). De simplifierade förklaringarna, eller misstolkningarna paketeras ofta i lättapplicerade lågkostnadskoncept som påstås främja lärande (Howard-Jones, 2014). Olika ”hjärnbaserade program” som dessvärre inte bidrar till konsumenternas lycka och framgång i lärande (Goswami, 2008). Ett exempel på detta är *Brain Gym*, som övergripande handlar om att det finns ”hjärnkappar” på olika delar av kroppen som vid beröring ska bidra till att förbättra flödet av elektromagnetiskenergi, ett koncept som helt saknar förankring i vetenskapliga bevis (Howard-Jones, 2014).

Ett exempel på en väl etablerad neuromyt är myten om den ”kritiska perioden” (*critical period*) vilket beskrivs vara en tidpunkt när ett visst stimuli måste presenteras för att en biologisk funktion ska aktiveras (Greenough et al., 1987 i Skinner et al., 2015). Det finns inga bevis för att det finns några ”kritiska perioder” varvid barn inte kan tillägna sig just akademiska förmågor, och en tro på ett sådan myt påverkar och har stort inflytande på utbildning (Worden et al., 2011). Det är dock viktigt att göra skillnad på *kritiska perioder* och *känsliga perioder*, denna aspekt kommer beröras närmre nedan, men just *känsliga perioder* har relevans för utbildningspraktiken eftersom hjärnans olika system uppvisar en känslighet under olika punkter i en individs liv (OECD, 2007). En myt som bygger på idén om kritiska och känsliga perioder är “*The myth of the three*”, myten om att tiden från 0-3 år är en kritisk period då en stor del av hjärnans utveckling tar form, där den mänskliga utvecklingsbanan efter tre år antas vara fixerad (Howard-Jones, 2012). Å ena sidan har myten bidragit till att framhålla vikten av positiva tidiga förskole-erfarenheter, å andra sidan är det en översimplifiering som också har lett till missförstånd. Missförstånd som inkluderar en tanke om att vuxna ”kämpar mot tiden” beträffande att tillgodose stimulans till barn, innan deras synapser går förlorade och det är för sent (Howard-Jones, 2012). Denna myt kommer förhoppningsvis förstås som just en myt efter presentationen av det teoretiska perspektiv som omfattas i denna uppsats, vilket är neuroplasticitet, med andra ord vetenskapen om att hjärnan är ett plastiskt organ som har kapacitet att utvecklas via erfarenheter och träning (Posner et al., 2015; Zelazo & Carlson, 2012).

Kulturella skillnader beträffande terminologi och språk mellan neuroforskare och utbildare kan vara en bidragande faktor till att neurovetenskapliga bevis transformerats till missvisande och självuppfyllande idéer (Howard-Jones, 2014). Ledande företrädande inom fältet har framhållit potentialen med en dubbelriktad samverkan mellan utbildning och neurovetenskap (Ansari & Coch, 2006; Goswami, 2008) men verkliga framsteg kommer kräva en delad grund av grundläggande kunskap över båda

fälten, där ett första steg enligt Macdonald et al. (2017) är att slå hål på neuromyter. En rörelse bör ske bort ifrån neuromyter och populära missuppfattningar och ersättas med ett fokus på att integrera forskning med praktiken, att skapa användbara bevis som dels belyser hjärnan och de genetiska grunderna, likväl som hur dessa i kombination med sociala och kulturella influenser påverkar lärande och undervisning (Fischer et al., 2010).

En komparativ kvantitativ studie (Macdonald et al., 2017) genomförd i USA visade att tron på neuromyter är etablerad över grupperna; allmänheten, utbildare, samt utbildare med hög exponering av neurovetenskap. Resultatet pekade på att man inom gruppen utbildare trodde signifikant mindre på neuromyter än allmänheten som trodde mest på neuromyter, samtidigt som den sistnämnda gruppen visade sig tro minst på neuromyter. Resultatet indikerar således att en kombinerad träning och utbildning inom neurovetenskap kan reducera men inte eliminera tron på neuromyter (Macdonald et al., 2017). Det är inte enbart ”människor som inte har tillägnat sig kunskap inom neurovetenskap” som kämpar med att skilja bevis från myter (Wallace, 1993; Beck, 2010 i Grospietsch & Mayer, 2019). En omfattande undersökning av Dekker et al., (2012) syftade till att med ett urval om 242 grund- och gymnasielärare undersöka deras allmänna kännedom om hjärnan och neuromyter. Resultatet som Dekker et al. (2012) visade likt Macdonald et al. (2017) att neuromyter är etablerade inom utbildningspraktiken, dock visade resultatet på den problematiska aspekten av att desto mer kunskap om hjärnan en lärare visade sig ha, desto större var sannolikheten att de trodde på neuromyter (Dekker et al., 2012). Detta resultat kan bero på att lärare som är entusiastiska kring möjligheten att sammansvetsa neurovetenskapliga upptäckter till utbildningspraktiken på egen hand söker denna typ av kunskap, och vid mötet med den nya kunskapen uppstår just svårigheten att utvärdera skillnaden mellan pseudovetenskap och vetenskapliga bevis (Dekker et al., 2012). Dock vet man inte vad som kom först i tiden, alltså det kan likväl vara så att dessa lärare redan innan de hittat och behandlat neurovetenskaplig information redan hade en tro på en rad variation av neuromyter (Macdonald et al., 2017). Oavsett orsaken till resultatet kvarstår det faktum att det finns ett ökat behov av interdisciplinär kommunikation mellan fälten för att i framtiden reducera neuromyter (Dekker et al., 2012).

Jag vill göra en liknelse till uppkomsten av neuromyter med den klassiska ”viskeleken”. Av erfarenhet vet jag, och säkert andra som lekt leken att ordet vissa gånger manipuleras med flit, alternativt misstolkas ordet oavsiktligt och ändrar därmed skepnad. Oavsett kvarstår det faktum att ursprungskällan inte längre är närvarande. I viskeleken kan dock den första personen som bestämde ordet helt enkelt tala om vilket det rätta ordet var. Detta är inte alltid fallet när det kommer till neurovetenskapliga källor, där en bidragande faktor till att en myt breder ut sig och etableras är för att det kan vara svårt att få tillgång till den neurovetenskapliga ursprungskällan (Howard-Jones, 2014). För att överkomma problematiken med neuromyter verkar det således som att det inte enbart går att röra sig ifrån dem, utan jag anser att de behöver lyftas upp till ytan, diskuteras och ifrågasättas. Därmed belyses vikten av att lärare under utbildning bör ges förståelse för det faktum att vetenskapliga bevis ofta misstolkas, likväl som kunskap om hur de själva ska förhålla sig och tolka vetenskapliga bevis eller vetenskapliga påståenden som de själva stöter på.

Teoretiskt perspektiv

Inledningsvis kommer studiens metateoretiska ansats beskrivas (Relationell utvecklingssystem teori), följt av en beskrivning av den underliggande teorin neuroplasticitet. En modell kommer därefter att presenteras (*Toxic stress model*), vilken verkar som studiens analysverktyg. En tydlig relation finns mellan studiens metaperspektiv, underliggande teori tillika valet av analysverktyg *Toxic stress model* (McEwen & McEwen, 2017). Relationen mellan teorierna och modellen kan bäst beskrivas med begreppet *Holism*, den övergripande epistemologiska principen inom det relationella perspektivet som innebär att delarna bygger upp helheten samtidigt som helheten definierar delarna (Overton, 2013), något som framgår med tydlighet i modellens utformning (se Fig 1). Som följd av att modellen konstitueras av ett relationellt perspektiv där neuroplasticitet verkar övergripande modellens samtliga delar innehar denna uppsats ”teori som metod”.

Det kan tänkas vara svårt att skapa en förståelse för barns utveckling och lärande om man bara ser till aspekter utifrån ett neurovetenskapligt perspektiv (Bartoszeck, 2012) och inte tar hänsyn till utbildningsvetenskaplig kunskap eller hur utveckling och lärande framträder och konstitueras i utbildningspraktiken. Därmed kan valet av det relationella ramverket som omfattar denna uppsats förstås som självklart bidrag till att fylla syftet med att studera relationen mellan de två disciplinerna, utbildningsvetenskap och neurovetenskap. Nedan framhålls bärande tankar inom det relationella perspektivet som möjliggör för en undersökning och diskussion kring hur dessa olika vetenskapliga fält står i relation till varandra.

Relationell utvecklingssystem teori

Denna uppsats inspireras av och tar utgångspunkt i den ontologi som Overton (2013) presenterar, där en ny världssyn beskrivs, en världssyn som handlar om att allt är relationellt. Det relationella perspektivet förstås som den ”översta nivån” eller som ett ”paraply” och metateori över efterföljande relationell utvecklingssystem teori, vilken ligger som mellannivå ”mid-range”. Overton (2013) framhåller att relationell utvecklingssystem teori inte är *en* teori, utan kan förstås som en metateori varvid ett flertal underteorier informeras av. Därmed blir det möjligt att konstatera att det finns multipla relationella utvecklingssystem teorier (Overton, Molenaar & Lerner, 2015). En av dessa teorier, som går i linje med det relationella perspektivet och som kommer omfattas i denna uppsats är neuroplasticitet. Utifrån denna ”trattliknande” uppställning kan teorier förstås som relationella och sammanflätade i flera lager. En viktig del inom systemperspektiv är innebörden av begreppet *embodiment* (förkroppsligad) vilket representerar den genomträngande ömsesidiga relationen mellan människa, biologi och kultur (Overton, 2013). Vår perception, vårt tänkande, känslor, önsningar, hur vi uppför oss, upplever och lever i vår värld kontextualiseras genom att vi är aktiva agenter som verkar med vår specifika kropp (Taylor, 1955 i Overton, 2013).

Centralt för det relationella perspektivet och ett grundläggande koncept inom utvecklingsvetenskapens förståelse av utvecklingsprocessen är den forskning inom epigenetik som vuxit fram under de senaste decennierna (Mascalo & Fisher, 2015). Epigenetik belyser att vårt DNA, det vill säga vårt genetiska arv inte är oberoende miljöpåverkan. Epigenetik handlar övergripande om att anatomiska och psykologiska strukturer utvecklas över tid som resultat av människans förkroppsligade (*embodiment*) agerande i världen, en process som upphäver försök till att förklara en händelse som enbart strikt biologisk (Mascalo & Fisher, 2015).

För att förstå ett fenomen inom relationella utvecklingssystem teorin behöver individ och kontext ses som en enhet, likvärdiga, oskiljaktiga och kompletterande, inte som två separata enheter eller fasta och absoluta element (McClelland, Geldhof, Cameron, & Wanless, 2015; Overton, 2013). Beträffande det relationella tänkandet är idén om holism ytterst central. Ett holistiskt tänkande innebär att världen är organiserad i olika integrerande system, system som i sin tur utgörs av olika delar/subsystem (Overton, 2013; Skinner et al., 2015). Delarna ges mening och funktion när de sätts i relation och samverkar med varandra i det hela, därmed är det centralt att studera just relationen mellan dessa olika delar samt den helhet som de tillsammans konstituerar (Skinner et al., 2015).

Embodiment är ett centralt begrepp som är behjälpligt för att avgöra valet av vilken teori som lämpar sig väl för att studera relationen mellan neurovetenskap och utbildningspraktiken, där biologin förväntas sammanflätas med sociala fenomen och kultur. Relationella utvecklingssystem erkänner alltså potentialen för en systematisk förändring, och att detta sker specifikt genom neuroplasticitet (Overton et al., 2015) vilket som beskrivet ovan utgör teorin för denna uppsats.

Utifrån teorin neuroplasticitet kommer *Toxic stress model* (McEwen & McEwen, 2017) presenteras nedan. Modellen förstås vara konstituerad utifrån idén om att alla aspekter av individen och sammanhanget är i ömsesidiga inflytelserika relationer, som ett resultat av hjärnans plastiska förmåga (Elder, 1998; Molenaar, 2007 i Overton, 2013) vilket följaktligen innebär att denna studie innehar ”teori som metod”.

Neuroplasticitet

Neuroplasticitet är ett grundläggande koncept inom neurovetenskap och grundläggande för lärande och utveckling (Coch, 2018). Olika upplevelser och interaktioner har den potentiella förmågan att fundamentalt förändra hjärnan. Alla intryck och erfarenheter barn möter bidrar till att skapa nya tillika förstärka neurala sammankopplingar, alternativt försvaga och eliminera andra (Coch, 2018; OECD, 2007; Skinner et al., 2015). En av de primära mekanismerna som verkar för att den kognitiva utvecklingen har möjlighet att modifieras genom interna och externa influenser är just dessa sammankopplingar, som i själva verket en specialiserad struktur (synaps) vilken möjliggör för att kemiska och elektriska signaler ska kunna transporteras mellan neuroner (Björklund & Causey 2017; Gazzaniga et al., 2014).

Människan har ett stort utbud av intra-individuella möjligheter, med andra ord stora möjligheter att vara någonting annat än sitt nuvarande ”jag” (Skinner et al., 2015), dessa möjligheter varierar över tid och plats som en konsekvens av plasticitet (Overton et al., 2015). Detta innebär att vår nuvarande utvecklingsbana bara är en potentiell väg av många som för människan är möjlig att ta (Skinner et al., 2015). Eftersom det sker en snabb utveckling av hjärnan och dess plasticitet hos barn under deras tidigaste år (Björklund & Causey, 2017) innebär det även att det finns potentiellt ”många vägar att ta”. Dock har inte barn som vuxna förmågan att i samma utsträckning skapa sina egna förutsättningar och erfarenheter.

Utifrån kunskap om neuroplasticitet kan vi förstå att erfarenheter som barn får tidigt i livet kan komma att bli biologiskt ”inbäddade” (*embodied*), vilket kan ha markanta effekter på kvaliteten på barns nuvarande och framtida livsbana (Votruba-Drzal & Dearing, 2017). Kunskap om den plastiska hjärnan och dess formbarhet, att livshändelser kan ha kraftfulla effekter både på hjärnans arkitektur och människans beteendemässiga utveckling (Leisman, Mualem, & Mughrabi, 2015) pekar på det ansvar som ligger hos vuxna att reflektera över vilka externa faktorer som är negativa, eller som positivt påverkar barn och influerar hjärnans utveckling (Skinner et al., 2015).

En övergripande förklaring som är relevant att lyfta beträffande begreppet plasticitet och dess relation till hjärnan är den centrala aspekten av att hjärnan är formbar under förmodligen hela människans liv (OECD, 2007). Dock är hjärnan inte lika plastisk under livets gång, utan olika system uppvisar olika grader av plasticitet. *Känsliga perioder* kan beskrivas som en tid när neurala system uppvisar ökad plasticitet och sårbarhet för miljömässiga influenser (Björklund & Causey, 2017; Merz & Noble, 2017). Dessa perioder kan tänkas sammanfalla med en tidpunkt när hjärnan är under snabb utveckling, och tidig barndom anses vara en period som omfattas av maximal neural plasticitet, vilket kan förstås följas av en sårbarhet för olika miljömässiga effekter (Lupien, McEwen, Gunnar, & Heim, 2009 i Merz & Noble, 2017).

Människans prefrontala hjärnbark har hävdats vara särskilt känslig för postnatala erfarenheter, detta eftersom den genomgår en relativt långvarig postnatal utvecklingsperiod (Merz & Noble, 2017) och två system som därmed genomgår *känsliga perioder* är vår förmåga till självreglering samt utvecklingen av vår språkliga förmåga (Blair & Raver, 2015; Gazzaniga et al., 2014). Vår förmåga till självreglering spelar en avgörande roll beträffande aspekten av att vara skolredo (Blair & Raver, 2015). Kvaliteten och mängden på den språkliga exponeringen barn utsätts för tidigt i livet är viktig för att barn ska tillägna sig fonologi och grammatik, en egenskap som är begränsad senare i livet (Bateson & Gluckman, 2012). Samtidigt förhåller sig tillägnet av vokabulär relativt stabilt under livets gång (OECD, 2007). Ett tydligt exempel på detta är att barn med lätthet blir flerspråkiga samtidigt som vuxna får kämpa med att lära sig ett nytt språk (Bateson & Gluckman, 2012).

Neuroplasticitet kan enligt mig således vara relevant kunskap att ta hänsyn till för alla individer som engagerar sig i barns utveckling och lärande, vårdnadshavare likväl som förskollärare och lärare. Neuroplasticitet ger kunskap om att ett lyckat lärande förändrar de synaptiska sammankopplingarna tillika hjärnans hela funktion, där ett framgångsrikt lärande är beroende på en variation av olika faktorer (ex. läroplaners uppbyggnad, lärares färdigheter likväl som erfarenheter barn får i och utanför skolan) (Bartoszeck, 2012). Hjärnans plasticitet är känslig för och kan påverkas av ogynnsamma förhållanden som exempelvis när någon utsätts för våld, vårdslöshet, bristande näring, en hög nivå av ohälsosam stress, giftiga kemikalier och/eller sjukdomar (Leisman et al., 2015; Zhang, Chen, & Zhou, 2018).

Det lika viktigt att framhålla att gynnsamma miljöer kan bidra till att bygga en effektiv neural krets och främja hjärnans utveckling (Shan & Yuan, 2016 i Zhang et al., 2018). Många miljömässiga faktorer bidrar till förbättrad hjärnfunktion, oftast är det självklara och vardagliga omsorgsaspekter så som kvaliteten på den sociala miljön, interaktioner, näring, motion och sömn, vilka är så uppenbara att dess inverkan på utbildning lät förbises (Skinner, 2015). Genom att vårda våra sinnen och kroppar på rätt sätt är det möjligt att dra fördel av hjärnans potential för plasticitet och underlätta inlärningsprocesser (Skinner et al., 2015).

En mängd andra mekanismer påverkar hur barn förkroppsligas och påverkas epigenetiskt vilket är ett resultat av hjärnans plastiska förmåga, något som kommer förklaras vidare i kommande sektion.

Toxic stress model

För att återkomma till de vuxnas ansvar, och om vi vill arbeta för att optimera barns liv samt bidra till barns utveckling och lärande bör vi ställa oss frågor som; vad orsakar, producerar eller influerar det valda fenomenet? (Skinner et al., 2015). Med andra ord, vad påverkar barns utveckling och lärande?

Behjälpligt för att analysera de källor som valts ut för granskning i denna uppsats är en modell med namnet *Toxic stress model* konstruerad av McEwen och McEwen (2017). Modellens relevans ligger till stor del i att den tydligt hjälper till att adressera olika aspekter som berör frågorna; vad orsakar, producerar eller influerar barns utveckling och lärande?

Modellen är relevant både i förhållande till uppsatsens syfte likväl som sprungen ur sociologi och neurovetenskap, kunskap från epigenetik tillika kunskap om barns tidiga utveckling (McEwen & McEwen, 2017). Modellen går i linje med studiens metaperspektiv och kan förstås som konstituerad utifrån teorin om neuroplasticitet eftersom den står som tydligt exempel på hur olika delar/mekanismer så som social struktur, socialt stöd, motgångar, ohälsosam stress, hjärna och kropp är ömsesidigt beroende och tillsammans utgör delar av helheten (McEwen & McEwen, 2017), där en tolkning är att helheten är barns nuvarande och framtida livskvalitet.

Modellen angriper multipla perspektiv för att reda ut frågan kring vad som gemensamt influerar barns nuvarande och framtida liv, och inbegrips och informeras därmed av områden som behandlar biologiska mekanismer, sociala strukturer, kultur tillika socioekonomiska förutsättningar.

Övergripande för modellen är att dess samtliga delar påverkas av den gemensamma mekanismen ohälsosam stress, därav namnet på modellen *Toxic stress model* (McEwen & McEwen, 2017).

Ohälsosam stress är den centrala mekanismen inom en framväxande neurovetenskaplig teori som riktar sig mot en förståelse kring hur sociala omständigheter, erfarenheter och relationer bidrar till att forma och omforma hjärna och kroppslig utveckling i tidig barndom, med resulterande effekter på senare utbildning, yrkesutövning samt hälsa (McEwen & McEwen, 2017). Ohälsosam stress uppstår som resultat av frekvent eller långvarig aktivering av det biologiska stresssystemet, vilket orsakas av kroniska sociala omständigheter samt återkommande eller stegrande ogynnsamma händelser, som i sin tur står i samband med när sociala stödsystem som omger individer är svaga (McEwen & McEwen, 2017). Resultatet av sådana ogynnsamma förutsättningar resulterar i att tidiga livsupplevelser epigenetiskt försämrar utvecklingen av neurala kretsar som är inblandade i kognition samt självreglering och beteende (McEwen & McEwen, 2017).

Socioekonomisk status kan förstås influera de mekanismer som påverkar våra kognitiva funktioner, både på beteendemässig nivå och neurobiologisk nivå (Ursache & Noble, 2016). Två mekanismer som har identifierats som negativt påverkande på barns kognitiva prestanda är en bristande kvalitet på den språkliga exponeringen och en hög nivå av stress som verkar runt omkring barn. Ursache och Noble (2016) menar att socioekonomiskt missgynnade barn är i större risk för att drabbas av dessa negativa effekter än barn i samma ålder med bättre socioekonomiska förutsättningar. Problematiken med detta lyfts av forskning som visar att barn från lägre SES därmed är mindre förberedda för att framgångsrikt ingå i och lyckas inom framtida skolgång (Blair & Raver, 2015; Burger 2010). Dock är det inte så att lägre SES i sig själv bidrar till dessa resultat utan snarare handlar det om hur individer påverkas olika av deras socioekonomiska förutsättningar. Med hänsyn till neuroplasticitet innebär det inte att negativa utfall är stabila, utan det finns uppmuntrande bevis på att träningsprogram som riktar sig mot barn från lägre SES kan påverka neurala förändringar och således ha positiva beteendemässiga utfall (Neville et al., 2013).

Aspekter så som stress och den mängd vi talar och interagerar språkligt med barn är mekanismer vilka påverkar barns lärande och utveckling. Viktigt att framhålla att dessa aspekter är viktiga att ta hänsyn till oberoende om man arbetar i en kommun med hög socioekonomisk status eller inte, av flera anledningar. De strategier som används för att optimera utbildningspraktiken och som kan bidra till att hjälpa barn från lägre SES med största sannolikhet likväl tänkas gynna barn från högre SES. För det

första kan vi som möter barn inte veta hur varje barns socioekonomiska status ser ut, dessutom kan vi inte ta förgivet att de mekanismer som påverkar utvecklingen är positiva i familjer som innehar en högre socioekonomisk status, för stress kan orsakas av många anledningar, och behöver inte enbart vara ett utfall av sämre SES (McEwen & McEwen, 2017). Med vetenskap om att dessa mekanismer påverkar barns neurokognitiva domäner kan lärare och pedagoger ta hänsyn till att arbeta för att dessa mekanismer är någonting man reflekterar över och försöker optimera inom utbildningspraktiken.

I förhållande till modellen förstås därmed inte biologiska processer som primära mekanismer för sociala utfall, utan snarare att biologiska mekanismer är beroende av sociala strukturer, relationer och interaktioner (McEwen & McEwen, 2017). Kvaliteten på de sociala strukturerna påverkar de biologiska mekanismerna och således individers nuvarande och framtida livsbana och framgång. Eftersom modellen inbegriper och tar stor hänsyn till individers biologiska processer blir det möjligt att se och erkänna det faktum att olika mekanismer bidrar till att barn redan tidigt i livet ”förkroppsligas” av den ohälsosamma stress som sociala ojämlikheter och andra faktorer bidrar till.

Metod

Litteraturstudie

Litteraturstudie är den primära metoden för denna uppsats. Data som genereras kommer stå som underlag för uppsatsens analys. Beträffande insamlingen av litteratur har metodboken av Eriksson Barajas, Forsberg, & Wengström (2013) verkat som inspiration och vägledning kring hur datainsamlingen utförs och hanterats. Värt att framhålla är att denna uppsats inte utför en systematisk litteraturstudie, utan enbart inspirerats av en del verktyg från en systematisk metod, av datainsamling i det första steget. Inledningsvis följde datainsamlingen en systematisk metod, men på grund av det specifika ämnet som utgör denna uppsats krävdes det ”friare” ramar, med andra ord har insamlingen av materialet krävt en mer öppen och rörlig process där material dels inhämtats från websidor, böcker och artiklar. Samtliga källor som hänvisas till i denna uppsats är källor på vetenskaplig grund. För den här studien innebär det att artiklar, böcker och websidor är skrivna av väletablerade forskare inom ramen för det neurovetenskapliga området¹ Den ”firare” processen kommer att beskrivas nedan (Resultatet av urvalet återfinns i Bilaga 1).

¹ Begreppet ”vetenskaplig grund” kan i sig problematiseras (för vidare läsning se även Aronssons, kommande avhandling som problematiserar begreppet i relation till beprövad erfarenhet och vilka konsekvenser det neurovetenskapliga fältet kan få för förskolan). För den här studien antas Skolverkets (2019) definition: ”Vetenskaplig grund innebär att kritiskt granska, pröva och sätta enskilda faktakunskaper i ett sammanhang samt söka efter förklaringar och orsakssamband i tillgänglig relevant forskning”. Därmed kan det sägas att den vetenskapliga grunden för den här studien representeras av olika texter inom ramen för det neurovetenskapliga området, som är skrivna av väletablerade forskare inom fältet.

Genomförande samt urval och avgränsningar

Inledningsvis var de olika steg som Eriksson Barajas et al. (2013) beskriver behjälpliga i urvalsprocessen av litteratur. Förmågan att söka i databaser handlar om att formulera rätt frågor och utifrån frågeställningen bestäms kriterier för sökningen, efter det kan sökbegrepp definieras och databas väljas ut (Eriksson Barajas et al., 2013). Det första steget var därmed att sökord definierades; ”Teacher education and neuroscience” och ”Teacher training program and neuroscience”, ”Neuroscience, preschool, education” dessa översattes även till svenska, där jag laborerade med flera konstellationer utan framgångsrikt resultat. Faktum är att inga resultat visade sig på svenska. Det jag huvudsakligen tittade på var om källorna i titel, inledning eller sammanfattning lyfte ett innehåll där neurovetenskap inkommer till utbildning för lärare. Viktigt var även att inkludera enbart utvärderade artiklar (peer-review) på språk som jag behärskar, svenska och engelska.

De databaser som jag hade tillgång till och som användes var; SUB (Stockholms Universitetsbibliotek), Early Childhood Education Journal (forskning om barn i förskoleåldern), Scandinavian Journal of Education Research (nordisk tidskrift med internationell spridning), Nordic Base of Early Childhood Education and Care (NB-ECEC), Google Scholar och PsycInfo.

Sökorden gav upphov till få resultat över samtliga databaser, enbart två artiklar återfanns som låg väldigt nära mitt specifika ämne. Att förändra sökorden för mycket var enligt min mening inte en framgångsrik faktor, då jag endast kom längre bort ifrån ämnet. Jag tog därmed beslutet att även inkludera artiklar som hade ämnet i fokus. Resultatet av inhämtat datamaterial blev i slutändan en kombination av ett varierat material som har samma fokus men de valdes även ut då de ansågs angripa ämnet på något olika vis. Vissa bidrar med konkreta exempel på hur neurovetenskapliga upptäckter kan informera den direkta förskolekontexten, eller hur neurovetenskaplig kunskap kan delges genom utbildning antingen i en verklig kontext, online eller via litteratur som riktar sig till lärare.

I samband med min litteratursökning valde jag att exkludera meta-analyser, litteraturstudier, enkätundersökningar, studier som inbegriper att lärare ska införskaffa neurovetenskaplig kunskap relaterat till ett specifikt ämne ex; intellektuella svårigheter och speciella behov. Dock fick jag utvidga mina kriterier och mitt urval från att inledningsvis enbart tänkt att omfatta vetenskapliga artiklar, till att även inkludera websidor och böcker. Ett val som anses vara rimligt eftersom böcker och websidor i stor utsträckning är källor som lärare förmodligen vänder sig till för att skapa kunskap.

Jag ser denna uppsats som ett inledande försök till att lyfta ett viktigt ämne, vilket är studiens styrka, och diskutera några varierande exempel inom området, vilket kan uppmuntra till vidare forskning och diskussioner. En svaghet med metoden är att den inte är replikerbar, då det är svårt att helt redogöra för processen kring hur material har samlats in. Min friare sökning var en nödvändig justering för att möjliggöra att min forskningsfråga skulle besvaras.

En styrka kan även beskrivas vara det faktum att metoden visar att det inte genomförts speciellt många insatser att inkorporera neurovetenskaplig kunskap till lärarutbildning, vilket visar på vikten av att ämnet lyfts och diskuteras med förhoppningen om att det kan bidra till att det i framtiden går att finna en mängd bidrag till ämnet.

Databearbetning och analysmetod

Toxic stress model ”teori som metod”

Relationen mellan studiens metateori Relationell utvecklingssystem teori och *Toxic stress model* kan som tidigare nämnts bäst förstås utifrån den centrala innebörden av begreppet Holism att delarna bygger upp helheten samtidigt som helheten definierar delarna (Overton, 2013), något som framgår med tydlighet i modellens utformning. Relationen mellan studiens underliggande teori neuroplasticitet och *Toxic stress Model* är att modellen konstitueras övergripande av hela iden om att biologi och miljö är i ett ömsesidigt samspel, vilket påverkar barn epigenetiskt, en process som möjliggörs just av neuroplasticitet.

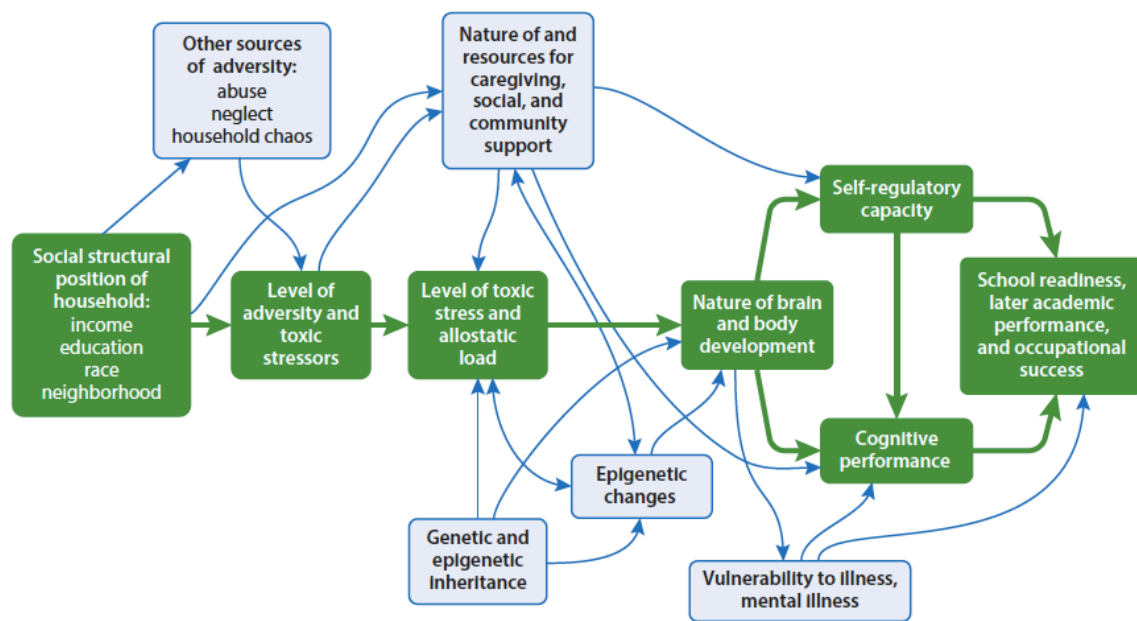


Fig 1 (McEwen & McEwen 2017, s. 449)

När data analyserats har de olika delar som konstituerar *Toxic stress model* varit behjälpliga för att spåra och analysera enskildheter likväl som att se hur enskildheterna förhåller sig till varandra, såväl som ett behjälpligt verktyg att skapa en djupare förståelse för enskildheternas unika karaktärer (Overton, 2013). *Toxic stress model* (McEwen & McEwen, 2017) illustrerar tydligt hur delarna inte går att skilja från varandra, på ett eller annat sätt påverkar olika områden andra områden, delarna är således som beskrivet sammanlänkade och konstituerar tillsammans en helhet. Modellen används som en "lins" mellan mig analysmaterialet och processen har inneburit att jag inledningsvis har försökt plocka ut enskildheter (information) från ett större sammanhang (analysmaterialet), och samtidigt försöka se hur dessa står i relation till varandra. Därefter har jag försökt närma mig en djupare förståelse för vissa delars unika identiteter och vad som karaktäriserar dessa. Analysen omfattas av att fokusera på enskilda delar, men även helheten, där helheten utifrån mitt val av metod är just *Toxic stress model*. Genom att upprepat zooma in (enskilda delar) och zooma ut (helheten) på analysmaterialet kommer modellen verka mellan mig och det studerade materialet. Jag analyserar materialet genom modellen som "lins" för att försöka se vart analysmaterialet tar sin startpunkt samt för att se vad som framförallt framträder. Analysprocessen kräver en flexibilitet i förhållande till att

”zooma in och zooma ut” eftersom analysmaterialen innehåller olika strukturer och närmanden (se Bilaga 1).

Forskningsetiska överväganden och studiens kvalitet

Litteraturstudie och analysmetod

En styrka med denna litteraturstudie och dess friare ramar är att den tillåter för mig som forskare att ställa nya frågor som behöver besvaras av de båda fälten (ett arbete som beskrivet pågår, men kräver ett fortsatt engagemang) (Cohen et al., 2018). Jag anser att studiens kvalitet ligger mycket i att uppsatsen har vetenskaplig kreativitet likväl som att den är nyskapande och innovativ (Vetenskapsrådet, 2018). Forskningens design, och forskningen i sig själv har en etisk plikt att uppvisa kvalitet, dålig utförd forskning framhålls vara ett etikbrott (Farrimond, 2013 i Cohen et al., 2018). Hammersley och Traianou (2012, i Cohen et al., 2018) menar att forskningsetik inte enbart handlar om att behandla människor korrekt, utan det handlar även om processuella frågor som rättigheter, intressen och skyldigheter, likväl som den primära skyldigheten att forskningen ska bidra till tillförlitlig och signifikant kunskap. Cohen et al. (2018) skriver att det är oetiskt för en forskare att vara inkompetent i förhållande till det valda forskningsområdet och kompetens kräver således träning. Ovan beskrivna etiska aspekter har följt med mig under processens gång. Ämnet som utgör grunden för denna uppsats är neurovetenskaplig kunskap, vilket är nästintill helt nytt för mig vilket pekar på min novis inom området. Detta har inneburit att jag är medveten om mina begränsningar. För att öka studiens reliabilitet har jag varit noggrann med att det innehåll som skrivs fram i analysen återges korrekt, därmed har jag upprepat återgått till materialet för att säkerställa att min översättning från engelska till svenska tillika min novis inom området inte har påverkat innehållet (Cohen et al., 2018).

För att stärka studiens interna validitet har jag försökt att tydligt beskriva analysprocessen (se Teori som metod), likväl som att jag försökt att tydligt förmedla vad som är tolkningar tillika vad som hämtats direkt från materialet (se analys och resultat). En etisk aspekt ligger i just begreppet ”tolkning”. Cohen et al. (2018) skriver att när man samlar in, organiserar, analyserar, tolkar samt presenterar data ställs forskaren inför flera beslut och frågor. Eftersom data och tolkning oundvikligen är kombinerade finns det en risk för att forskarens subjektiva blick leder henne till att vara överselektiv och/eller icke-representativ (Cohen et al., 2018). Beträffande studiens interna validitet har jag därmed försökt motverka personligt bias genom att jag tydligt beskrivit med egen förförståelse (Cohen et al., 2017), bakgrund och utbildning (se Förord) likväl som att tolkningar i analys enbart gjorts med modellen av McEwen & McEwen (2017) som lins (se Resultat och analys).

Det finns inte ett rätt sätt att analysera och presentera kvalitativ data, utan hur en gör bör följas av *fitness for purpose* (Cohen et al., 2018). Utifrån *fitness for purpose* anses modellen av McEwen och McEwen (2017) vara ett väl lämpat analysverktyg för att besvara studiens syfte och forskningsfrågor, vilket även bidrar till att fylla syftet med ”nyttan” av denna uppsats. Med andra ord, hur forskningsresultatet är viktigt och för vem? (Vetenskapsrådet, 2017). Kunskapsproduktionen som skapas inom ramen för denna studie anses vara av nytta för framförallt ett fortsatt arbete med att införa neurovetenskaplig kunskap till forskolläraryrket, likväl som ett bidrag som kan uppmana yrkesverksamma i förskolan att engagera sig mer i frågor som berör ämnet. Beträffande denna

kvalitativa studies externa validitet går det inte att definiera en generaliserbarhet (Cohen et al., 2018) utan bidraget syftar till snarare till att läsaren själv får avgöra resultatets relevans.

Resultat och analys

Översättningar av neurovetenskapliga bevis för en bredare publik

I denna artikel beskriver Shonkoff & Bales (2011) en 7-årig process av ett gemensamt tvärvetenskapligt arbete mellan neuroforskare, barnläkare, ekonomer, kommunikationsforskare och utvecklingspsykologer. Samarbetet mellan dessa experter grundades i ett gemensamt intresse för att skapa en ”kärnberättelse” om barns utveckling, samt simplifierade metaforer som kan verka för att förklara komplexa vetenskapliga koncept till icke-forskare. Syftet med artikeln är att uppmana till ett mer systematiskt och empiriskt närmande av kunskapsöverföring, samt understryka behovet av att se översättning av vetenskap till politik och praktik som en viktig akademisk strävan i sin egen rätt (Shonkoff & Bales, 2011).

Kärnberättelsen framhåller den simplifierade metaforen *Brain architecture* vilken metaforiskt beskrivs som att hjärnans konstruktion kan jämföras med en byggnadsställning, där arkitekturen konstrueras genom en ständigt pågående process som inleds före födseln och fortsätter upp i vuxen ålder. Arkitekturen kan antingen konstrueras till att inneha en skör eller stabil grund, vilket påverkar framtida förmågor och beteenden. Dessa beteenden framhålls simplifierat vara kognitiva, emotionella och sociala förmågor som oupplösligen hänger samman med varandra och har betydelse för aspekter så som lärande, fysisk och mental hälsa. Alla dessa domän beskrivs vara ömsesidigt beroende eftersom det inte är möjligt att påverka en domän utan att påverka en annan (Shonkoff & Bales, 2011). Metaforen kan tolkas närma sig neuroplasticitet på en övergripande nivå av analys, där läsaren delges information kring att de tidiga åren i livet är av betydelse eftersom tidiga erfarenheter har effekt på den mognande hjärnans arkitektur (Shonkoff & Bales, 2011). Kärnberättelsen har i likhet med *Toxic Stress Model* ett holistiskt perspektiv som erkänner hur enskilda delar är ömsesidigt beroende, med beskrivningar som sträcker sig från neurobiologisk nivå till miljömässig nivå, vilket illustrerar just hur barn epigenetiskt påverkas av relationen mellan *nature* och *nurture* (arv och miljö) som ett resultat av hjärnans plastiska förmåga (McEwen & McEwen, 2017; Leisman et al., 2015; Overton et al., 2015).

I linje med *Toxic stress model* angriper kärnberättelsen en miljömässig analys kring vad som påverkar hjärnans arkitektur med hjälp av den simplifierade metaforen *Serve and return* (Shonkoff & Bales, 2011; McEwen & McEwen, 2017). *Serve and return* omfattar delar i den teoretiska modellen (McEwen & McEwen, 2017) som handlar om både epigenetik och socialt stöd, med särskild betoning på den proximala processen mellan vuxen och barn. Det sociala stödet handlar om vilka erfarenheter barnet får, och denna erfarenhet utgår ifrån kvaliteten på just *Serve and return* (Shonkoff & Bales, 2011). Metaforen härstammar från hur processen ser ut när man spelar tennis, man passar en boll och väntar på att den ska återvända. En liknelse av detta görs till hur väldigt små barn söker interaktion med andra, verbalt, genom ansiktsuttryck och gester (*serve*). Om vuxna inte responderar (*return*) på dessa inviter till interaktion så störs barnets lärandeprocess (Shonkoff & Bales, 2011). Epigenetik

relaterar i detta fall till hur barn naturligt redan från födseln söker kontakt (arv) till huruvida de bekräftas av vuxna som antingen responderar till barnets behov eller inte (miljö) (McEwen & McEwen, 2017). Metaforen *Serve and return* tolkas riktas mot vårdnadshavare, då det återkommande poängteras att en stabil grund bör etableras tidigt i barns liv;

Brain plasticity and the ability to change behavior decrease over time. Consequently, getting it right early leads to better outcomes and is less costly, to society and to individuals, than trying to fix it later. We can pay now or we will pay more later for society's failure to promote healthy development in the earliest years of life (Shonkoff & Bales, 2011, s. 23).

Trots att metaforen *Serve and return* blir begriplig i och med dess tydliga förankring i en metafor de flesta förmodligen kan relatera till är frågan hur metaforen har förmåga till att införlivas av exempelvis vårdnadshavare som upplever en hög nivå av stress? Beträffande citatet ovan vill jag därmed lägga betoning vid begreppet *society* och mena att barns utveckling är en gemensam angelägenhet och människor som arbetar med barn har en möjlighet att bidra till en förbättrad livskvalité för barn eftersom "...High-quality child care that can protect against the effects of toxic stressors or that, because of the brain's plasticity, can later reverse some of the effects of such stressors (McEwen & McEwen 2017, s. 449).

Kärnberättelsen länkar samman de två ovan nämnda metaforerna genom att lägga betoning vid att kvaliteten på de relationer som omger barn är starkt sammankopplade med skapandet av hjärnans arkitektur (Shonkoff & Bales, 2011). Betoning på mänskliga relationers påverkan framträder även tydligt utifrån *Toxic stress model* där relationer förstås förutsätta utvecklingen av både hjärna och kropp (McEwen & McEwen, 2017). Exempelvis kan den socioekonomiska statusen barn lever i påverka hjärnans nervbanor, vilka är viktiga i tillägandet av förmågor som språklig och socioemotionell utveckling, minne, uppmärksamhet och exekutiva funktioner (Coch, 2018; Zalazo & Carlson, 2012). Lägre socioekonomisk status har i större utsträckning visat sig ha en mer negativ påverkan på barns kognitiva funktioner på neurobiologisk samt beteendemässig nivå i förhållande till barn från högre socioekonomiska förhållanden (McEwen & McEwen, 2017; Ursache & Noble, 2016; Zelazo & Carlson, 2012). Sett utifrån *Toxic stress model* berör kärnberättelsen en övergripande beskrivning av anledningen till att lägre socioekonomiska förutsättningar riskerar bidra till negativa utfall, där det framgår att extrem fattigdom, fysisk misshandel, kronisk försummelse, moderlig depression, missbruk inom familjen och andra riskfaktorer kan orsaka ohälsosam stress (Shonkoff & Bales, 2011) något som med tydlighet utifrån *Toxic Stress model* påverkar vuxnas uppfostringsstil och beteenden (Kiernan & Huerta, 2008 i McEwen & McEwen, 2017). Variationen på vårdnadshavares uppfostringsstil kan även vara influerat av huruvida de själva upplevt ohälsosam stress som barn (McEwen & McEwen, 2017).

Stress är således en central mekanism i *Toxic stress model* (McEwen & McEwen, 2017), likväl som i kärnberättelsens simplifierade modell *Types of stress* (Shonkoff & Bales, 2011). *Types of stress* omfattar epigenetik i allra högsta grad, där nivåerna av analys går som dubbelriktade pilar mellan miljö och biologi. *Types of stress* innebär tre olika former av stresserfarenheter; positiv stress, normativ stress och ohälsosam stress, som samtliga kännetecknas av olika intensitet och varaktighet av höjningar i hjärtfrekvens, blodtryck och mängden stresshormoner (så som kortisol) (Shonkoff & Bales, 2011). Den sistnämnda stresserfarenheten, ohälsosam stress (*toxic stress*) är den typ av stress som är mer långvarig och kan orsaka skada på hjärnans utveckling och andra organ, vilket i sin tur leder till livslånga problem (ex, inlärning, beteende, och mental och fysisk ohälsa) (Shonkoff & Bales, 2011). Utifrån *Toxic Stress Model* kan information berika kärnberättelsen där modellen framhåller att neurala kretsar inom den prefrontala hjärnbarken spelar en central roll i hanteringen av stress, där ohälsosam stress innebär en förändring i hjärnans struktur och funktion (McEwen & McEwen, 2017). En

konsekvens av denna förändring i hjärnans struktur och funktion är att beteendemässiga och känslomässiga aspekter så som självreglering, arbetsminne och exekutiva funktioner äventyras (Shonkoff, 2012 i McEwen & McEwen, 2017), där förmågan till självreglering och kognitiv prestation är aspekter som är starkt relaterade till huruvida barn är skolredo eller inte (McEwen & McEwen, 2017). Prefrontala hjärnbarken är således ett system som till stor del påverkas av kronisk och konstant återkommande stressfulla miljömässiga inslag, detta beror till stor del på systemets långsamma mognad (OECD, 2007). Dock innebär dess långsamma mognad även att det finns förmåga till en ”omkoppling” inom systemet genom senare interventioner (Pechtel & Pizzagalli, 2011 i McEwen & McEwen, 2017) vilket är värdefull kunskap för utbildningspraktiken att ta hänsyn till och vara medvetna om för att kunna bidra till att optimera alla barns utveckling.

De tre simplificerade metaforerna *Serve and Return*, *Toxic Stress* och *Brain architecture* som informerar och utgör grunden för ”kärnberättelsen om barns utveckling” visar tydligt på aspekten av neuroplasticitet. Med andra ord hur omkringliggande faktorer kan påverka barns biologiska mekanismer både positivt och negativt. Trots att metaforerna är simplificerade kan de vara svårt att skapa sig en full förståelse för det neurovetenskapliga perspektivet utan en grundläggande förförståelse.

Lärarytveckling med fokus på neurovetenskap

Brain U är namnet på en två-veckors sommarkurs med syftet att lära ut grundläggande neurovetenskapliga principer till lärare för att förbättra deras men även studenters kunskap om neurovetenskap, och hur denna kunskap kan omsättas i praktiken (Dubinsky, Roehrig, & Varma, S. 2013). Sommarkursen innehöll workshops som till stor del omfattades av det centrala temat plasticitet; ”...the ever changing communication that occurs at synapses and underpins learning-with examples from normal behaviors, development, drug use and disease” (Dubinsky et al., 2013, s. 320). Dubinsky et al. (2013) framhåller att det var relativt svårt att designa neurovetenskapliga workshops på ett tidsspänn mellan 1 till 2 veckor eftersom neurovetenskapen är en stor disciplin. Sommarkursen utgår ifrån en lista med åtta punkter som heter *How the Neuroscience Core Concepts Inform Teaching and Learning* (Society for Neuroscience, 2008 i Dubinsky et al., 2013). Denna punktlista transformerades sedan till ytterligare en lista med punkterna A till H. Dessa punkter innehåller de grundläggande koncepten från den ursprungliga listan men utarbetades till ett material som avsågs vara mer praktiktäna med benämningen *Neuroscience Learning Concepts Relevant to the Education Community* (Dubinsky et al., 2013).

Jag har valt att framhålla den första punkten A i *Neuroscience learning concepts* (Dubinsky et al., 2013). Punkt A underbyggs av två stycken punkter från *Neuroscience core concepts*: 1: Neuroner kommunicerar genom användandet av både elektriska och kemiska signaler, 2: livserfarenheter förändrar nervsystemet. Dessa två koncept kopplas i sin tur samman med generella implikationer för lärande: 1: Plasticiteten av kemiska synaptiska överföringar bidrar till en cellulär grund för lärande och minne, 2: Kommunikation mellan neuronerna stärks eller försvagas i förhållande till om och när de aktiveras (Dubinsky, et al., 2013). Denna information bidrog sedan till att formulera Punkt A i *Neuroscience learning concepts* som framhåller att: Lärande stärker en uppsättning elektriska och kemiska händelser hos enskilda neuronerna som med tiden resulterar i funktionella föreningar fördelade över hela hjärnan. Förmågan att minnas öppnar således upp för synaptiska uppsättningar och ytterligare plasticitet (Dubinsky et al., 2013).

Dubinsky et al. (2013) framhåller hur neurovetenskapliga lärandekoncept liksom det ovan har förmågan att direkt guida både yrkesverksamma lärare tillika lärare inom utbildning. Antagandet understöds av de bevis som presenteras vilka pekar på att *Brain U* varit framgångsrikt program (Dubinsky et al., 2013). Observationer gjordes i klassrum för att mäta effekterna av *Brain U*, mätningarna utfördes mellan de som hade genomfört sommarkursen och kontrollgrupp som hade ”verksamhet som vanligt”. Resultatet visade att lärare som genomgått *Brain U* uppvisade större förmåga till en så kallad ”student centrerad pedagogik”. Dessutom genomfördes en objektiv mätning av neurovetenskaplig kunskap om 11 frågor med flera svarsalternativ, där resultatet pekade på en tillförlitlig ökning från pre- och posttest (Dubinsky et al., 2013)

Resultatet pekar på att lärare som fått kunskap om grundläggande biologiska baserna för lärande och minne tillika hjärnans inneboende plasticitet gav dem en mer positiv attityd till studenters förmåga till att utvecklas och lära. Dessutom ansåg lärare att deras kunskap om hjärnans mognad ökade deras tålamod och uppmuntran gentemot elever som visade impulsivitet (Dubinsky et al., 2013).

Sett utifrån *Toxic stress model* är det flera aspekter som kan förstås få lite uppmärksamhet och som anses vara av betydelse för lärare att få grundligare kunskap om. Utifrån de grundläggande koncepten som beskrivs utgöra kunskapsområdet i *Brain U* är det tydligt att de förvisso tar hänsyn till miljömässiga influenser, men att beskrivningen framförallt ligger på en neurobiologisk nivå av analys. Det framgår även tydligt att sammankopplingar mellan neuroner i hjärnan är beroende av omkringliggande faktorer som individer möter i miljön (Dubinsky et al., 2013) vilket visar på att koncepten tar hänsyn till epigenetik och relationen mellan *nature* och *nurture*. Det framhålls att studenters öden inte bör förstås som ett val mellan att antingen se deras utveckling som inneboende, biologisk (*nature*) eller socialt skapad (*nurture*), utan snarare bör utveckling ses som en ömsesidig interaktion dessa emellan (Dubinsky et al., 2013). Sett utifrån *Toxic stress model* diskuterar Dubinsky et al. (2013) aspekten av miljöns betydelse specifikt när de belyser hur neurovetenskaplig kunskap har en viktig betydelse för lärarprofessionen. Författarna framhåller att införandet av neurovetenskaplig kunskap till lärare kan bidra till att lärare ser sig själva som ”... designers of experience that ultimately change students brains” (Dubinsky et al., 2013, s. 318). Neurovetenskaplig kunskap anses därmed bidra till lärarnas ökade förståelse för att synapser är föränderliga likväl som att neurala kretsar utvecklas och stärks utifrån erfarenheter, med betoning på att alla erfarenheter inkluderat lek, formellt och informellt lärande är fundamentalt för alla som antar sig en guidande och instruktiv roll (Dubinsky et al., 2013). Sett utifrån *Toxic Stress Model* närmar sig inte Dubinsky et al. (2013) någon bredare miljömässig analys, där hänsyn exempelvis tas till hur barns hemmarelationer ser ut, och hur dessa kan ha effekt på barns lärande och utveckling (McEwen & McEwen, 2017).

Det framhålls hur lärare efter *Brain U* “...understood better how stress in students backgrounds could influence their biological starting points for learning and performing in school” (Dubinsky et al., 2013, s. 324) men detta beskrivs inte i relation till de förmågor som enligt *Toxic stress model* påverkas av stress, det vill säga kognitiva färdigheter och självreglering (McEwen & McEwen, 2017). Denna typ av kunskap kan förstås som viktig för lärare att få djupare förståelse för, då dessa förmågor enligt *Toxic stress model* står i relation till barns nuvarande och framtida skolgång och livsbana (McEwen & McEwen, 2017). Enligt *Toxic stress model* kan motgångar som barn möter tidigt i livet; exempelvis om de ingår i en familj som har stora ekonomiska besvär, blir misshandlade, eller har föräldrar som har psykiska sjukdomar leda till långvariga kroppsliga stressreaktioner hos spädbarn och yngre barn. Ohälsosam stress överbelastar kroppens förmåga till att behålla homeostas vilket skapar ett obalanserat fysiologiskt tillstånd, även kallat allostatisk belastning/överbelastning. Denna överbelastning påverkar i sin tur viktiga aspekter av hjärnans utveckling tillika andra kroppsliga system, något som har effekt

under hela livet med speciell betoning på just den kognitiva prestandan, självreglering samt fysisk och psykisk ohälsa (McEwen & McEwen, 2017).

Viktigt att framhålla i detta som inte belyses tillräckligt i *Neuroscience learning concepts* (Dubinsky et al., 2013) är en analys av de system i hjärnan som påverkas av stress och som står i relation till förmågor som självreglering och kognitiv prestanda. Det framhålls inte heller att hjärnans olika system innehåller olika utvecklingsbanor, vilket är viktig kunskap för lärare att tillhandahålla, speciellt beträffande hur viktig förskoleåren är med tanke på att det är då hjärnan undgår en känslig period och är extra mottaglig för miljömässiga influenser (Björklund & Causey, 2017; Merz & Noble, 2017; Zelazo & Carlson, 2012).

De neurala kretsarna i den prefrontala hjärnbarken spelar en avgörande roll i hanteringen av stress, dock förändrar ohälsosam stress den prefrontala hjärnbarkens struktur och funktion när nervceller frisätter hormoner och neurotransmittorer (McEwen & Morrison, 2013 i McEwen & McEwen, 2017). Ett annat system som också förutom den prefrontala hjärnbarken påverkas av ohälsosam stress är hjärnans limbiska system som omfattas av tre regioner i hjärnan vilka är hypotalamus, hippocampus och amygdala (McEwen & McEwen, 2017). Trots denna övergripande och förenklade beskrivning av systemen och dess relation till stress och varandra är det ändå tydligt hur stor omfattning av hjärnans olika regioner som faktiskt påverkas negativt, vilket som beskrivet är avgörande för en gynnsam utveckling av förmågor som självreglering, arbetsminne och exekutiva funktioner (Shonkoff, 2012 i McEwen & McEwen, 2017).

Barn med svaga regleringsförmågor tenderar att inneha svårigheter i relationer med vänner samt en ökad benägenhet att utmana vuxna omkring dem (McEwen & McEwen, 2017). McEwen och McEwen (2017) skriver att effekterna av ogynnsamma förhållanden som omger barn har en negativ påverkan på deras utveckling, något som kan förbättras av starka, stödjande vuxna i en välordnad social miljö. Positiva, stödjande interaktioner med vuxna i kontexten av institutionella strukturer spelar sålunda en central roll i en sund utveckling (Blair & Raver, 2015). Tack vare hjärnans plastiska förmåga kan både kognitiv kapacitet och självreglering omformas under barndomen, tonårstiden samt även i ung vuxen ålder med rätt kombination av sociala ingrepp på både makronivå och mikronivå (McEwen & McEwen, 2017). Ett budskap som är av vikt för alla som arbetar med barn att vara medvetna om eftersom det potentiellt öppnar upp för att optimera varje barns livsbana i positiv riktning.

Digitala verktyg, konst och neurovetenskap i förskolans praktik

Grushka, Hope, Clement, Lawry, & Devine (2018) beskriver undersökandet och sambandet mellan neurovetenskap, konst och lärande med pedagogiken *New visuality*. *New Visuality* är en pedagogik som betonar att barn är kunskapsskapare genom att de får fördjupa sig i begrepp tillika bygga en förmåga att föra resonemang på en ”högre nivå av tänkande” (Grushka et al., 2018). *New visuality* kan beskrivas vara en konst och vetenskapspedagogik som utmanar lärare att tänka annorlunda kring läroplanen, att se barn som kunskapsskapare, samt erbjuder en ny blick på rollen av ny digital media. Digital visuell pedagogik och forskning från neurovetenskap utmanar lärare att engagera sig i ett kognitivt arbete med bilder då de provocerar nya förståelser om uppfattning, kognition, minne och känslor likväl som att de öppnar upp för en syn på elever som unika, aktiva och förkroppsligade (*embodied*) (Grushka et al., 2018). En tolkning varför detta bidrag är relevant i förhållande till uppsatsen syfte är för att den öppnar upp för en möjlighet till hur digitala verktyg i en ömsesidig

relation med barn skulle kunna analyseras utifrån ett neurovetenskapligt perspektiv på utveckling och lärande.

New visibility beskrivs tillåta barn att maximera deras spänning och engagemang till att lära, likväl som att pedagogiken erbjuder nya möjligheter till barns kreativa potential att representera sina egna erfarenheter/upplevelser (Grushka et al., 2018). Författarna problematiserar nuvarande läroplaners strukturer och menar att människans hjärna inte är utformad för dessa typer av föreskrifter (Grushka et al., 2018). Forskningsprojektet som artikeln beskriver tar inspiration från både filosofi och neurovetenskap, där en gemensamhet spårats och beskrivs vara hur både kognition och lärande är närvarande både inom konst och vetenskap, likväl som att lärande utifrån de båda perspektiven tolkas vara ”experimentellt inbäddad i erfarenhet” (Grushka et al., 2018).

För att illustrera vikten av digitala bilder i lärandemiljöer presenterar forskningen två studier (barn 3-5 år samt tonåringar 15-17 år) vilka avtäckes hur ”... the digital camera, and the images it processes, can be used as cognitive tools in the investigation of holistic real-world phenomena for learning” (Grushka et al., 2018, s. 324)

Barn i åldrarna 3 till 5 år delgavs digitalkamera och utan instruktioner från en vuxen uppmanades dem att använda verktyget. Studien visade hur barnen i och med detta fattade sina egna beslut kring hur verktyget skulle användas och på så vis skapade de själva mening av den värld de lever i (Grushka et al., 2018). Barnen tilläts använda kameran så länge de önskade likväl som att de själva bestämde vad som fascinerade dem. Pedagogiken framhålls utmana och utveckla tänkandet om att den lingvistiska semiotiken är dominerande i lärande, där visuella semiotiska former förklaras vara en minst lika viktig aspekt (Jappy, 2013; Jay, 1996; Nöth, 2011 i Grushka et al., 2018). Studien visar hur barns fotografier fungerar som ett verktyg varvid barn kan engagera sig direkt med världen och kreativt representera den, detta framhålls som betydande när skrift och tal är mindre benägna att fylla sin roll (Grushka et al., 2018). Den visuella uttrycksformen bör tilläggningsvis inte förstås som en förlängning av den lingvistiska semiotiken utan snarare som ett visuellt uttryckssätt som speglar underliggande hjärnstrukturer vilka framträder i förhållande till bilden (Grushka et al., 2018). Författarna framhåller vikten av att de lärandesituationer som ligger till grund för studien inte har mening om lärare inte har förmågan att göra relevanta kopplingar mellan olika perspektiv så som vetenskapliga och konstnärliga observationer, olika sätt att tänka om hur man kan representera kunskap, likväl som att erbjuda barn en rad uppsättning möjligheter att uttrycka sig på (Grushka et al., 2018)

Eftersom det finns en mängd aspekter av *Toxic stress model* som inte berörs i denna artikel kommer jag försöka mig på att göra just vidare kopplingar av hur *New visibility skulle kunna förstås beröra* flera aspekter ur *Toxic stress model* (McEwen & McEwen, 2017).

En tolkning är att Grushka et al. (2018) positionerar förskolan som en arena skild från skolan, en arena som bör lägga vikt vid andra aspekter än strikta akademiska uppgifter. Detta baseras på påståendet att; ”Too often students are required to learn through the dominant text-based literacy and numeracy and value facts and data over the creative integration of ideas” (Diaz & McKenna, 2017 i Grushka et al., 2018, s. 322). De aspekter som framförallt betonas som viktiga av Grushka et al. (2018) i förhållande till *New Visibility* är barns kunskapsskapande, sensoriska upplevelser, interaktioner, kreativitet, sammanhang där *embodied* är ett centralt ord (Grushka et al., 2018). Enligt *Toxic Stress model* kan *New visibility* därmed förstås beröra den ömsesidiga relationen mellan *nature/nurture* och epigenetik (McEwen & McEwen, 2017).

I och med att *New visibility* öppnar upp för ytterligare ett sätt för barn att uttrycka sig på kan pedagogiken utifrån *Toxic stress model* förstås fungera som ”avslöjande” utifrån två olika perspektiv.

McEwen och McEwen (2017) beskriver att barn med en svag självregleringsförmåga och sämre exekutiv funktion upplever en ökad svårighet att rikta uppmärksamhet, organisera, likväl som att kontrollera aggression och engagera sig i planering. Skulle ett barn med en kamera kunna avslöja dessa typer av svårigheter, har barnet svårt att utföra uppgiften? Hur reagerar barnet när tekniken inte fungerar? Kan barnet hålla den uppmärksamheten som krävs för utförandet? Å andra sidan skulle detta specifika barns individuella bilder, om några sådana tas, kunna avslöja barnets egna värld, intressen och således delge pedagoger en förståelse för vad som intresserar barnet vilket kan vara en potentiell öppning för ett fortsatt utforskande, nya erfarenheter och interaktioner mellan pedagog-barn.

Eftersom framväxten av epigenetik och neurovetenskaplig forskning om hjärnans utveckling tillika hjärnans plasticitet gör det tydligt hur sociala miljöer spelar en avgörande roll i formandet och omformandet av biologiska egenskaper som i sin tur influerar det sociala beteendet, blir det möjligt att se ovan beskriva ”avslöjanden” som värdefulla bidrag för pedagoger att kunna påverka barns sociala beteende. Om det är så att det är dessa typer av reflektioner författarna uppmanar lärare att göra, beträffande de situationer som uppstår inom ramen för den specifika pedagogiken *New visibility*, skulle det enligt *Toxic stress model* i sin tur kunna leda till att barn blir bättre förberedda för framtida skolgång (McEwen & McEwen, 2017).

Kvaliteten på det föräldraskap barn får beskrivs enligt McEwen & McEwen (2017) ha effekter på barnets språkliga utveckling vilket i sin tur får betydelse både för hjärnans utveckling likväl som senare akademisk prestation. Forskning visar på att barn från låginkomstfamiljer hade utvecklat mindre en halva ordförrådet i jämförelse med barn från familjer med hög ekonomisk status (Hart & Risley, 1995 i McEwen & McEwen, 2017). Utifrån *New visibility* kan digitala verktyg förstås bidra till barns kreativa representation, vilket beskrivs vara speciellt viktigt när barn ännu inte har förmågan till att skriva eller när det verbala talet är mindre förmöget att fylla rollen (Grushka et al., 2018). En möjlig tolkning är att de barn som ännu inte skapat ett utvecklat verbalt språk ges chans att uttrycka sig på ett annat sätt, vilket i sin tur kan bidra till att pedagoger kan skapa en förståelse för vad barnet vill uttrycka. Digitala verktyg kan i och med det även förstås uppmana till kommunikation mellan pedagog-barn (*Serve and return*) (McEwen & McEwen, 2017) där en ökad exponering av det verbala språket således skulle kunna bidra till ett ökat ordförråd.

Neurovetenskap för lärare

Boken skriven av Churches, Dommett, Devonshire (2017) beskrivs syfta till att neurovetenskap och utbildning ska interageras mer effektivt samt utveckla en djupare kollaboration fälten emellan. Författarna framhåller att det har varit en utmanande uppgift att författa boken och att de därav försökt vara selektiva i deras presentation snarare än heltäckande. Informationen som presenteras är således bevis från neurovetenskap som författarna anser är av direkt användning för lärare (Churches et al., 2017).

Inledningsvis framhåller Churches et al. (2017) att om en lärare ska förstå hur neurovetenskapliga bevis ska kunna appliceras på undervisning krävs det först och främst en förståelse för vad neurovetenskap är och enligt författarna är neurovetenskap just vetenskap om nervsystemet. Dessutom framhåller Churches et al. (2017) tydligt att lärare behöver utveckla *scientific literacy*. *Scientific literacy* innebär att lärare behöver utveckla förmågan att se vad neurovetenskapliga bevis verkligen pekar på, vilket skulle innebära ett steg ifrån många av de myter om lärande och hjärnan som intagit utbildning och populärlitteratur (Churches et al., 2017).

Trots att neurovetenskap tekniskt sätt täcks av studier om hela nervsystemet har en mängd tidigare forskning fokuserat specifikt på hjärnan, det är just dessa studier som beskrivs vara mest relevant för lärare att ta del av och såldes denna typ av studier som får utrymme i boken (Churches et al., 2017). Det som fokuseras och framhålls först i boken är en strukturell nivå av analys med specifikt fokus på hjärnans olika delar och områden, dess placeringar och olika egenskaper (Churches et al., 2017). Dock framhåller författarna att detta inte är något som speciellt mycket fokus behöver läggas vid eftersom i samband med lärande i klassrum fungerar hjärnan på ett högst integrerat vis och därmed behöver man aldrig tänka kring hjärnans grundläggande uppdelningar (Churches et al., 2017). Dock är det tydligt utifrån *Toxic stress Model* att olika system i hjärnan ansvarar för olika förmågor (Blair & Raver, 2015; McEwen & McEwen, 2017; Zalazo & Carlson, 2012) vilket ändå torde vara intressant och värdefull kunskap för lärare att reflektera kring, trots systemens ömsesidiga och relationella påverkan.

Churches et al. (2017) framhåller att vetenskapen om hjärnans förmåga till att förändras i mötet med omgivningen bidrar till en mer positiv bild på människans potential, tillskillnad från den syn som fanns innan kunskapen om plasticitet där förståelsen var att strukturen av människans hjärna inte förändras, vilket innebar att en människas intelligens ansågs som helt fixerad från en tidig ålder. Den nya förståelsen om plasticitet förstärker förmodligen det moraliska imperativet att minska ojämlikhet inom utbildning (Churches et al., 2017).

...one of the biggest advances in cognitive neuroscience and biological psychology over the last 30 years has been the realization that the relationship between the brain, behavior and learning is reciprocal. The brain controls behavior and learning, but in turn behavior and learning changes the brain, and the brain grows and develops in response to its environment. When you teach you literally change your students brains (Churches et al., 2017, s. 73).

Detta perspektiv framträder och går helt i linje med hur *Toxic stress model* är konstituerad, det vill säga att biologiska mekanismer inte anses som den primära orsaken till sociala utfall, utan snarare som beroende av sociala strukturer, relationer och interaktioner (McEwen & McEwen, 2018). *Toxic stress model* beskrivs förstärka sociologiska förklaringar genom att ta hänsyn till just biologiska processer, vilket resulterar i en förståelse för epigenetiska mekanismer (McEwen & McEwen, 2017) som att sociala ojämlikheter, med specifik betoning på de tidigaste åren i livet kan komma att förkroppsligas av barn (Krieger, 2005 i McEwen & McEwen, 2017). Det blir utifrån detta betydande att ta hänsyn till vetenskap om hjärnans plasticitet eftersom det innebär att sociala miljöer kan bidra till formandet och omformandet av biologiska egenskaper som i sin tur påverkar det sociala beteendet (McEwen & McEwen, 2017).

Det stöd och uppmuntran barn får att utveckla sin fulla potential kan enligt *Toxic stress model* förstås stå i samband med kvaliteten på det sociala nätverket som omger barn (McEwen & McEwen, 2017). En faktor som Churches et al. (2017) beskriver påverkar barns stressnivå är lärares beteende. Lärares sociala och emotionella kompetens och välmående kan vara viktiga för att utveckla stödjande lärar-barn relationer samt ett effektivt ledarskap i klassrum (Churches et al., 2017). Lärare uppmanas därmed att ställa sig frågan; ”What effects on stress (both mine and pupils’) do I see in the classroom, and can I do anything to reduce these if they become helpful?” (Churches et al., 2017, s. 124). Frågor som denna går i linje med *Toxic stress model* som framhåller hur ett stödjande socialt nätverk och samhälle kan förebygga, hjälpa eller överkomma effekter av ohälsosam stress på hjärnans utveckling tillika kognitiv prestation och självreglering (McEwen & McEwen, 2017). Å ena sidan kan barn som växer upp med ett starkt socialt stöd förstås påverkas positivt utifrån ett epigenetiskt perspektiv. Barn som å andra sidan inte innehar samma förutsättningar kan förstås påverkas negativt utifrån ett epigenetiskt perspektiv. Exempelvis, om ett barn har vårdnadshavare som av olika själ inte har en mentalt god

hälsa, ett liv kantat av ohälsosam stress eller om föräldrarna själva har växt upp med exponering av ohälsosam stress kan detta epigenetiskt påverka nästa generation (McEwen & McEwen, 2017).

Churches et al. (2017) framhåller känslor som ett högst relevant fenomen för lärare. Alla har känslor, men vad är det som påverkar dessa? Och hur påverkar känslor lärande? Något som beskrivs påverka vuxnas såväl som barns känsloreglering är just aspekterna sömn och stress (Churches et al., 2017). Churches et al. (2017) lyfter en studie där 50 friska tonåringar delades upp i två olika grupper, varav en av dessa grupper fick restriktioner att sova 5-6 timmar per natt samtidigt som den andra gruppen fick sova 10 timmar per natt (Baum et al., 2015 i Churches et al., 2017). Forskarna fann att den grupp som fick restriktioner att sova mindre uppgav att de kände sig mer aggressiva, spända och nervösa. Studien visade enligt författarna på att även 35% mindre sömn orsakade effekter på individens tillstånd och förmågan till att reglera negativa känslor (Churches et al., 2017). Beträffande beskrivningen av stress startar författarna på en biologisk och fysiologisk nivå av analys där kroppen förklaras alarmera på olika vis (ex blodtryck, hjärtpuls, vidgade pupiller) i förhållande till känslan av stress (Churches et al., 2019). Författarna beskriver även stress i likhet med det *Toxic stress model* lägger betoning på, det vill säga att när stress pågår under en längre period eller när den ständigt återkommer skapas ett ”utmattande tillstånd” där effekten är bristande utveckling av olika förmågor, som i sin tur har stora effekter på senare utbildning och hälsa (Churches et al., 2017; McEwen & McEwen, 2017). Sömn, stress och individens beteenden kan således förstås ha en ömsesidig påverkan.

Som en effekt av negativa erfarenheter finns det en risk för att barn inte får förutsättningar att nå sin fulla potential i att utveckla aspekter så som språk, kognition och självreglering (McEwen & McEwen, 2017). Dessutom kan erfarenheter som exempelvis misshandel eller försummande förändra specifika geners uttryck som responderar på stress signaler, vilket i sin tur påverkar blodtryck och hjärtrytm hos de som upplever stress (McEwen & McEwen, 2017). Resultatet av det är en livstid av ökad sensitivitet till stress vilket ökar troligheten av inflammation och sjukdomar (McEwen & McEwen, 2017).

Churches et al. (2017) är en lättläst men informativ bok som berör alla delar av *Toxic Stress Model*, dessutom ger boken en introduktion till neurovetenskapliga metoder, likväl som hänsyn tas till att ge beskrivningar som sträcker sig från en neurobiologisk nivå av analys till miljön och lärares förmåga till att epigenetiskt påverka barns utveckling. Dessutom kopplas neurovetenskaplig kunskap till konkreta exempel i en utbildningskontext vilket gör bidraget högst relevant för lärare att ta del av.

Ett digitalt spel med neurovetenskapliga koncept

På hemsidan *Center of the Developing Child* (Harvard university, 2019) erbjuds det interaktiva spelet ”*Tipping the scales: The resilience Game*”. Den interaktiva funktionen syftar till att lära ut att de val man gör kan hjälpa barn och ett samhälle som helhet att bli mer motståndskraftigt när de ställs inför stora utmaningar. I beskrivningen av spelet framhålls det att negativa händelser kan inträffa när som helst och det är spelarens jobb att välja positiva händelser för att motverka de negativa effekterna. Spelaren uppmanas att välja insatser noggrant då man bara har 20 ”*Resilience Bucks*” att spendera. Vissa positiva effekter kommer mer än andra att påverka negativa effekter och således ha större effekt på barnen i det virtuella samhället. Målet med spelet är att få så många barns ”vågskålar” som möjligt att luta mot ett positivt resultat. När man klickar på ett specifikt barn i det virtuella samhället kan man se individens ”vågskål” och vilka negativa utfall barnet bär med sig sedan tidigare och hur dessa påverkar barnets förmåga till att hantera vissa omständigheter sämre eller bättre än andra.

”We will all face adversity in life. But will your community thrive? Or dive? It depends on the choices we make!” (Harvard University, 2019).

Spelet underbyggs av en stor variation av neurovetenskapliga bevis, vilka beskrivs tydligt i en guide innan spelet startar. Guiden utgörs av en bred variation av granskande artiklar som samtliga avser sig bidra med vetenskapliga bevis på; varför tidig barndom är viktig, hur barns utveckling sker samt vad vi kan göra för att stödja barns utveckling. Nedan kommer en sammanfattning av den neurovetenskapliga information som ”*Tipping the scales: The resilience Game*” konstitueras av.

Hjärnans grundläggande arkitektur beskrivs vara uppbyggd av en process som börjar tidigt i livet och fortsätter upp i vuxen ålder, där enklare kretsar etableras först för att sedan byggas vidare av mer komplexa kretsar (Harvard University, 2019). Det framhålls att gener ger varje individ ”*the basic blueprint*” samtidigt som erfarenheter influerar hur och om gener kommer till uttryck. Det är tydligt att informationen delges genom flera nivåer av analys, från en neurobiologisk nivå till en miljömässig analys och tillbaks (McEwen & McEwen, 2017). Hänsyn till epigenetik tas till stor del i beaktning i spelets utformning och det framhålls att miljö och biologiska förutsättningar formar kvaliteten på hjärnans arkitektur ”*Brain architecture*”, som antingen skapar en stadig eller skör grund för all inläring (Harvard university, 2019; McEwen & McEwen, 2017). Att inläring av olika förmågor kan påverkas positivt eller negativt beroende på barns tidiga livshändelser belyses således tydligt i ”*The resilience Game*” likväl som *Toxic stress model* (McEwen & McEwen, 2017). Harvard University (2019) illustrerar tydligt hur aspekter som interaktioner ”*Serve and return*” och ohälsosam stress ”*Toxic stress*” påverkar barns förmåga till att utveckla beteendemässig kontroll, språklig förmåga, visuell förmåga, minne, känslomässiga aspekter likväl som motorisk förmåga.

Plasticitet, epigenetik och *embodiment* kan ses som ömsesidigt beroende och är centrala aspekter som framträder både i *Toxic stress model* (McEwen & McEwen, 2018) likväl som i beskrivningen Harvard University (2019) gör i förhållande till spelets design. Beträffande dessa aspekter framhålls vuxen-barn relationer vara den främsta faktorn som antingen påverkar barns utveckling positivt eller negativt. Den centrala mekanismen som kan påverka vuxen-barn relationer framhålls vara just ohälsosam stress ”*toxic stress*” (McEwen & McEwen, 2017; Harvard University, 2019). Information som är värdefull för vuxna att ta med sig tolkas vara det som Harvard University (2019) framhåller, det vill säga att omhändertagande vuxna kan skydda barn från ohälsosam stress som orsakas av extrem fattigdom, försummelse, missbruk eller alvarlig depression m.m. Utan ett stabilt nätverk kan hjärnans arkitektur försvagas, vilket kan ha långsiktiga konsekvenser på lärande, beteende, fysisk samt psykisk hälsa. Enligt *Toxic stress model* (McEwen & McEwen, 2017) kan detta i sin tur förstås påverka barns framtida skolberedskap, akademiska prestanda likväl som yrkesmässiga framgång och livsbana.

Det framhålls på hemsidan (Harvard University, 2019) att utveckling är en högst interaktiv process, där våra livsresultat inte enbart avgörs utifrån våra gener utan att den miljö som vi möter innan och straxt efter födseln ger kraftfulla erfarenheter som kemiskt modifierar vissa gener, vilket i sin tur definierar hur mycket och när dessa kommer till uttryck. Denna epigenetiska faktor illustreras tydligt i spelets utformning genom de ”vågskålar” som varje individ bär med sig.

Sett utifrån spelets utformning och den neurovetenskapliga kunskap som konstituerar spelet är det tydligt hur genetiska faktorer dels har starka influenser på mänsklig utveckling såväl som att miljömässiga faktorer har förmågan att förändra familjearvet (Harvard University, 2019). Spelet kan utifrån *Toxic Stress model* (McEwen & McEwen, 2017) förstås bidra till att ge lärare kunskap om att, även fast barns relation till sina vårdnadshavare är primära kan små barn dra nytta av relationer med andra möjliga vårdgivare utanför familjen. Detta är mycket tack vare den epigenetiska processen och hjärnans plastiska förmåga (McEwen & McEwen, 2017). Därmed kan spelet anses som ett innovativt bidrag till att lärare individuellt eller i grupp spelar spelet och medvetandegörs om alla de omkringliggande faktorer som faktiskt kan påverka barn, likväl som att skapa en förståelse för hur

gener och miljö är ömsesidigt beroende. Av vikt att framhålla är att det stödmaterial som spelet är uppbyggt av bör studeras innan för att skapa sig en holistisk bild över hur olika enskildheter, så som olika neurobiologiska mekanismer samt olika miljömässiga influenser tillsammans konstituerar helheten, vilket är barns nuvarande och framtida livsbana.

Diskussion

Syftet med denna litteraturstudie har som beskrivet varit att undersöka vilken kunskap som framträder i sammanförandet mellan det neurovetenskapliga fältet och utbildning, samt vilken av den neurovetenskapliga kunskapen som kan tänkas anföras till utbildning för lärare och/eller utbildningspraktiker. Det är helt klart tydligt att neurovetenskap är en stor disciplin med en mängd viktig information som är av betydelse för utbildningspraktiken, därmed är det svårt att skriva fram all information inom ramen för denna uppsats. Utifrån resultatet av mina analyser kommer jag att presentera den kunskap som framförallt framträder och kan tänka sig vara relevant för forskollärarytbildningen och förskolans praktik i Sverige, vilket är neuroplasticitet, *serve and return*, *toxic stress* och *scientific literacy*.

Neuroplasticitet

Resultatet av analysen visar att den neurovetenskapliga informationen som framförallt framträder är aspekten av neuroplasticitet. Jag kan även påstå att det analyserade materialet inte ens hade konstituerats från början om det inte vore för att hjärnan har förmågan att förändras över tid utifrån miljömässiga influenser (McEwen & McEwen, 2017). Frågan är om någon form av integration mellan neurovetenskap och utbildning ens hade varit relevant utan vetenskapen om neuroplasticitet? Eftersom det neurovetenskapliga fältet är en stor disciplin (Dubinsky, 2013) anser jag att det är av vikt att reflektera kring just vilken kunskap som är av störst relevans för pedagoger att ta med sig ut i praktiken och i det faktiska mötet med barn. Eftersom forskollärarytbildningen inte enbart kan innehålla neurovetenskaplig information krävs ett noggrant val av vad som kan tänkas införas. Jag anser att den neurovetenskapliga informationen som delges forskollärarytstudenter bör sättas i ett sammanhang i praktiska exempel i den svenska förskolans kontext.

Ett resultat av att lärare medverkat i sommarkursen Brain U var att de upplevde att de hade tillägnat sig ett förändrat tänkande kring sig själva utifrån kunskap om hjärnans plastiska förmåga (Dubinsky et al., 2013). Efter sommarkursen beskrev sig lärarna som "... designers of experience that ultimately change students brains" (Dubinsky et al., 2013, s. 318). Resultatet av studien undersökte lärarnas uppfattning av deras förändrande kunnande, dock visade studien inte på om lärares förändrande kunnande bidrog till en positiv utveckling hos barn. Trots detta anser jag att det är högst troligt att lärare som innehar neurovetenskaplig kunskap skulle kunna bidra till att främja barns utveckling och lärande. Med neurovetenskaplig insikt kan exempelvis en förståelse för det som tidigare forskning (Merz & Noble, 2017; Skinner et al. 2015) framhåller beträffande *känsliga perioder* antas öppna upp för vuxna att reflektera kring vilka externa faktorer som är negativa, eller som positivt påverkar barn och influerar hjärnans utveckling under just den känsliga perioden som infaller under barnets förskoletid. Utifrån

personlig erfarenhet vet jag att forskollärare som inte har neurovetenskaplig kunskap har en medvetenhet om att stress påverkar barn samt att goda interaktioner är viktigt för att utveckling och lärande ska ske. Efter analysprocessen som genomförts inom ramen för denna uppsats är mitt antagande att lärare som tillägnar sig neurovetenskaplig kunskap möjligen kan skapa en bättre förståelse för *hur* stress påverkar och *hur* interaktioner påverkar utvecklingen av barns hjärnor, likväl som *hur* denna utveckling påverkar och förutsätter framtida lärande.

Toxic stress och Serve and return

En tolkning utifrån analysen är att framträdande kunskap från det neurovetenskapliga fältet till stor del är biologiska, neurobiologiska och miljömässiga förklaringar kring hur stress och interaktioner som fenomen konstitueras, likväl som hur dessa fenomen spelar en avgörande roll i barns kognitiva, språkliga, självreglerande, emotionella och motoriska förmågor (Bernier et al., 2010; Farah et al. 2008; Sarsour et al., 2011 i McEwen & McEwen, 2017).

Sammanfattningsvis bidrar resultatet av analysen till en enhetlig förklaring av vad som händer i vår kropp och hjärna när vi utsätts för ohälsosam stress, likväl som en mångfacetterad beskrivning av de mekanismer som påverkar att individer blir stressade. Det handlar om genetiska förutsättningar, kvaliteten på det sociala stödet, dålig sömn, ekonomiska bekymmer, våld, och försummande, för att nämna några. Neurovetenskaplig kunskap bidrar med en förståelse kring att det barn bär med sig inte behöver definiera barnets utfall, utan lärare har möjlighet att påverka barns kognitiva och emotionella utveckling, likväl som reducera stress genom att starka, stöttande vuxna erbjuder positiva och stödjande interaktioner (Blair & Raver, 2015; McEwen & McEwen, 2017).

Som beskrivet tidigare så kan stress orsakas av flera anledningar, detta innebär att det förmodligen finns barn i Sverige som upplever ohälsosam stress av olika anledningar. Dessutom kan man även tänka sig att vuxna som arbetar med barn i förskolan upplever olika grader av stress, vilket i sin tur kan påverka deras sätt att hantera stressfulla situationer inom sitt yrke. Om medvetenhet skapas kring ohälsosam stress kan utbildningspraktiken arbeta för att skapa en struktur i vardagen som bidrar till en lugnare miljö. Utifrån analysen härleds även information om olika system som påverkas negativt av stress, där ett av dessa system är den prefrontala hjärnbarken. Prefrontala hjärnbarken är den del av hjärnan som mognar i långsam takt (Björklund & Causey, 2017; Merz & Noble, 2017) och barn i förskoleåldern kan i och med det förstås vara i full fart att utveckla exekutiva funktioner som krävs för att exempelvis kunna behålla uppmärksamhet, planera och verkställa beteenden. Med neurovetenskaplig information kan vi medvetandegöras om att barn faktiskt inte har utvecklat sin fulla potential på dessa punkter och min tolkning är att vi vuxna behöver föregå med gott exempel och vara barnens ”exekutiva funktioner” i många sammanhang.

Tidigare forskning (Edfelt, 2017; Featherstone, 2017; Olivestam & Ott, 2010) framhåller att neurovetenskaplig kunskap om hjärnans funktioner kan ha betydelse för pedagogiska praktiker, ett påstående jag håller med om efter att ha skrivit denna uppsats. Om vi i förskolan ska kunna lära barn skolrelaterade ämnen behöver vi först lägga grunden för att ett lärande ska kunna ske, vilket görs genom just aspekten av *Serve and return*. Genomgående i analysen är det neurovetenskapliga perspektivet på interaktionernas betydelse således framträdande med den vetenskapliga termen *Serve and return*, vilket förstås gå hand i hand med barns lärande, utvecklig, hälsa och hela livsbana.

Analysen visar övergripande på att just omsorgsaspekten är avgörande för hjärnans utveckling. Barn med svaga regleringsförmågor tenderar att inneha svårigheter i relationer med vänner samt en ökad

benägenhet att utmana vuxna omkring dem (McEwen & McEwen, 2017). Utifrån den framträdande neurovetenskapliga informationen om *Serve and return* kan vi förstå att detta utfall inte enbart är biologiskt och opåverkbart, utan att vuxna har ett ansvar och en potential att lägga grunden för att barn utvecklar sina socioemotionella förmågor.

Serve and return är alltid högaktuellt i förskolan, interaktioner sker oavsett om vi vill eller inte. Det är självklart inte så att förskolläraryrket inte behandlar den viktiga aspekten av goda interaktioner, utan ämnet berörs i allra högsta grad exempelvis utifrån Vygotskys proximala utvecklingszon (Goouch, 2015). Men kunskap om hur kvaliteten på dessa interaktioner faktiskt påverkar oss neurobiologiskt, som i sin tur påverkar och förutsätter lärande och utveckling är en aspekt som kan vara relevant för pedagoger att ha med sig. Neurovetenskaplig kunskap skulle kunna bidra till en ökad förståelse kring att interaktioner med barn är mer än bara ”bra eller mindre bra” och bidra med en djupare förståelse för att kvalitén på interaktionerna blir biologiskt ”inbäddade” (*embodied*) hos barn (Votruba-Drzal & Dearing, 2017).

Scientific literacy

Jag vill lyfta att tidigare forskning framhåller att ett stort hinder för integration mellan neurovetenskap och utbildning dels är på grund av disciplinernas dåliga insikter i varandras traditioner, praktiker och metodologiska närmanden (Ansari et al., 2012; Coch, 2018) och ifrågasätta om integration kräver en heltäckande förståelse för båda disciplinerna? Kanske kan integration ske på olika nivåer? Jag anser såklart att överskridande förståelse behöver skapas, men att sträva efter en heltäckande förståelse (tradition, praktik och metodologi) snarare skulle kunna ersättas med en fokuserad diskussion kring vad som ska införas till förskolläraryrket, diskutera kring vad som är relevant, utveckla dessa beskrivningar, och förmedla den neurovetenskapliga kunskapen utifrån ett innehåll som är nära kopplat till förskolans kontext.

Utöver att integrera neurovetenskaplig kunskap om olika fenomen och dess ömsesidiga relation mellan biologi och miljö behöver även vikt läggas vid att skapa *scientific literacy* (en viktig kunskap som framträder utifrån analysen). Tidigare forskning delger bara några exempel av många neuromyter som florerar inom utbildning och allmänheten i stort, men visar ändå på det problematiska faktum att det som antas vara vetenskapliga bevis inte är mer än allmän ”folksägen”. Om utbildningspraktiken ska bygga på en vetenskaplig grund som inte enbart konstitueras av neuromyter krävs det som beskrivet att lärare skapar *scientific literacy*. Om vi tidigt i livet utvecklar *scientific literacy* skulle en rörelse bort från neuromyter och populära missuppfattningar kunna införlivas, vilket innebär att fokus skulle kunna läggas på att skapa användbara bevis som dels belyser hjärnan och de genetiska grunderna, likväl som hur dessa i kombination med sociala och kulturella influenser påverkar lärande och undervisning (Fischer et al., 2010). Jag personligen har alltid varit en människa som ”köper” det som nyheter och nyhetstidningar skriver, men är numera mycket mer skeptisk till det som presenteras och önskar att jag hade fått min skepticism tidigare i livet. Men, nu ser det ut som det gör och därmed anser jag att fokus behöver läggas vid att blivande förskollärare åtminstone får en grundläggande skepticism, med andra ord grundläggande *scientific literacy*.

Betydelse för praktiken och professionen

Frågan om hur neurovetenskap ska införas till förskolläraryt utbildning, och vad som ska införas är enligt mig relevanta frågor. Hur och vad är två begrepp som aktivt behöver diskuteras eftersom det neurovetenskapliga perspektivet skulle kunna bidra till en konkret betydelse av vetenskaplig grund i förskolans kontext. Jag anser att mycket av den kunskap som kan hämtas från det neurovetenskapliga fältet kan ha betydelse för förskolläraryt professionen. Om jag som lärare tränas i att skilja pseudovetenskap från vetenskapliga bevis (*scientific literacy*) kan jag faktiskt även ha mandat att säga; ”Det finns bevis för att... och inte enbart ”jag vet att det är så för att jag upplever att...”

Om neurovetenskapliga bevis ska träda in i förskolans kontext och exempelvis informera förskolans läroplan bör det även vara dessa aspekter som också behandlas och diskuteras i förskolläraryt programmet. För att det ska bli en lyckad sammansvetsning tror jag på att börja smått för att sedan arbeta in mera, för om vi inte börjar med en liten bit i taget kommer det dröja allt för lång tid innan förändring sker. Svårigheten att föra in neurovetenskap till förskolläraryt utbildning ligger i min mening just i aspekten av att det finns ett motstånd till biologiska förklaringar då dessa kan uppfattas kategorisera barn. Men om neurovetenskaplig forskning skulle behandlas framträder med stor sannolikhet den bild jag i denna uppsats försökt förmedla, just att om det är någon teori som inte ser på barn som fasta och fixerade så är det just teorin om neuroplasticitet.

Den framskrivning jag gjort i förordet kring min egen tillägnade kunskap inom förskolläraryt programmet kan utvidgas och ges en ny dimension med hänsyn till det neurovetenskapliga perspektivet, vilket jag anser illustrerar disciplinens betydelse för professionen och praktiken. Min tillägnade förståelse för att lärande huvudsakligen sker i samband med inter-aktioner och intra-aktioner mellan människor, material, ting och miljö (Barad, 2003; Lenz Taguchi, 2004: 2012; Wehner-Godée, 2011) antar jag även andra förskolläraryt känner igen sig i. Med ett neurovetenskapligt perspektiv kan ovan mening omformuleras och berikas; ”Kvaliteten på interaktioner och intra-aktioner (mellan människa, material och miljö) har olika effekt och påverkan på hjärnans utveckling, som i sin tur förutsätter vilket lärande som sker i nuet och i framtiden”. I varje möte med barn har vi som arbetar i förskolan en mängd potentiella möjligheter att bidra till att förstärka barns neurala sammankopplingar i hjärnan (Coch, 2018; OECD, 2007; Skinner et al., 2015), och på så vis bidra positivt till barns lärande, utvecklig, hälsa och livsbana (McEwen & McEwen, 2017). Ett potentiellt införande av neurovetenskaplig kunskap till förskolläraryt utbildningen behöver inte nödvändigtvis ske genom *en* kurs i neurovetenskap. Snarare anser jag att neurovetenskaplig kunskap skulle kunna anföras i samband med olika vetenskapsteorier likväl som pedagogiska och didaktiska exempel. Vilka aspekter är det som vi behandlar i förskolläraryt programmet och hur skulle dessa fenomen kunna förstås utifrån ett neurovetenskapligt perspektiv?

Slutsatser

Jag vill framhålla att jag inte är medveten om hur min nya neurovetenskapliga kunskap tar sig i uttryck i praktiken, men vill ändå påstå att jag anser att det bör ha effekt på mitt handlande, som i sin tur har effekt på barn. Precis som jag skrev i förordet påverkades jag av den kunskap jag fick under förskolläraryt programmet vilket påverkat mitt förhållningssätt i praktiken. Precis som Nolan & Raban (2015) påstår leder teorier yrkesverksammas sätt att veta och tänka vilket kan ha en direkt inverkan på praktiken.

Den neurovetenskapliga informationen som framträder utifrån analysen handlar till stor del om de aspekter jag ovan lyft, vilka är neuroplasticitet, ohälsosam stress (*toxic stress*), interaktioner (*Serve and return*) och *scientific literacy*. Jag anser att alla dessa aspekter kan och bör informera förskollärarstudenter, eftersom de utifrån analysen uppfattas stå i direkt relation till den pedagogiska praktiken. Utifrån analysen framträder det tydligt att biologiska och miljömässiga förklaringar står i en ömsesidig dubbelriktad relation och det är just detta som belyser lärares potentiella förmåga att influera barns hjärna, beteende, lärande, hälsa och framtida livsbana.

Eftersom förskollärarytbildningen är på grundnivå anser jag att informationen om neurovetenskapliga koncept bör ställas i relation till konkreta exempel i förskolans kontext. Eftersom det neurovetenskapliga fältet enligt min mening kan vara relativt svårt att förstå sig på utan träning, kan det antas vara ännu svårare att förstå informationen på ett annat språk än sitt modersmål, därför anser jag att det behövs utvecklas studentlitteratur på svenska som beskriver neurovetenskaplig kunskap på ett pedagogiskt sätt. Alternativt att väl anpassad litteratur spåras och förmedlas av en lärare som ställer informationen i samband med praktiska exempel. Att anföra neurovetenskap till förskollärarytbildning anser jag som sagt, inte behöver stå separerat från andra teorier, utan snarare skulle neurovetenskapliga nedslag kunna göras för att visa på hur ett fenomen kan förstås utifrån ett nytt neurovetenskapligt perspektiv.

Om förskollärarytbildningen i framtiden tar hänsyn till och inkorporerar neurovetenskaplig kunskap kan en vetenskaplig grund ge belägg för den ytterst viktiga aspekten av att biologi inte är avgörande, utan att miljömässiga influenser har en potentiell förmåga att påverka vårt DNA. Detta bidrar med bevis på att barn inte är något fast, fixerat och förbestämt vilket innebär att alla som arbetar med barn har en potentiell förmåga att bidra till barns blivande.

Vidare forskning

Vidare forskning skulle kunna tänkas utgöras av en longitudinell studie med kontrollgrupp och pre-posttest för att undersöka de långvariga effekterna hos barn som har lärare med neurovetenskaplig kunskap, i jämförelse med de barn som inte har det.

(En sådan studie kräver även vissa etiska överväganden, eftersom vissa barn får intervention och andra inte. En diskussion som inte kommer föras vidare här)

Dessutom skulle det vara intressant vidare forskning att undersöka hur etablerade neuromyter är i den svenska förskolekontexten. Detta skulle möjligen kunna utföras genom en kvantitativ enkätundersökning.

Det skulle även vara intressant att intervjua förskollärare för att få fatt i deras perspektiv på om de anser att neurovetenskap är relevant för förskolans praktik.

Vidare forskning som jag gärna ser realiseras inom snar framtid är just att neuroforskare och förskollärare tillsammans i en kollaborativ process tar avstamp i fenomen som är gemensamma för båda fälten (exempelvis aspekten av stress och interaktioner likväl som förmågan att kunna tolka vetenskapliga bevis) för att tillsammans informera varandra kring vilken nivå av analys som med fördel presenteras först i förskollärarytbildningen, och hur denna information på bästa sätt kan förmedlas så innehållet blir begripligt och användbart i praktiken.

Referenser

- Alvesson, M., & Sköldbberg, K. (2017). *Tolkning och reflektion: vetenskapsfilosofi och kvalitativ metod*. (3. uppl.) Lund: Studentlitteratur.
- Ansari, D., & Coch, D. (2006). Bridges over troubled waters: education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(4), 146–151. doi:10.1016/j.tics.2006.02.007
- Ansari, D., Coch, D., & De Smedt, B. (2011). Connecting Education and Cognitive Neuroscience: Where will the journey take us? *Educational Philosophy and Theory*, 43(1), 37–42. doi:10.1111/j.1469-5812.2010.00705.x
- Ansari, D., De Smedt, B., & Grabner, R. H. (2012). Neuroeducation – A Critical Overview of An Emerging Field. *Neuroethics*, 5(2), 105–117. doi:10.1007/s12152-011-9119-3
- Aronsson, L. (kommande). *Neuropedagogik – en förskola på vetenskaplig grund? En studie om kunskapsteoretiska möten i teori och praktik* (Doktorsavhandling, Stockholms universitet, Barn- och ungdomsvetenskapliga institutionen).
- Barad, K. (2003). Posthumanist performativity: Toward an understanding of how matter comes to matter. *Signs: Journal of women in culture and society*, 28(3), 801–831. doi: 10.1007/978-3-319-62140-1_19
- Bartoszeck, A. B. (2012). How in-service teachers perceive neuroscience as connected to education: An exploratory study. *European Journal of Educational Research*, 1(4), 301–319. doi:10.12973/eu-jer.1.4.301
- Bateson, P., & Gluckman, P. (2012). Plasticity and robustness in development and evolution. *International Journal of Epidemiology*, 41(1), 219–223. doi:10.1093/ije/dyr240
- Blair, C. (2016). Executive function and early childhood education. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10, 102–107. doi:10.1016/j.cobeha.2016.05.009
- Blair, C., & Raver, C. C. (2015). School Readiness and Self-Regulation: A Developmental Psychobiological Approach. *Annual Review of Psychology*, 66(1), 711–731. doi:10.1146/annurev-psych-010814-015221
- Bruer J. T. (1997). Education and the Brain: A Bridge Too Far. *Educational Researcher*, 26(8): 4-16. Hämtad från <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.3102/0013189X026008004>
- Bruer J. T. (2016). Where is Educational Neuroscience? *Educational Neuroscience*, 1, 1-12. doi:10.177/2377616115618036
- Björklund, D. F., & Causey, K. B. (2017). *Children's thinking: Cognitive Development and Individual Differences*. Los Angeles: Sage Publications.
- Burger, K. (2010). How does early childhood care and education affect cognitive development? An international review of the effects of early interventions for children from different social backgrounds. *Early Childhood Research Quarterly*, 25(2), 140–165. doi:10.1016/j.ecresq.2009.11.001
- Christie, S. (2015). Positivist scientific exploration: Can universal truths and grand narratives be discovered in research about human beings?. I David, T., Gooch, K., & Powell, S. (red.), *The Routledge International Handbook of Philosophies and Theories of Early Childhood Education and Care* (1. uppl., s. 189-199). doi:10.4324/9781315678979
- Churches, R., Dommett, E., & Devonshire, I. (2017). *Neuroscience for Teachers. Applying research evidence from brain science*. Crown House Publishing.
- Coch, D. (2018). Reflections on Neuroscience in Teacher Education. *Peabody Journal of Education*, 93(3), 309–319. doi:10.1080/0161956X.2018.1449925
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education*. (8. uppl.) Abingdon: Routledge.
- Dekker, S., Lee, N. C., Howard-Jones, P., & Jolles, J. (2012). Neuromyths in Education: Prevalence and Predictors of Misconceptions among Teachers. *Frontiers in Psychology*, 3. doi:10.3389/fpsyg.2012.00429
- Dubinsky, J. M., Roehrig, G., & Varma, S. (2013). Infusing Neuroscience Into Teacher Professional Development. *Educational Researcher*, 42(6), 317–329. doi:10.3102/0013189X13499403
- Edfelt, D. (2017). *Hjärna i förskolan: Vägen till barns lärande och utveckling*. Stockholm: Gothia Fortbildning
- Emmeche, C., & Schillab, T. S. (2009). Är en pedagogisk neurovetenskap möjlig. I Schillab, T. S., & Steffensen, B. (red.) *Nervpirrande pedagogik: en introduktion till pedagogisk neurovetenskap*, 33-49. Stockholm: Liber.

- Eriksson Barajas, K., Forsberg, C. & Wengström, Y. (2013). Systematiska litteraturstudier i utbildningsvetenskap: vägledning till examensarbeten och vetenskapliga artiklar. (1. Upp.) Stockholm: Natur & Kultur
- Featherstone, S. (2017). *Making sense of neuroscience in the early years*. Bloomsbury Publishing Plc.
- Fischer, K. W., Daniel, D. B., Immordino-Yang, M. H., Stern, E., Battro, A., & Koizumi, H. (2007). Why Mind, Brain, and Education? Why Now? *Mind, Brain, and Education*, 1(1), 1–2. doi:10.1111/j.1751-228X.2007.00006.x
- Fischer, K. W., Goswami, U., Geake, J., & the Task Force on the Future of Educational Neuroscience. (2010). The Future of Educational Neuroscience. *Mind, Brain, and Education*, 4(2), 68–80. doi:10.1111/j.1751-228X.2010.01086.x
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (2014). *Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind* (4. uppl.). New York: Norton.
- Gerholm, T., Hörberg, T., Tonér, S., Kallioinen, P., Frankenberg, S., Kjällander, S., ... & Taguchi, H. L. (2018). A protocol for a three-arm cluster randomized controlled superiority trial investigating the effects of two pedagogical methodologies in Swedish preschool settings on language and communication, executive functions, auditive selective attention, socioemotional skills and early maths skills. *BMC psychology*, 6(29). 1-25. doi:10.1186/s40359-018-0239-y
- Goouch, K. (2015). Theories of language development. I David, T., Goouch, K., & Powell, S. (red.), *The Routledge International Handbook of Philosophies and Theories of Early Childhood Education and Care* (1. uppl., s. 100-110). doi:10.4324/9781315678979
- Goswami, U. (2008). Principles of Learning, Implications for Teaching: A Cognitive Neuroscience Perspective. *Journal of Philosophy of Education*, 42(3–4), 381–399. doi: 10.1111/j.1467-9752.2008.00639.x
- Grospietsch, F., & Mayer, J. (2019). Pre-service Science Teachers' Neuroscience Literacy: Neuromyths and a Professional Understanding of Learning and Memory. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, 20. doi:10.3389/fnhum.2019.00020
- Grushka, K., Hope, A., Clement, N., Lawry, M., & Devine, A. (2018). New Visuality in Art/Science: A Pedagogy of Connection for Cognitive Growth and Creativity. *Peabody Journal of Education*, 93(3), 320–331. doi:10.1080/0161956X.2018.1449927
- Hall, K., & Curtin, A. The rise of neuroscientific discourse in early childhood. I David, T., Goouch, K. & Powell, S. (red.) *The Routledge International Handbook of Philosophies and Theories of Early Childhood Education and Care* (1. uppl., s. 200-209). London: Routledge.
- Hardiman, M., Rinne, L., & Gregory, E., & Yarmolinskaya. (2012). Neuroethics, Neuroeducation, and Classroom Teaching: Where the Brain Sciences Meet Pedagogy. *Neuroethics*, 5(2), 135–143. doi: 10.1007/s12152-011-9116-6
- Harvard University. (2019). Tipping the Scales: The Resilience Game. Hämtad 28 Maj, 2019, Från Center of the Developing Child, <https://developingchild.harvard.edu/resources/resilience-game/>
- Howard-Jones, P. A. (2014). Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(12), 817–824. doi:10.1038/nrn3817
- Hruby, G. G. (2012). Three requirements for justifying an educational neuroscience. *British Journal of Educational Psychology*, 82(1), 1–23. doi:10.1111/j.2044-8279.2012.02068.x
- Kirby, L. F. (2016). Brain Science and Teaching: A Forty-Year Personal History. *Forum on Public Policy Online*, 2016(1). Hämtad från <https://eric.ed.gov/?id=EJ1126340>
- Leisman, G., Mualem, R., & Mughrabi, S. K. (2015). The neurological development of the child with the educational enrichment in mind. *Psicología Educativa*, 21(2), 79–96. doi:10.1016/j.pse.2015.08.006
- Lenz Taguchi, H. (2004). *In på bara benet: En introduktion till feministisk poststrukturalism*. Stockholm: HLS förlag.
- Lenz Taguchi, Hillevi (2012). *Pedagogisk dokumentation som aktiv agent*. Stockholm: Gleerups.
- Macdonald, K., Germine, L., Anderson, A., Christodoulou, J., & McGrath, L. M. (2017). Dispelling the Myth: Training in Education or Neuroscience Decreases but Does Not Eliminate Beliefs in Neuromyths. *Frontiers in Psychology*, 8, 1314. doi:10.3389/fpsyg.2017.01314
- Mascalco, M. F., & Fisher, K. W. (2015). Dynamic Development of Thinking, Feeling, and Acting. I Lerner, R. M., Overton, W. F., & Molenaar, P. C. (red). *Handbook of child psychology and developmental science* (Vol 1., s. 523-565). New Jersey: John Wiley & Sons.

- McClelland, M. M., Geldhof, J.G., Cameron, C. E. & Wanless, S. B. (2015) Development and self-regulation. I Lerner, R. M., Overton, W. F., & Molenaar, P. C. (red). *Handbook of child psychology and developmental science Vol 1*. 523-565. New Jersey: John Wiley & Sons.
- McEwen, C. A., & McEwen, B. S. (2017). Social Structure, Adversity, Toxic Stress, and Intergenerational Poverty: An Early Childhood Model. *Annual Review of Sociology*, 43(1), 445–472. doi.10.1146/annurev-soc-060116-053252
- Merz, C. E., & Noble, G. K. (2017). Neural Development in Context: Differences in Neural Structure and Function Associated with Adverse Childhood Experiences. I Votruba-Drzal, E., & Dearing, E. (red.), *The Wiley Handbook of Early Childhood Development Programs, Practices, and Policies*, 135-161. doi.10.1002/9781118937334
- Neville, H. J., Stevens, C., Pakulak, E., Bell, T. A., Fanning, J., Klein, S., & Isbell, E. (2013). Family-based training program improves brain function, cognition, and behavior in lower socioeconomic status preschoolers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(29), 12138–12143. doi.10.1073/pnas.1304437110
- Olivestam, C. E., & Odd, A. (2010). *När hjärnan får bestämma: om undervisning och lärande - inflytelserika didaktiska traditioner - nyorienterande neurodidaktik*. Stockholm: Remus.
- Organisation for economic co-operation and development. (2007). *Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science*. doi:10.1787/9789264029132-en
- Osgood, J. (2015). Postmodernist theorizing in ECEC. Making the familiar strange in pursuit of social justice. I David, T., Goouch, K. & Powell, S. (red.), *The Routledge International Handbook of Philosophies and Theories of Early Childhood Education and Care* (1. uppl., s. 157-164). London: Routledge.
- Overton, W.F. (2013). A New paradigm for Developmental Science: Relationism and Relational- Developmental Systems. *Applied Developmental Science*, 17(2), 94-107. doi:10.1080/10888691.2013.778717
- Overton, F. (2015). Processes, Relations, and Relational-Developmental-Systems. I Lerner, R. M., Overton, W. F., & Molenaar, P. C. (red). *Handbook of child psychology and developmental science Vol. 1 Theory and method*, (7. uppl., s. 523-565). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Piaget, J & Kamii, C. (1978). What is Psychology? *American Psychologist*, 33(7), 648-652. doi: 10.1037/0003-066X.33.7.648
- Posner, M. I., Rothbart, M. K., & Tang, Y. Y. (2015). Enhancing attention through training. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 4, 1–5. doi.10.1016/j.cobeha.2014.12.008
- Rogers, S. From theories of play to playing with theory. I David, T., Goouch, K. & Powell, S. (red.) *The Routledge International Handbook of Philosophies and Theories of Early Childhood Education and Care* (1. uppl., s. 128-138). London: Routledge.
- Royal Society (Great Britain). (2011). *Neuroscience: implications for education and lifelong learning*. Hämtad från http://royalsociety.org/uploadedFiles/Royal_Society/Policy_and_Influence/Module_2_Neuroscience_Education_Full_Report_Appendices.pdf
- Rueda, M. R., Checa, P., & Cómbita, L. M. (2012). Enhanced efficiency of the executive attention network after training in preschool children: Immediate changes and effects after two months. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2, S192–S204. doi.10.1016/j.dcn.2011.09.004
- Shonkoff, J. P., & Bales, S. N. (2011). Science does not speak for itself: translating child development research for the public and its policymakers. *Child Development*, 82(1), 17–32. doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01538.x
- Skinner, E. A., Kindermann, T. A., Roeser, R. W., Smith, C. L., Mashburn, A., & Steele, J. (2015). *Applied developmental systems science: everything you always wanted to know about theories, meta-theories, methods, and interventions but didn't realize you needed to ask: an advanced textbook*. Portland: Portland State University Library.
- Skolverket. (2018). *Läroplan för förskolan*. Stockholm: Skolverket
- Skolverket (2019). Forskningsbaserat arbetssätt, några nyckelbegrepp. Hämtad 30 juli, 2019, från statens skolverk, <https://www.skolverket.se/skolutveckling/forskning-och-utvarderingar/forskningbaserat-arbetssatt/forskningbaserat-arbetssatt-nagra-nyckelbegrepp>
- Stern, E. (2005). Pedagogy Meets Neuroscience. *Science*, 310(5749), 745–745. doi.org/10.1126/science.1121139
- Szűcs, D., & Goswami, U. (2007). Educational Neuroscience: Defining a New Discipline for the Study of Mental Representations. *Mind, Brain, and Education*, 1(3), 114–127. doi.10.1111/j.1751-228X.2007.00012.x

- Tallberg-Broman, I. (2015). Delstudie 2: Bedömning och Dokumentation i förskola. I: Tallberg-Broman, I., Vallberg Roth, A-C., Palla, L., & Persson, S. (Red.), Vetenskapsrådet (Delrapport från Skolforsk-projektet: Förskola Tidig Intervention). (ss. 61–95). Hämtad från <http://hdl.handle.net/2043/19284>
- Tallberg-Broman, I., Vallberg Roth, A-C., Palla, L., & Persson, S. (2015), Vetenskapsrådet (Delrapport från Skolforsk-projektet: Förskola Tidig Intervention). Hämtad från <http://hdl.handle.net/2043/19284>
- Ursache, A., & Noble, K. G. (2016). Neurocognitive development in socioeconomic context: Multiple mechanisms and implications for measuring socioeconomic status: SES and neurocognitive function. *Psychophysiology*, 53(1), 71–82. doi.10.1111/psyp.12547
- Varma, S., McCandliss, B. D., & Schwartz, D. L. (2008). Scientific and Pragmatic Challenges for Bridging Education and Neuroscience. *Educational Researcher*, 37(3), 140–152. doi.10.3102/0013189X08317687
- Vetenskapsrådet. (2017). *God forskningssed*. Stockholm: Vetenskapsrådet.
- Votruba-Drzal, E., & Dearing, E. (Red.). (2017). *The Wiley Handbook of Early Childhood Development Programs, Practices, and Policies*. doi.10.1002/9781118937334
- Wehner-Godée, Christina (2011). *Lyssnandet och seendets villkor*. Stockholm: Stockholms Universitets förlag.
- Worden, J. M., Hinton, C., & Fischer, K. W. (2011). What Does the Brain Have to Do with Learning? *Phi Delta Kappan*, 92(8), 8–13. doi.10.1177/0031721711109200803
- Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and Cool Executive Function in Childhood and Adolescence: Development and Plasticity. *Child Development Perspectives*. doi.10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x
- Zhang, Y., Chen, C., & Zhou, J. (2018). Children's Landscape Environment Creation Based on Brain Plasticity and Cognition. *NeuroQuantology*, 16(4). doi.10.14704/nq.2018.16.4.1211

Bilaga 1 Undersökningsmaterial

Referenser	Relevans	Typ av källa
Churches et al., 2017	Neurovetenskaplig kunskap riktad till utbildningspraktiken	Bok Vetenskaplig
Dubinky et al., 2017	Beskrivning av en kurs med syfte att lärare ska tillägnas neurovetenskaplig kunskap	Artikel Kvantitativ studie Som visar på programmets effektivitet
Grushka et al., 2018	Forskningsprojekt: sammanförande neurovetenskapligt tänkande med konst och digitala verktyg riktad till den direkta förskolekontexten.	Artikel Kvalitativ
Harvard University, 2019	Ett digitalt spel som konstitueras av neurovetenskapliga bevis.	Hemsida
Shonkoff & Bales, 2011	Presenterar hur neurovetenskapliga bevis kan simplificeras för att förklara komplexa vetenskapliga koncept till icke-forskare	Artikel Kvalitativ