

Eksperimentelle studier av hukommelse innen kognitiv psykologi og atferdanalyse

Christoffer Eilifsen, Aleksander Vie og Erik Arntzen
Høgskolen i Oslo og Akershus

Kognitiv psykologi har i større grad enn atferdsanalyse interessert seg for fenomener slik de inngår i dagligdagse språkkategorier. Hukommelse¹ er et slikt begrep. I kognitiv hukommelsesforskning benyttes det ofte en tilnærming hvor en først finner relasjoner mellom observerbare atferds- og miljøhendelser for deretter å trekke slutninger om underliggende prosesser som relasjonene mellom atferd og miljø skal være avhengig av. Den foreliggende artikkelen tar for seg noen problematiske aspekter ved slik kognitiv hukommelsesforskning. Deretter redegjøres det for en atferdsanalytisk fortolkning av hukommelse og det argumenteres at etablering av betingende diskriminasjoner ved bruk av *delayed matching-to-sample* (DTMS) prosedyrer kan benyttes til å studere korttidshukommelse. Ulike funn som er blitt gjort ved bruk DTMS prosedyrer beskrives med fokus på studier som undersøker *precurrent* atferd.

Nøkkelord: vitenskapsfilosofi, kognitiv psykologi, atferdsanalyse, hukommelse, *delayed matching-to-sample*, stimulusekvivalens, *precurrent* atferd

Det finnes et stort antall tekster om temaet hukommelse. Innen populærlitteratur er selvhjelpsbøker som omtaler ulike husketeknikker meget populære (e.g., Arden, 2002; Higbee, 1996; Samuel, 2000). I kategorien *memory improvement* (hukommelsesforbedring) på nettbokhandelen Amazon.com fantes det 1461 ulike bøker den 7. september 2011. Innen forskningslitteraturen er det også skrevet et stort antall artikler om temaet hukommelse. Et søk i Pubmed, en database over vitenskaplige artikler innen helsefag og andre nærliggende fagområder, inkludert psykologi, den 7. september 2011, viste at det var i overkant av 45311 artikler som hadde ordet *memory* i tittelen. Det som kjennetegner begge disse formene for litteratur er at det ofte henvises til metaforer. Eksempler på metaforer som benyttes er at

minner skrives ned på blanke ark, at de arkiveres i et bibliotek i hjernen, eller at de er som fotavtrykk i sanden (Karlsen, 2008). Den foreliggende artikkelen vil diskutere hvordan fokus på metaforer i en vitenskaplig forståelse av hukommelse leder til en del problemer av både vitenskapsteoretisk og praktisk art. Samtidig som det vil bli redegjort for en atferdsanalytisk forståelse av fenomenet hukommelse og det vil bli lagt spesielt fokus på det som kalles korttidshukommelse eller arbeidshukommelse. En atferdsanalytisk forståelse av hukommelse vil bli belyst ved å se nærmere på en del funn som er gjort ved bruk av DTMS prosedyrer som involverer etablering av betingede diskriminasjoner.

Korrespondanse angående denne artikkelen kan rettes til Christoffer Eilifsen, Avdeling for atferdsvitenskap, Høgskolen i Oslo og Akershus, Institutt for atferdsvitenskap, Postboks 4 St. Olav's plass, 0130 Oslo, Norge.

E-post: Christoffer.Eilifsen@hioa.no

¹Innen atferdsanalyse er ikke hukommelse et faguttrykk. Begrepet trekker med seg en del meningsinnhold fra dagligspråket som ikke er ønskelig når det å huske skal diskuteres fra en atferdsanalytisk synsvinkel. Innen atferdsanalyse anses det å huske som en aktivitet, og involverer ikke en ting eller en struktur ved navn hukommelse. I engelskspråklig atferdsanalytisk litteratur benyttes ofte begrepet *remembering* for å klargjøre dette skillet. Det finnes derimot ikke noe godt norsk ord for *remembering*. Vi har derfor, på tross av de nevnte ulemper, valgt å benytte begrepet hukommelse i denne teksten.

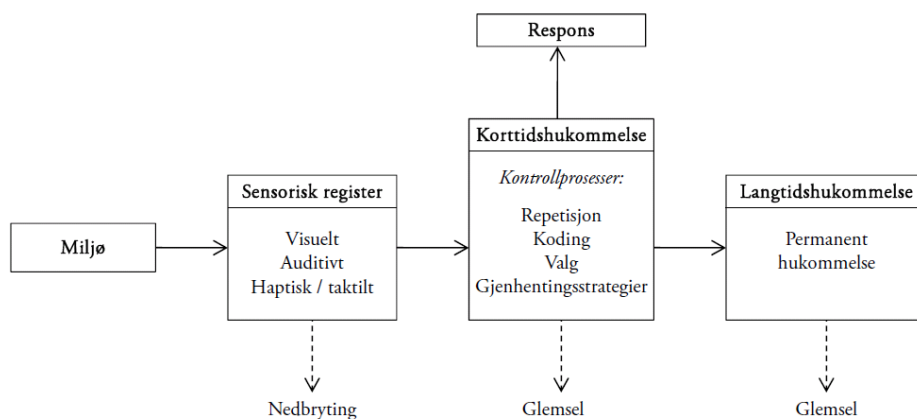
Ekspireranter som kombinerer DTMS med tester for stimulusekivalens vil også bli drøftet for å illustrere forhold mellom hukommelse og annen kompleks menneskelig atferd. Formålet med denne artikkelen er å diskutere en atferdsanalytisk forståelse av fenomenet hukommelse, redegjøre for sentral atferdsanalytisk orientert forskning på hukommelse som benytter DTMS prosedyrer og å sammenligne atferdsanalytisk forskning på hukommelse med hukommelsesforskning innen kognitiv psykologi.

Hukommelsesforskning innen kognitiv psykologi og biologisk nevropsykologi

Det meste av forskning som eksplisitt har vært opptatt av fenomenet hukommelse har funnet sted innen en kognitiv tradisjon. Den kognitive tradisjonen finner av vitenskapsteoretiske grunner det hensiktsmessig å omtale sin forskning med utgangspunkt i begreper fra dagliglivet. Hukommelse er et slikt begrep (Mahadevan, Malone, & Bailey, 2002). Innen kognitiv psykologi illustreres ofte hukommelse med utgangspunkt i modeller. Modellene består av samlinger hypotetiske konstrukter eller hypotetiske prosesser som omtales ved bruk av metaforer. En klassisk kognitiv hukommelsesmodell det ofte henvises til er den såkalte modale modellen forbundet med forskerne Richard Atkinson og Richard Shiffrin. I denne modellen trekker man et skille mellom et sensorisk register, korttidshukommelse og langtidshukommelse. Korttidshukommelse er en type hukommelse som støtter opp om menneskelig kognisjon ved å være et mellomledd mellom sensorisk persepsjon, langtidshukommelse og atferd (Se Figur 1 for en illustrasjon av modellen). Korttidshukommelse har begrenset lagringskapasitet i den forstand at den kan bare holde på en begrenset mengde informasjon om gangen. I tillegg svekkes denne informasjon raskt, slik at den bare er tilgjengelig for organismen i relativt kort tid. Informasjonen lagret i

korttidshukommelsen er derimot lett tilgjengelig for organismen. Atkinson-Shiffrin modellen har av mange kognitivt orienterte forskere i nyere tid blitt erstattet av en modell der korttidshukommelsen inntar en mer aktiv og bearbeidende rolle og er delt opp i flere distinkte komponenter. Denne mer aktive varianten av korttidshukommelse kalles ofte arbeidshukommelse (Cowan, 2008; Smith & Kosslyn, 2007). I en av de mest sentrale modellene for arbeidshukommelse, en modell assosiert med forskeren Alan Baddeley, er arbeidshukommelsen delt opp i tre hoveddeler som alle har ulike funksjoner. Delene kalles den sentrale styringsenheten (*the central executive*), den fonologiske løkken (*the phonological loop*) og den visuo-spatielle skisseblokken (*the visuo-spatial sketchpad*). Den fonologiske løkken er i stand til å lagre informasjon i taleform i rundt to sekunder. Men det er mulig å øke tiden informasjon opprettholdes i den fonologiske løkke dersom informasjonen gjenntas og oppfriskes ved subvokal tale. Den visuo-spatielle skisseblokken lagrer visuell informasjon og informasjon om romforhold over kort tid, mens den sentrale styringsenheten manipulerer informasjon innenfor de to andre systemene uten at denne komponenten lagrer informasjon selv (Baddeley, 2002; Baddeley & Hitch, 1974; Repovs & Baddeley, 2006).

Framgangsmåten for å postulere de hypotetiske konstruktene som inngår i de ulike hukommelsesmodellene og for å endre disse komponentene innebærer ofte at det først gjennom eksperimenter påvises relasjoner mellom observerbare atferd- og miljøhendelser. Relasjonene mellom atferd og miljø blir nesten utelukkende beskrevet i form av et gjennomsnitt med utgangspunkt i mange personers atferd. Deretter trekkes slutninger om underliggende hypotetiske konstrukter som de påviste relasjoner mellom atferd og miljø skal være avhengig av (Donahoe & Palmer, 1994; Moore, 2008). **Tilnærmingen** kan illustreres ved å se nærmere på et eksperiment knyttet til den fonologiske



Figur 1. Figuren illustrerer Atkinson og Shiffrin sin klassiske modell for korttidshukommelse. Fra venstre mot høyre illustreres det at input fra miljøet først lagres i sensoriske registre. Slike stimuli vil deretter kunne overføres til og bearbejdes av korttidshukommelsen, og eventuelt overføres videre til langtidshukommelsen for mer permanent lagring. Pilen ut fra boksen merket korttidshukommelse illustrerer at atferd kan forekomme som et resultat av hendelser i korttidshukommelsen. Figuren er oversatt og tilpasset med utgangspunkt i en figur hentet fra Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1971, August). *The control of short-term memory*, *Scientific American*, 224, 82–90.

løkke. I et eksperiment av Hulme, Maughan og Brown (1991) ble studenter bedt om å gjenta lister med stavelser øyeblikkelig etter disse listene ble presentert. Listene besto enten av ord fra dagligspråket eller fonologisk korrekte meningsløse stavelser. Bare lister med meningsløse stavelser og ord det tok like lang tid å uttale ble sammenlignet. Prosedyren resulterte i en gjennomsnittlig forskjell mellom antall ord forsøkspersonene kunne huske og antall meningsløse stavelser forsøkspersonene kunne huske, med signifikant flere ord rapportert når listene bestod av ord. Et senere eksperiment viste også at å eksponere forsøkspersoner for meningsløse stavelser økte antall enheter som kunne huskes sammenlignet med meningsløse stavelser forsøkspersonene ikke hadde erfaring med (Hulme, Roondenrys, Brown, & Mercer, 1995). Både i de empiriske artiklene til Hulme og kolleger og i senere teoretisk artikler av Alan Baddeley anses disse funnene som en indikasjon på at langtidshukommelsen på en eller annen måte er involvert i operasjonene til den fonologiske løkke. Slutningen gjøres fordi

lagret kunnskap om ord regnes som noe som befinner seg i langtidshukommelsen, samtidig som den fonologiske løkke eller andre deler av arbeidshukommelsen ikke blir ansett som i stand til å kunne lagre noe permanent. Da det tenkes at den fonologiske løkke ikke har noen direkte kontakt med langtidshukommelsen, ble disse resultatene ansett som en utfordring for den daværende hypotesen arbeidshukommelsens komponenter. Baddeley foreslår på grunnlag et stort utvalg empiriske studier, inkludert de to diskutert her gjennomført av Hulme og kolleger, at et ytterligere hypotetisk konstrukt er en del av arbeidshukommelsen. Dette konstruktet kalles den episodiske buffer (*the episodic buffer*), og har som funksjon blant annet å holde på informasjon ulike kilder, inkludert langtidshukommelsen, og å formidle informasjon til de andre konstruktene i arbeidshukommelsen (Baddeley, 2000, 2002; Repovs & Baddeley, 2006).

Det viktig å understreke at disse eksperimentene til Hulme og kolleger og den senere fortolkningen av disse trekkes fram for å illustrere et poeng relatert til epistemologi

og vitenskaplig metode. Kognitiv hukommelsesforskning er ikke en sammenhengende enhet. Kognitivt orienterte forskere har et ulike syn på både viktigheten av Baddeley sin arbeidshukommelsesmodell, de fortolkninger av Hulme et al. (1991) som har blitt beskrevet ovenfor og innføringen av den episodiske buffer som en del av arbeidshukommelsen. Hovedpoenget her er å illustrere at kognitiv orientert forskning beskjefter seg med prosesser eller konstrukturer som i seg selv ikke er målbare, men som er utledet fra eksperimentelle data innhentet ved å måle atferd og hendelser i miljøet utenfor atferden. Begreper som den sentrale styringsenhet, den visuo-spatielle skisseblokken, den fonologiske løkke, langtidshukommelsen og korttidshukommelsen omhandler verken atferd eller hjernens nevralt aktivitet, men konstrukturer som beskrives på et annet analysenivå enn atferd og hjerneaktivitet ved bruk av metaforer som delvis har sitt opphav i dagligspråket (Fodor, 1981; Smith & Kosslyn, 2007).

I tillegg til å bli behandlet innen kognitiv psykologi, har hukommelse blitt forsket på innen tradisjoner som i større grad vektlegger organsimens fysiologiske hjerneaktivitet (e.g. Goldman-Rakic, 1995; Kandel & Squire, 2000). Biologisk nevropsykologi kan benyttes som en samlebetegnelse på slik forskning. I løpet av de siste 20 årene har det skjedd en enorm økning av forskning som benytter *functional brain imaging*. Ved *functional brain imaging* tas ulike teknikker som PET (*positron emission tomography*) og fMRI (*functional magnetic resonance imaging*) i bruk for å studere nevroners aktivitet i hjernen. Disse teknikkene gjør det mulig til en viss grad mulig å undersøke aktivitet som foregår i hjernen simultant med pågående atferd. PET og fMRI måler på ulike måter blodtilstrømning til områder i hjernen, noe som antas å samsvare med nevralt aktivitet i de samme områdene. Ved bruk av *functional brain imaging* kan man måle aktivitet i områder i hjernen ned på millimeternivå, noe som representerer flere hundretusen eller

millioner av nevroner. Begge metodene har en forholdsvis lang temporaloppløsning, der enkeltmålepunkter representerer nevralt aktivitet som varer i flere sekunder, og i de fleste tilfeller mye lengre. De relevante enhetene av atferd eller nevralt aktivitet som man faktisk er interessert kan derimot ha en tidsmessig utstrekning som er mye kortere. En annen utfordring er at da det til enhver tid er store mengder nevralt avfiring i alle områder av hjernen, vil målinger av hjerneaktivitet stort sett måtte sammenlignes med en kontrollbetingelse. I praksis innebærer en slik sammenligning at man trekker all hjerneaktivitet som forekommer under en kontrollbetingelse fra den hjerneaktiviteten som forekommer under en eksperimentbetingelse og presenterer restverdien. Det er vanskelig å se for seg at valget av en slik kontrollbetingelse kan være fullstendig fri for teori (Cabeza & Nyberg, 2000; Dickins, 2005; Schlund, Hoehn-Saric, & Cataldo, 2007).

Deler av biologisk nevropsykologi er kompatibel med en atferdsanalytisk tilnærning til hukommelse. Det er viktig å merke seg at det i utgangspunktet ikke er noe motsetning mellom biologisk nevropsykologi og atferdsanalyse, så lenge den førstnevnte disiplinen forholder seg til nevralt aktivitet som kan måles direkte. Følgende sitater fra B. F. Skinner illustrerer forholdet mellom biologisk nevropsykologi og atferdsanalyse på en representativ måte:

The physiologist of the future will tell us all that can be known about what is happening inside the behaving organism. His account will be an advance over a behavioral analysis, because the latter is necessarily "historical"—that is to say, it is confined to functional relations showing temporal gaps. Something is done today which affects the behavior of an organism tomorrow. No matter how clearly that fact can be established, a step is missing, and we must wait for the physiologist to supply it. He will be able to show how an organism is changed when exposed to contingencies of reinforcement and why the changed organism then behaves in a different way,

possibly at a much later date. What he discovers cannot invalidate the laws of a science of behavior, but it will make the picture of human action more nearly complete (Skinner, 1974, s. 236).

A behavior analysis has two necessary but unfortunate gaps—the spatial gap between behavior and the variables of which it is a function and the temporal gaps between the actions performed upon an organism and the often deferred changes in its behavior. These gaps can be filled only by neuroscience, and the sooner they are filled, the better (Skinner i Catania & Harnad, 1988, s. 470).

En innflytelsesrik bok som understreker viktigheten av å integrere atferdsanalyse med biologisk nevropsykologi er Donahoe og Palmers *Learning and Complex Behavior*. I en diskusjon av atferdsanalysens metodologiske grunnlag sier de følgende:

The level of analysis at which orderly functional relations are obtained depends on the nature of the phenomena under study. The conventional distinctions between academic discipline—e.g., between psychology and physiology—are the result of relatively arbitrary conditions, and should not be accorded the same status as distinctions that arise for scientific analysis. Complex behavior, such as remembering, is an outcome of a multitude of events occurring at the behavioral, microbehavioral, and physiological level. Unraveling the secrets of such complex behavior may well be facilitated by the interdisciplinary efforts that approach the problem at several levels (Donahoe & Palmer, 1994, s. 5).

Kognitiv psykologi har tradisjonelt sett lagt føringer på hvilken type studier som utføres innen forskning som benytter ulike former for *functional brain imaging*. I likhet med kognitiv psykologi er det er nesten utelukkende gjennomsnitt som rapporteres innen nevropsykologi. Typisk blir gjennomsnittlig nevralt aktivitet hos en person over mange lignende situasjoner slått sammen, og dette gjennomsnittet blir så slått sammen

med nevralt aktivitet hos mange personer i lignende situasjoner. Målet er i mange tilfeller å finne støtte for eksistensen til ulike hypotetiske konstrukturer ved å forsøke å korrelere gjennomsnittlig nevralt aktivitet med situasjoner der det hevdes at hypotetiske konstrukturer er aktive (Faux, 2002; Schaal, 2003). Så mens biologisk nevropsykologi definitivt er av interesse for mange atferdsanalytikere, og anses som en nødvendig del av en fullstendig beskrivelse av atferd er det flere faktorer som begrenser i hvor stor grad mye av denne forskningen er kompatibel med atferdsanalyse. Disse faktorene er både knyttet til teknologiske begrensninger ved måleinstrumenter og resultater av den vitenskapsteoretiske vinklingen som styrer store deler av nevropsykologisk forskning. I løpet av de siste ti år har det vært en økning i antall publikasjoner av *functional brain imaging* studier som er mer atferdsanalytisk orienterte (e.g. Dickins et al., 2001; Schlund & Ortu, 2010). I denne typen studier korreleres målinger av nevralt aktivitet med atferd som forekommer ved iverksettelsen av eksperimentelle prosedyrer basert på veletablerte atferdsprinsipper. Delvis som en konsekvens av dette utgangspunktet har denne typen forskning et fokus som er ulikt store deler av biologisk nevropsykologi. Kjennetegn ved atferdsanalytisk orienterte studier som involverer nevralt aktivitet er lite fokus på fortolkning av målinger med utgangspunkt i hypotetiske konstrukturer og mer vekt på miljømessige hendelser som går forut for det tidspunktet nevralt aktivitet måles. For eksempel, ved etablering av en diskriminert operant fant Schlund og Ortu (2010) en lineær økning av aktivitet i spesifikke områder i hjernen som en funksjon av det kumulative antallet forsterkere som ble formidlet. Resultatet indikerer at disse spesifiserte regionene er involvert i diskriminering av stimuli. Dickins et al. (2001) sammenlignet nevralt aktivitet under tester for stimulusekvivalens med nevralt aktivitet under gjennomføring av oppgaver som involverte fremvisning av verbalatferd. I

denne studien blir det funnet både likheter og ulikheter i nevralt aktivering under utførelse av de to ulike oppgavene. Resultatene gir en pekepinn mot hjernens roller i det komplekse forholdet mellom stimulusekvivalens og språk. Nevropsykologiske studier av denne typen kan på sikt kan bli et viktig bidrag til øke vår forståelse av atferd, inkludert hukommelse, særlig dersom teknologisk utvikling muliggjør mer direkte og mer detaljerte målinger av nevralt aktivitet.

En av utfordringene med kognitiv hukommelsesforskning, og i noe mindre grad til en nevralt psykologisk tilnærming til hukommelse er knyttet til forholdet mellom postulering av hypotetiske konstrukt og kausalitet. B. F. Skinner tok dette temaet opp ved en rekke anledninger og anså dette for å være en høyst problematisk side ved store deler av psykologiens vitenskapsfilosofi og metodologiske fremgangsmåte for å frambringe kunnskap (Skinner, 1938, 1950, 1953, 1974). Postulering av hypotetiske konstrukt har nemlig ofte vist seg å føre til at disse konstruktene blir ansett som en årsak til atferd. For å illustrere dette er det igjen hensiktsmessig å henvise til eksperimentene til Hulme og kolleger og den senere fortolkningen av disse som ble skissert tidligere (Baddeley, 2002; Hume et al., 1991; Hulme et al., 1995; Repovs & Baddeley, 2006). Her hevdes det at et hypotetisk konstrukt kalt den episodiske buffer gjør det mulig for informasjon fra langtidshukommelsen å påvirke korttidshukommelsen. Problemet er at eksistensen til den episodiske buffer berettiges utelukkende ved å henvise til atferd som indikerer at langtidshukommelse påvirker korttidshukommelse. En slik årsaksforklaring er sirkulær og kan betegnes som en forklaringsfiksjon (Holth, 2001; Skinner, 1953). Årsaken til det som observeres blir gitt i form av en hypotetisk enhet som forklarer de data man har innhentet, mens den hypotetiske enhetens eksistens igjen bare er støttet av de samme data. Å postulere eksistensen av et hypotetisk konstrukt som den episodiske buffer gir dermed ingen egentlig forklaring på årsaken til atferd.

Det argumenteres ofte for at postulering av uobserverte konstrukt er nyttig fordi det fører til en generering av potensielt fruktbare hypoteser som kan testes eksperimentelt og øke vitenskaplig kunnskap. I tillegg argumenteres det for at det er hensiktsmessig å jobbe ut fra teorier om hypotetiske konstrukt fordi dette kan bidra til å koble sammen flere eksperimentelle funn (Baddeley, 2000; Donahoe & Palmer, 1994). Et hyppig resultat av at det gjennomføres eksperimenter med utgangspunkt i hypotetiske konstrukt er at konstruktene ikke er dekkende for alle funnene. Når en slik situasjon oppstår fører det enten til at de postulerte konstruktene blir byttet ut med nye konstrukt, eller at en prøver å bevare de opprinnelige konstruktene ved å utlede tilleggskonstrukt til disse (Donahoe & Palmer, 1994). Det er igjen illustrerende å henvise til innføringen av det hypotetiske konstruktet episodisk buffer. Her var det flere typer eksperimenter som viste sammenhenger mellom miljø og atferd som ikke kunne forklares med den nåværende forståelsen av arbeidshukommelsen. Løsningen fremmet av Baddeley var å legge den nye komponenten episodisk buffer til som del av det hypotetiske konstruktet arbeidshukommelse, da et slikt konstrukt gjorde det mulig å forklare de observerte atferd-miljø relasjonene (Baddeley, 2000; Repovs & Baddeley, 2006). Den episodiske buffer ser i dag ut til å ha blitt en akseptert del av arbeidshukommelsen, og beskrives ofte i innføringstekster innen kognitiv psykologi (e.g., Ashcraft & Radvansky, 2009; Smith & Kosslyn, 2007). Den stadige ekspansjonen av de hypotetiske konstruktene som et resultat av nye vitenskaplig funn fører for det første til at teoriene ofte blir særdeles komplekse. Merk at beskrivelsen av arbeidshukommelsen tidligere i artikkelen er veldig forenklet. Se for eksempel Baddeley (2003) for en mer omfattende beskrivelse. I tillegg kan det argumenteres for at ubegrenset ekspanderende teorier resulterer i et gitt konstrukt kan imøtekomme "alle" data. Et viktig kriterium for at arbeider skal kunne

kalles vitenskapelige er knyttet til Karl Popper sitt falsifiseringsprinsipp. Poppers falsifiseringsprinsipp innebærer at vitenskapelige arbeider alltid i prinsippet skal kunne falsifiseres. Det vil si at det alltid må finnes vitenskaplig akseptert fremgangsmåte som potensielt sett kan føre til at en gitt hypotese ikke blir bekreftet (Popper, 1959). Vi har her argumentert for at deler av teoridannelse innen kognitiv psykologi ikke imøtekommer dette kriteriet for vitenskaplighet.

Et annet argument mot å legge til hypotetiske konstrukt i en analyse av hukommelse er knyttet til muligheten for praktisk anvendelse av prinsipper som fastsettes innen grunnforskning. Kognitiv hukommelsesforskning sitt fokus på hypotetiske konstrukt fører til at vitenskapens hovedaktivitet er å teste teorier knyttet til funksjonen til disse prosessene. Når forskning utføres for å teste teorier har dette en stor innvirkning på hva slags forskning som faktisk gjennomføres, og dette vil i mange tilfeller føre til forskning som praktisk sett er lite anvendelig. I tillegg fører fokus på hypotetiske konstrukt, som diskutert ovenfor, til at konstruktene ansees som årsaker til atferd. Dette fører til at løsningen på anvendte problemer ligger i en eller annen form for defekt i et hypotetisk konstrukt som ingen har direkte tilgang til. Det kan argumenteres for at det kan være mer nyttig å fokusere på å finne solide og replikerbare relasjoner mellom miljø og atferd. Disse relasjonene har vist seg å være svært nyttige redskaper å benytte i ulike anvendte sammenhenger for å fremme ønskede atferdsendringer (Chiesa, 1992).

Oppsummering

Hukommelse er et begrep hentet fra kognitiv psykologi. Kognitiv psykologi beskriver og forklarer hukommelse ved å henvise til komplekse modeller bestående av hypotetiske konstrukt. Forskning på dette feltet blir gjennomført for å teste hypoteser om slike uobserverte konstrukt. Hukommelse har også blitt undersøkt innen biologisk nevropsykologi. Mens deler av

den sistnevnte tradisjonen er kompatibel med atferdsanalyse, er det andre deler av denne forskningen atferdsanalytikere finner problematisk. Dette blant annet grunnet den nære tilknytningen deler av biologisk nevropsykologi har til kognitiv psykologi sin ontologi og epistemologi. Atferdsanalytikere finner flere aspekter ved den kognitive forskningstradisjonen problematisk. Det argumenteres her for at det å benytte hypotetiske konstrukt som en forklaring på atferd er sirkulært og ikke gir noen forklaring på hvorfor atferd oppstår. I tillegg fører fokus på disse komplekse sammensetningene av hypotetiske konstrukt til at forskning leder til få resultater som er anvendelig i praktiske sammenhenger.

Hukommelse og atferdsanalyse

Innen atferdsanalyse er analyseenhetene, det man forsker på, funksjonelt definert. Det vil si at eksperimentell forskning innebærer å studere manipulerbare variabler i miljøet som påvirker eller kontrollerer atferd. En slik tilnærming skiller seg fra hukommelsesforskning innen kognitiv psykologi, der analyseenheten ikke er direkte manipulerbar, men kun utledet fra observerte relasjonen mellom miljø og atferd. På tross av at en analyse av atferd kan inneholde variabler som er private, vil alltid kausale variabler, variabler anses som årsak til atferd, befinne seg utenfor organismen. Innen atferdsanalyse er man interessert i å påvise miljøets påvirkning på den individuelle organsimes atferd, og ikke utelukkende gjennomsnittlig atferd hos mange individer (Catania, 2007; Moore, 2008). Innen atferdsanalyse strebes det i tillegg mot å være begrepsmessig sammenhengende, slik at beskrivelser av relasjoner mellom atferd og miljø gjøres ved bruk av etablerte prinsipper når dette er mulig (Chiesa, 1994; Palmer, 2010). Hukommelse regnes ikke innen atferdsanalyse som et fagbegrep eller som et felt atskilt fra studiet av atferd generelt. Om man skal kalle noe for studiet av hukommelse, så innebærer dette

å studere relasjoner mellom miljø og atferd i sammenhenger som man til daglig vil kalle for det å huske. Å huske er noe man gjør og er avhengig av individets læringshistorie og miljøkonteksten til stede når atferd finner sted. (Palmer, 1991; Wixted, 1998).

Det kan være nyttig å kategorisere ulike typer atferd som ofte omtales som hukommelse. Palmer (1991) foreslår at to forskjellige typer kontingenser kan være avgjørende for å redegjøre for betingelser for atferd som kalles hukommelse i dagliglivet. I den første typen kontingenser blir atferd brakt under kontroll av en stimulus på et tidspunkt, og er fremdeles under kontroll av stimuli i samme klasse på et annet tidspunkt. I den andre typen kontingenser blir atferd brakt under kontroll av en stimulus som, når den endelige responsen forekommer og forsterkning formidles, ikke lengre er til stede i situasjonen. Den første typen kontingenser kan anses som enkel stimuluskontroll, mens den andre typen for kontingenser kan anses som såkalt *precurrent* atferd. Enkel stimuluskontroll kan illustreres ved å beskrive atferden til en due i et operantkammer. Duen hakker på en tast i kammeret og mottar mat kontingent på denne atferden. Etter kort tid forekommer hakkingen med høy frekvens. Deretter blir duen tatt ut av den eksperimentelle situasjonen. To uker senere blir duen plassert i operantkammeret igjen og duen begynner da å hakke på tasten med en gang. Tilsvarende, har man lært å sykle en gang, så er det store sjanser for at man utfører den samme atferden neste gang man sitter på en sykkel, selv om det kan være lenge siden man syklet sist. Atferden som utføres i begge eksemplene, henholdsvis hakking og sykling, omtales ofte i dagliglivet som det å huske. I den andre typen kontingenser, hukommelse som *precurrent* atferd, er ikke de responser som leder til forsterkning i utgangspunktet tilgjengelig for organismen. Dette betyr at organismen må respondere på en slik måte at atferd som kan bli forsterket har mulighet til å forekomme. Slik atferd kalles ofte *precurrent* atferd fordi atferden ikke i seg

selv leder til forsterkning, men øker sjansen for at senere atferd blir forsterket. *Precurrent* atferd opprettholdes av den forsterkning som forekommer kontingent på senere atferd og finner sted som et resultat av de foreliggende betingelser i miljøet (Delaney & Austin, 1998; Palmer, 1991; Wixted, 1998). Et eksempel på hukommelse som *precurrent* atferd er verbalatferd som kan utføres dersom man ikke husker navnet til en person som man er i en samtale med. En slik situasjon kan føre at man går gjennom alfabetet på leting etter forbokstaven i navnet til den man prater med. Hvis man finner den første bokstaven i navnet til personen kan dette i mange tilfeller være nok til å kunne fremvise personens navn. Når individet fremviser slik *precurrent* atferd som å gå igjennom alfabetet, så vil sannsynligheten for forsterkning av etterfølgende atferd øke. For å klargjøre skillet mellom enkel stimuluskontroll og *precurrent* atferd bruker Palmer (1991) matteoppgaver. Hvis man blir stilt spørsmålet "hva er to ganger to?", vil dette i de fleste tilfeller være en diskriminativ stimulus, og man vil fremvise responsen fire relativt raskt. Atferden er under enkel stimuluskontroll. Hvis man derimot blir spurt "Hva er 845 ganger 762?" vil svaret i de fleste tilfeller ikke fremvises med en gang. For å kunne angi svaret er en mulighet å finne frem penn og papir og utføre atferd som manipulerer stimuli inntil svaret oppnås. Denne atferden er *precurrent* atferd. Donahoe og Palmer (1994) nevner tre for at atferd skal kunne defineres som *precurrent* atferd. Det første kriteriet er at en målrespons kan frembringes av en eller flere stimulusbetingelser. For eksempel må man kunne fremvise responsen 643890 hvis man skal ha mulighet til å svare på spørsmålet om hva 845 ganger 762 er for noe. Det andre kriteriet er at diskriminative stimuli er til stede som indikerer at en respons kan føre til forsterkning. Hvis vi for eksempel blir presentert spørsmålet "Hva er 845 ganger 762?" i en skolesammenheng vil de kontekstuelle betingelsene hvor spørsmålet blir stilt kunne indikere at en respons

fører til forsterkning. Det tredje kriteriet er at den endelige responsen ikke er under direkte kontroll av tilstedeværende diskriminative stimuli. Man må dermed frembringe nye responser og stimuli til situasjonen for å gjøre det mulig å imøtekomme situasjonens forsterkningsbetingelser. Det er denne atferden som er *precurrent* atferd.

I mange tilfeller er ikke *precurrent* atferd tilgjengelig for andre enn den personen som fremviser atferden. Atferden er privat. Det er også mulig at slik atferd er i noen tilfeller automatisert i den grad at selv personen som utfører den ikke kan observere at atferden forekommer. Dette byr på en del utfordringer dersom man ønsker å gjennomføre en funksjonell analyse for å identifisere gjeldende kontrollvariabler for atferd. I noen tilfeller kan det da være hensiktsmessig å benytte indirekte mål på denne atferden, som måling av reaksjonstid, øyebevegelser eller nevrologisk aktivitet. I andre tilfeller kan det være hensiktsmessig å benytte såkalte *think aloud* prosedyrer. *Think aloud* prosedyrer innebærer at personer blir bedt om å offentlig fremvise det som ellers ville vært skjult verbal atferd. Eller, sagt med ord fra dagliglivet, de blir bedt om å si hva de tenker (Arntzen, Halstadtro, & Halstadtro, 2009; Delaney & Austin, 1998). I mange tilfeller er derimot fortolkning av mulig forekommende atferd eneste muligheten for å beskrive privat atferd. Fortolkning innen atferdsanalyse innebærer å bruke vitenskaplig begreper for å snakke om fenomener som man vet for lite om til at eksperimentell manipulasjon er mulig eller i tilfeller der eksperimentell manipulasjon ikke er praktisk eller etisk forsvarlig. Slike fenomener kan for eksempel finne sted på en skala som er for stor til at effektiv eksperimentell manipulasjon av alle relevante variabler er mulig. Utvikling av kulturer vil være et ofte være et fenomen på en slik stor skala. Fenomener som finner sted på en skala som er for liten til at de kan måles med den teknologien som foreligger i dag må på tilsvarende måte fortolkes.

Dette gjelder blant annet en del privat *precurrent* atferd som forekommer når man husker. Fortolkning er en legitim vitenskaplig aktivitet innen atferdsanalyse, men all fortolkning må være knyttet til og begrenset av etablerte atferdsprinsipper som har sitt opphav i empiriske resultater fra eksperimentelle studier på atferd. Prinsippene som brukes til å analysere privat atferd er de samme atferdsprinsippene som man har funnet ved å gjennomføre kontrollerte eksperimentelle studier i omstendigheter der både atferd og miljøvariabler er godt tilgjengelige. Innen atferdsanalyse tillegges verken mennesker eller dyr medierende tilleggsvariabler som ikke er atferd for å forklare hukommelse, eller, for den saks skyld, noen andre fenomener (Donahoe & Palmer, 1994; Moore, 2008; Palmer, 2003, 2010). Privat atferd er ofte i utgangspunktet lært på et offentlig nivå, og det er mulig å trene slik atferd på en måte som er tilgjengelig for alle involverte parter. Forholdet mellom privat og offentlig atferd kan illustreres ved vise til hvordan barn lærer å lese. Når et barn trener på lesing vil offentlig tilgjengelig korrekt leseatferd i mange tilfeller føre til forsterkning på et offentlig nivå. Når korrekt lesing forekommer høyfrekvent, vil enten "naturlige" eller tilrettelagte konsekvenser fra miljøet føre til at lesing stor sett vil forekomme privat. En voksen person vil utføre en stor del av sin leseatferd som privat atferd, men i alle tilfeller vil slik atferd ha blitt lært på et offentlig nivå tilgjengelig for flere enn den som lærer å lese. *Precurrent* atferd kan også læres på et offentlig nivå. Et eksempel er atferd barn lærer å utføre når mor spør barnet hva de gjorde tidligere på dagen. Når barnet indikerer at han eller hun ikke vet dette vil mor i mange tilfeller gi forskjellige former for hint til barnet. Hint kan for eksempel innbefatte snakk om steder de har vært, eller snakk om hendelser rundt de stedene de har vært. Når disse hintene er blitt gitt vil barnet ofte kunne fremvise svaret på spørsmålet. En fortolkning er at barnet i fremtiden benytter en lignende strategi når senere konfrontert med denne typen

spørsmål. Atferden vil da ofte finne sted som privat atferd som ikke involverer noen andre personer enn barnet selv.

Precurrent atferd kan forekomme når man skal huske ting over kort tid, og det er gjerne da slik atferd omtales som korttidshukommelse. Repetisjon er en form for *precurrent* atferd som kan fremvises for å huske over kort tid. Ved repetisjon forekommer en serie av responser kontinuerlig i tiden mellom man blir presentert for stimuli og det punktet i tid man blir bedt om å gjenkalle det man ble presentert for. Denne formen for *precurrent* atferd kjennetegnes av at responsene ofte er av samme topografi som den endelige responsen, og at repetisjonene i hovedsak er verbale responser (Donahoe & Palmer, 1994). Repetisjoner kan forekomme når man ønsker å huske et telefonnummer fra en telefonkatalog. Først responderer man for eksempel til telefonnummeret 11877666 i telefonkatalogen. Her kan den tekstuelle responsen å lese 11877666 fungere som stimulus for en ekkoisk respons, det vil si en repetisjon av nummeret. Deretter kan den ekkoiske responsen 11877666 fungere som en stimulus for den påfølgende ekkoiske responsen. Videre kan hver ekkoiske respons fungere som stimuli frem til den endelige atferden, det å trykke nummeret inn på telefonen fremvises (Catania, 2007; Donahoe & Palmer, 1994). Repetisjonen av nummeret er en form lært atferd som benyttes i denne situasjonen da denne atferdskjeden tidligere har ført til forsterkning av den endelige atferden.

Oppsummering

Hukommelse er ikke et fagbegrep innen atferdsanalyse, men atferd som i dagliglivet kalles hukommelse kan analyseres og studeres ved bruk av atferdsanalytiske prinsipper. To typer kontingenser som ofte omtales som hukommelse kan betegnes som hukommelse som enkel stimuluskontroll og hukommelse som *precurrent* atferd. Sistnevnte atferds-episoder kan ofte inneholde komponenter som ikke er tilgjengelig for andre enn individet

som utfører atferden, og er i noen tilfeller heller ikke lett observerbare for selv det handlende individet. Det kan da være hensiktsmessig å fortolke for å beskrive slik atferd. Fortolkning innen atferdsanalyse involverer å beskrive atferd og hendelser som det ikke er mulig eller praktisk å påvirke eksperimentelt ved bruk av etablerte atferdsprinsipper. Det anses ikke for å være et kvalitativt skille mellom atferd som forekommer privat og atferd som er offentlig tilgjengelig.

Betingete diskriminasjonsprosedyrer

En måte å forsøke eksperimentelt undersøke korttidshukommelse eller arbeids- hukommelse hos mennesker og andre organismer er ved å etablere betingete diskriminasjoner ved bruk av *delayed matching-to-sample* (DTMS) prosedyrer. Betinget diskriminasjon er en type diskriminasjon der respondering i henhold til en tretermskontingens kommer under kontekstuell kontroll (Sidman, 1986). For å utdype hva slike diskriminasjoner innebærer er det nyttig å beskrive *matching-to-sample* (MTS), en prosedyre som ofte benyttes for å etablere betingete diskriminasjoner. En *matching-to-sample* prosedyre starter vanligvis med at det presenteres en kondisjonal stimulus (S^K) som eksperimentdeltakere responderer til. Responderingen til S^K etterfølges av presentasjon av en diskriminativ stimulus (S^D) sammen med minimum en annen stimulus, en S-delta (S^A). Hvilken stimulus som prosedyremessig er definert som S^D avgjøres av hvilken S^K som presenteres. Når man forsøker å etablere betingende diskriminasjoner, eller for så vidt tilrettelegger for enhver form for læring, er det selvsagt at dette er atferd som ikke allerede er etablert. I MTS prosedyrer som gjennomføres med voksne mennesker som deltakere benyttes ofte abstrakte stimuli arbitrært inndelt i stimulusklasser for å sikre at personen ikke har kjennskap til stimuli og stimulusklasseinndeling fra før. Men for å illustrere en MTS prosedyre er det nyttig å bruke et eksempel med stimulusklasser

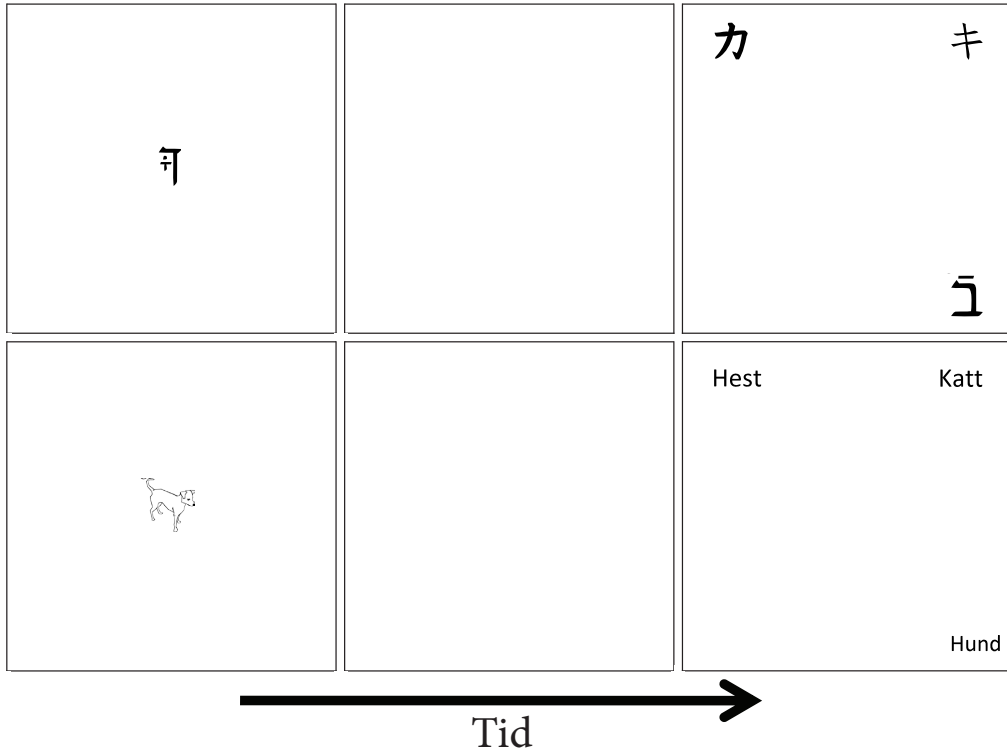
som de fleste allerede har kjennskap til. For eksempel kan teksten "hund, eller "katt" presenteres som S^K , og et bilde av en hund og katt presenteres som S^D og S^A . Hvis teksten "hund" blir presentert som S^K vil bildet av hunden fungere som prosedyremessig korrekt S^D , og bildet av katten som S^A . Hvis teksten "katt" blir presentert som S^K vil bildet av katten fungere som prosedyremessig korrekt S^D , og bilde av hunden som S^A . Innen MTS litteraturen benyttes ofte en egen terminologi. Her betegnes S^K som utvalgsstimulus, og S^D og S^A som sammenligningsstimuli. Det benyttes et minimum av to kondisjonale stimuli i MTS prosedyrer. Respondering til det den sammenligningsstimulus som eksperimentator har definert som S^D gitt en spesifikk S^K stimulus leder til én form for konsekvens, mens respondering til en annen utvalgsstimulus leder en annen konsekvens. Disse arrangerte konsekvensene er i studier med voksne mennesker som deltakere typisk ord som henholdsvis riktig eller feil. Når det er dyr som deltar i eksperimenter er det typisk mat som er konsekvensen av prosedyremessig korrekt respondering, mens prosedyremessig feil respondering etterfølges av *timeout* fra denne forsterkeren. En episode med en utvalgsstimulus og sammenligningsstimuli kalles for en *trial*.

MTS prosedyrer benyttes på tvers av forskningsfelt og teoretiske ståsteder. For eksempel har MTS prosedyrer blitt benyttet innen biologisk nevropsykologi (e.g., Clark et al., 1997), farmakologi (e.g., Harper, Wisniewski, Hunt, & Schenk, 2005), kognitiv psykologi (e. g., Hartman & Warren, 2005) og atferdsanalyse (e.g., Iversen, 1997). Formålet med Clark et al. (1997) sin studie var i følge forfatterne å identifisere områder i hjernebarken involvert i bearbeiding av ansikter og farger hos mennesker. Harper et al. (2005) sin studie sammenlignet atferdsforstyrrelser hos rotter under påvirkning av enten kokain, MDMA eller amfetamin. Hartman og Warren (2005) utforsket hva slags kognitive mekanismer som kan ligge til grunn for svekket arbeidshukommelse

hos eldre. Iversen (1997) undersøkte hva slags atferdskontroll posisjon av stimuli hadde i en prosedyre som innebar at rotter måtte korrekt identifisere fysisk identiske stimuli. Det relativt konsistente begrepsapparatet som benyttes til å omtale MTS prosedyrer gjør det mulig å sammenligne resultater fra alle disse studiene. En slik sammenligning kan finne sted på tross av studiene er utført og formidlet av forskere med svært ulike teoretiske ståsteder som fortolker data med ulike briller. I tillegg til at MTS prosedyrer har blitt benyttet innen ulike forskningsfelt, er slike prosedyrer også hyppig tatt i bruk i opplærings situasjoner. MTS kan blant annet benyttes ved etablering av begrepsforståelse hos personer som mangler ferdigheter knyttet til dette. Ved slik opplæring etableres det stimulusrelasjoner mellom for eksempel bilder, gjenstander, skrevne ord og ord i taleform (Dube & McIlvane, 1999).

Det finnes mange ulike varianter MTS prosedyrer. Det skilles det mellom identitetsmatching og arbitrær matching. Identitetsmatching kjennetegnes ved at utvalgsstimulus og prosedyremessig korrekt sammenligningsstimulus er fysisk like, mens arbitrær matching innebærer at utvalgstimulus og prosedyremessig korrekt sammenligningsstimulus ikke har fysiske likheter (Mackay, 1991). At stimuli ikke har fysiske likheter i arbitrær matching illustreres i øverste del av Figur 2. Simultan *matching-to-sample* (SMTS) innebærer at sammenligningsstimuliene presenteres sammen med utvalgsstimulusen. Man kan alternativt benytte en prosedyre der presentasjonen av utvalgsstimulusen etterfølges av et en viss tidsperiode før sammenligningsstimuliene presenteres (Arntzen, 2006). En slik prosedyre illustreres i Figur 2. Intervallet mellom avsluttet presentasjon av utvalgsstimulus og presentasjon av sammenligningsstimuli kalles for et *delay* eller et retensjonsintervall, og prosedyren kalles for *delayed matching-to-sample* (DMTS). DMTS egner til å undersøke variabler som påvirker hukommelse hos dyr og mennesker.

Delayed Matching-to-Sample



Figur 2. Den øverste delen av figuren illustrerer en DMTS trial med abstrakte stimuli, mens den nederste delen av figuren viser en tilsvarende trial der symboler knyttet til begrepet hund benyttes. Til venstre vises utvalgsstimuli, som er det som først presenteres. Deretter initieres det et tidsintervall hvor ingen stimuli er til stede. Dette vises i midten av figuren. Når tidsintervallet avsluttes blir sammenligningsstimulene presentert slik som det illustreres lengst til høyre i figuren.

Oppsummering

MTS er en prosedyre for å etablere betinget diskriminasjon, det vil si etablering av en tretermskontingens der effektiv responsering er avhengig av tilstedeværelsen av en fjerde term. MTS prosedyrer benyttes innen for flere ulike forskningsfelt, og beskrives ofte med en særegen terminologi som gjør det lett å sammenligne studier på tvers av formålet med den enkelte studie. Det finnes flere varianter av MTS prosedyrer, blant annet prosedyrer der presentasjonen av utvalgsstimuli etterfølges av et retensjonsintervall før sammenligningsstimuli presenteres. En slik prosedyre kalles DTMS.

DMTS og hukommelse

Det er gjort et stort antall studier for å belyse variabler som påvirker stimuluskontroll i DMTS prosedyrer med dyr som forsøksdyr. Retensjonsintervallene i dyrestudier er vanligvis mellom 0 og 20 sekunder. Det generelle funnet er at prosedyremessig korrekt responsering til utvalgsstimuli minsker når retensjonsintervallet, tiden mellom utvalgsstimulus forsvinner og sammenligningsstimuli presenteres, økes (Wixted, 1989). Men det har vist seg å være en hel del andre variabler enn lengden på retensjonsintervallet som påvirker hva dyrs

hukommelse i DMTS prosedyrer. Odum, Shahan og Nevin (2005) undersøkte hvordan sannsynlighet for forsterkning i en DMTS identitetsmatchingsprosedyre påvirket prosedyremessig korrekt respondering hos duer. Dette ble undersøkt ved å signalisere forsterkersannsynlighet for korrekt respondering til sammenligningsstimuli før hver DMTS *trial* ble presentert. Forsterkersannsynligheten var enten 90 % eller 10 %. Når tegnet for forsterkersannsynlighet ble gjort tilgjengelig var det krav om respondering på et variabelt intervall skjema før utvalgsstimulus ble gjort tilgjengelig. Respondering til utvalgsstimulus ble etterfulgt av et retensjonsintervall. Tegnet på hvilke forsterkersannsynlighet som var gjeldene var også tilgjengelig under retensjonsintervallet. Retensjonsintervallet varierte fra trial til trial mellom 0,1 og 8 sekunder, og ble etterfulgt av at sammenligningsstimuli ble presentert. Resultatet var at både respondering under det variable intervall skjemaet som var effektivt før hver DMTS *trial* og korrekt respondering til utvalgsstimuli i DMTS oppgaven var høyere når høy forsterkersannsynlighet ble signalisert sammenlignet med når lav forsterkersannsynlighet ble signalisert. Respondering under retensjonsintervallet var også høyere når signalet for høy sannsynlighet for forsterkning var til stede. Korrekt DMTS respondering minsket som en funksjon av økt lengde på retensjonsintervallet, men denne nedgangen var relativ, slik at korrekt respondering når høy forsterkersannsynlighet ble signalisert var høyere enn når lav forsterkersannsynlighet ble signalisert i alle retensjonsintervallene. Resultatet indikerer at duers hukommelse er påvirket av sannsynlighet for forsterkning av hukommelsesatferd og at hukommelse bedres når høy sannsynlighet for forsterkning signaliseres. Det er også viktig å merke seg at det ikke bare var prosedyremessig korrekt respondering til sammenligningsstimuli som ble påvirket når forsterkersannsynligheten var høy. Også respondering i løpet av retensjonsintervallet var høyere når signalet for høy forsterkersannsynlighet var til stede. Denne atferden

virker i utgangspunktet overraskende, da det tilsynelatende ikke er noen forsterkningskontingenser i den eksperimentelle prosedyren som opprettholder responderingen. For å belyse denne atferdens mulige funksjon er det hensiktsmessig å beskrive en klassisk DMTS studie gjennomført av Donald S. Blough i 1959. Blough benyttet i likhet med Odum et al. (2005) duer som forsøksdyr. Avhengig av hvilken utvalgsstimulus som ble presentert ble hakking på en tast til høyre for utvalgsstimulus eller til venstre for utvalgsstimulus etterfulgt av mat. Studien til Blough viser i tråd med andre studier på DMTS og dyr at korrekt respondering stort sett minsker når retensjonsintervallet mellom utvalgsstimulus og sammenligningsstimulus økes. Det oppsiktsvekkende ved studien var at noen av duene fremviste korrekt respondering også når retensjonsintervallene var forholdsvis lange. Det som kjennetegnet de duene som responderte med høy presisjon ved lengre retensjonsintervall var at de fremviste repeterende atferd i retensjonsintervallet og at denne atferden varierte ut fra hvilken utvalgsstimulus som var blitt presentert. For eksempel fremviste en av duene hakking over den høyre sammenligningsstimulus når utvalgsstimulus blinket. Andre forskere har gjort lignende funn. I et eksperiment av Cleaveland (1998) korrelerte utvalgsspesifikk repeterende atferd som forekom i retensjonsintervallet med korrekt respondering i en MTS oppgave. Når denne repeterende atferden ble forstyrret av eksperimentator, minsket korrekt respondering ved lengre retensjonsintervaller. Det har blitt foreslått at atferden som forekom i retensjonsintervallet i den tidligere nevnte studien Odum et al. (2005) har sammen funksjon som den slik utvalgsspesifikk repeterende atferd (Nevin, Davison, Shahan, & Odum, 2007). Det som er spesielt interessant med studien til Odum et al. (2005) er at denne atferden økte systematisk i frekvens på *trials* der høy forsterkersannsynlighet var signalisert. Det virker ikke urimelig å anse atferden som ble observert i løpet av retensjonsintervallene

både i studien til Blough (1959), studien til Cleaveland (1998) og studien til Odum et al. (2005) som *precurrent* atferd. Atferden har som funksjon å imøtekomme situasjonens forsterkningsbetingelser, noe som i DMTS innebærer å huske utvalgsstimulusen når sammenligningsstimulene presenteres. Atferden opprettholdes av forsterkning som forekommer kontingent på korrekt responsering til sammenligningsstimuli.

Precurrent atferd i DMTS prosedyrer har også blitt undersøkt med mennesker som deltakere i eksperimenter. Parsons, Taylor og Joyce (1981) lærte fem år gamle barn å fremvise ulike former for *precurrent* atferd i tidsmellomrommet mellom avsluttet presentasjon av utvalgsstimulus og presentasjon av sammenligningsstimuli. I Eksperiment 1 måtte forsøkspersonene først fremvise en observasjonsrespons til utvalgsstimulus for at retensjonsintervallet skulle starte. Etter dette varte retensjonsintervallet i 0,1 sekund før deltakerne kunne trykke på en tast for at sammenligningsstimulene skulle bli presentert. Respondering til prosedyremessig korrekt sammenligningsstimuli ble etterfulgt av tilgang på å se korte sekvenser av en tegnefilm. Barna var delt i tre grupper der responsen for å avslutte retensjonsintervallet var ulik for hver gruppe. Den første gruppen måtte trykke på en utvalgsstimulus-spesifikk tast, mens den andre gruppen måtte fremvise en enkel form for respons uavhengig av hvilken utvalgsstimulus som ble presentert. Den tredje gruppen fremviste den samme typen responser som Gruppe 1, men uavhengig av hvilken utvalgsstimulus som ble presentert. Deltakerne i Gruppe 1 begynte etter kort tid i stor grad å respondere i henhold til korrekt sammenligningsstimuli, mens deltakerne i Gruppe 2 og 3 enten brukte markant lengre tid før de responderte korrekt, eller unnlot fullstendig å fremvise MTS respondering med høy presisjon. I Eksperiment 2 ble retensjonsintervallet tilfeldig variert fra *trial* til *trial*. Minimumsretensjonsintervallet var enten 0,1 sekund, 4,9 sekunder eller 9,9 sekunder.

Eksperimentet hadde to betingelser. I første betingelsen fremviste hvert enkelt barn den samme atferden for å avslutte retensjonsintervallet og få mulighet til å se sammenligningsstimuli som han eller hun hadde fremvist i Eksperiment 1. Under Betingelse 2 ble disse atferdene forhindret ved bruk av *timeout*, noe som innebar at alle taster sluttet å fungere i 16 sekunder slik at muligheten for å respondere for å se tegnefilm var midlertidig fjernet. Resultatet var at når barna som fikk mulighet til å utføre en utvalgsspesifikk respons responderte de korrekt i forhold til sammenligningsstimuli. Når de samme deltakerne ble forhindret i å fremvise slik atferd økte antall feilresponser på *trials* med det høyeste retensjonsintervallet. Studien til Parsons et al. (1981) ble systematisk replikert av Torgrud og Holborn (1989). I denne studien måtte fire barn på fem år enten skulle fremvise utvalgsstimulus-spesifikk atferd for å avslutte retensjonsintervallet i en DMTS prosedyre, eller fremvise en enkel form for atferd uavhengig av hvilken utvalgsstimulus som ble presentert for å avslutte retensjonsintervallet. Retensjonsintervallet i Torgrud og Holborns eksperiment var randomisert fra *trial* til *trial* og var enten på 1, 3, 5, 10 eller 15 sekunder. Igjen viste det seg at barna som fremviste utvalgsstimulus-spesifikk atferd responderte korrekt også etter de lengre retensjonsintervallene, mens deltakerne som fremviste atferd uavhengig av hvilken utvalgsstimulus som ble presentert fremviste en nedgang i korrekt respondering når retensjonsintervallet var langt. Den utvalgsspesifikke responderingen til barna som mestret oppgavene kan betegnes som *precurrent* atferd knyttet til hukommelse. Atferden blir ikke forsterket i seg selv, men muliggjør annen atferd som blir forsterket. Med andre ord, barna som ble lært utvalgsspesifikk atferd lærte å huske.

Oppsummering

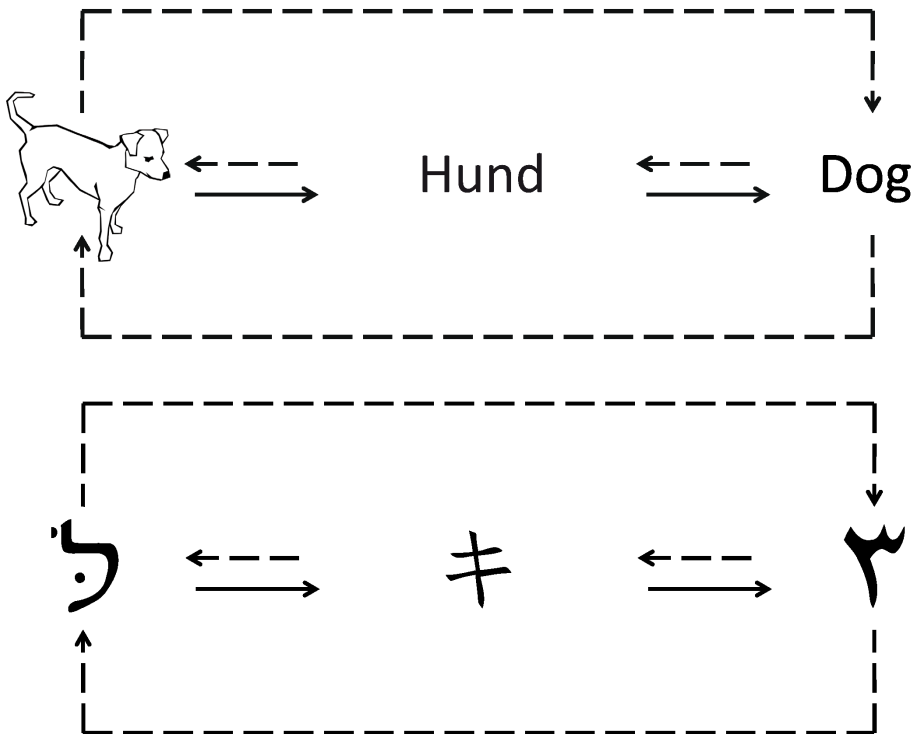
Etablering av betinget diskriminasjon ved bruk av DMTS prosedyrer kan være en fruktbar fremgangsmåte for å studere

hukommelse. Vi har omtalt en del studier som viser at ulike former for atferd i retensjonsintervallet i DMTS prosedyrer har en fasiliterende effekt på korrekt responsering i DMTS oppgaver.

Betingete diskriminasjonsprosedyrer, stimulusekvivalens og hukommelse

Stimulusekvivalens referer til forekomsten av et spesifikt mønster av derivert responsering. Denne typen responsering forekommer ikke direkte som et resultat av et individ sin læringshistorie, men finner sted etter etableringen av en serie betingede relasjoner mellom stimuli. I det store flertall undersøkelser der stimulusekvivalens har blitt studert, er det MTS prosedyrer som har blitt benyttet både for å etablere et sett med

betingete diskriminasjoner og for å teste for stimulusekvivalens blant medlemmer i de resulterende klassene stimuli. For å kunne konkludere med at stimulusekvivalens foreligger, må responsering i henhold til relasjonene refleksivitet, symmetri og transitivitet forekomme uten forsterkning. Mens refleksivitet referer til generalisert identitetsmatching, referer symmetri til responsering som viser at utvalgsstimuli og sammenligningsstimuli er gjensidig utskiftbare. Transitivitet henviser til en mer kompleks sammenføring av stimuli relatert i den betingede diskriminasjonsprosedyren (Sidman, 1994; Sidman & Tailby, 1982). Det brukes vanligvis abstrakte stimuli satt sammen i arbitrære klasser i stimulusekvivalens eksperimenter for å unngå at deltaker har noen tidligere erfaring med de stimuli og stimulusklasser som benyttes.



Figur 3. Den øverste delen av figuren illustrerer stimulusekvivalens mellom stimuli knyttet til begrepet hund. Den nederste delen viser stimulusekvivalens blant abstrakte stimuli. De heltrukkede linjene viser relasjonene som direkte trenes i en stimulusekvivalensprosedyre og de stiplede linjene illustrerer relasjonene som fremkommer dersom stimulusekvivalens fremvises.

Men for å illustrere stimulusekvivalens vil det følgende eksempelet inkludere ord og bilder som kan være kjente for leseren. For eksempel kan et bilde av en hund være utvalgsstimulus, mens ordet "hund" kan fungere som prosedyremessig korrekt sammenligningsstimulus. På andre *trials* kan ordet "hund" være utvalgsstimulus, mens ordet "dog" er prosedyremessig korrekt utvalgstimulus. Dersom et individ i etterkant responderer til bildet av hunden som sammenligningsstimulus gitt ordet "hund" som utvalgsstimulus er dette et eksempel på symmetri. Respondering til ordet "hund" når dette er et sammenligningsstimulus, gitt ordet "dog" som utvalgsstimulus er også et eksempel på symmetri. Dersom personen responderer til ordet "dog" som sammenligningsstimulus gitt bildet av hunden som utvalgsstimulus er dette et eksempel på transitivitet (Se Figur 3 for en illustrasjon av stimulusekvivalens).

I de aller fleste studier av stimulusekvivalens er det benyttet SMTS prosedyrer, der utvalgsstimuli og sammenligningsstimuli er til stede samtidig. Men det er fullt mulig å legge til et retensjonsintervall mellom utvalgsstimulus forsvinner og introduksjonen av sammenligningsstimuli. Slik kan DMTS prosedyrer benyttes for å undersøke forholdet mellom hukommelse og stimulusekvivalens. Arntzen (2006) gjennomførte en studie hvor voksne deltakere ble utsatt for flere ulike retensjonsintervall mellom utvalgsstimuli og sammenligningsstimuli under treningen av de betingete diskriminasjonene som er en forutsetning for å kunne teste for stimulusekvivalensrespondering. Deltakere ble først utsatt for en betinget diskriminasjonsprosedyre med enten SMTS eller DMTS, der begge prosedyrer ble etterfulgt av en test for stimulusekvivalens. De ble så utsatt for en ny betinget diskriminasjonsprosedyre med et annet retensjonsintervall og med andre stimuli, etterfulgt av en ny test for stimulusekvivalens. For de deltakerne som startet den betingete diskriminasjonstreningen med SMTS ble retensjonsintervallet endret til 0 sekunder, så økt til 2 sekunder og så til

4 sekunder. Disse deltakerne responderte i større grad i henhold til stimulusekvivalens som en funksjon av økende retensjonsintervaller. Andre deltakere som startet med et lengre retensjonsintervall, for så å bli eksponert for kortere retensjonsintervaller frem til SMTS fremviste ingen forskjeller i respondering i henhold til stimulusekvivalens som en funksjon av reduksjon i retensjonsintervalltiden. Videre varierte antall *trials* som var nødvendig for å mestre de betingede diskriminasjonene i de forskjellige betingelsene på en usystematisk måte for deltakerne som først ble eksponert for SMTS. Deltakerne som begynte med DMTS hadde en jevn nedgang i antall *trials* som var nødvendig for å etablere de betingede diskriminasjonene for hver betingelse de ble utsatt for. Det ble gitt spørsmål til forsøkspersonene etter endt eksperiment. Her rapporterte deltakerne som begynte med DMTS at de utførte verbal repetisjon under alle betingelsene. Flere av deltakerne som begynte med SMTS rapporterte at de ikke utførte verbal repetisjon under de to først betingelsene (SMTS og 0 sekunder *delay*). Vaidya og Smith (2006) gjennomførte en systematisk replikasjon av Arntzen (2006). I denne studien ble deltakerne fordelt på tre grupper der retensjonsintervallet enten var på 0, 2 eller 8 sekunder under etableringen av betingete diskriminasjoner. Hver deltaker ble eksponert for bare en betingelse. Det ble bare testet for symmetri. Resultatet var at deltakere som ble eksponert for lengre retensjonsintervaller hadde større sannsynlighet for å respondere i henhold til symmetri sammenlignet med deltakere som ble eksponert for kortere retensjonsintervall under trening. Disse studiene indikerer begge at forekomsten av utrent avledet respondering som stimulusekvivalens øker som et resultat av bruk av retensjonsintervall i de betingete diskriminasjonsprosedyrene som er en forutsetning for å teste for stimulusekvivalens. Spørsmålet er hvorfor dette skjer. En type studier som kan belyse dette er studier på hvordan potensielt forstyrrende oppgaver

innført i retensjonsintervallet i DMTS prosedyrer påvirker respondering under etablering av betingete diskriminasjoner og respondering i henhold til stimulusekvivalens.

I Eksperiment 4 i Arntzen (2006) ble det presentert matteoppgaver under test for respondering i henhold til stimulus-ekvivalens. Deltakerne ble først eksponert for en betingelse med SMTS, deretter en betingelse med 0 sekunders DMTS og tilslutt en betingelse med et 3 sekunders retensjonsintervall med krav om utførelse av matteoppgaver i intervallet. Alle deltakerne responderte i henhold til stimulusekvivalens under første og andre betingelsen, mens ingen av deltakerne fremviste respondering i henhold til stimulusekvivalens under den tredje betingelsen. Dette eksperimentet ble systematisk replikert av Arntzen og Vie (2011). Her ble 12 deltakere eksponert for to ulike eksperimentbetingelser, som kan kalles A og B, i ulik rekkefølge i en variant av en reverseringsdesign. Både A og B betingelsene inneholdt et 3 sekunders retensjonsintervall mellom utvalgs- og sammenligningsstimuli både ved trening av betingete diskriminasjoner og i test for stimulusekvivalens. B betingelsen inneholdt i tillegg et krav om å gjennomføre matteoppgaver i retensjonsintervallet under testen for stimulusekvivalens. Bare 1 av 12 deltakere fremviste stimulus-ekvivalens i betingelsen med forstyrrende matteoppgaver, mens deltakerne i stor grad fremviste stimulusekvivalens i betingelsen der retensjonsintervallet ikke inneholdt forstyrrende oppgaver.

Det generelle funnet innen studier på stimulusekvivalens og DMTS er altså at respondering i henhold til stimulusekvivalens øker når man benytter DMTS for å trene de betingete diskriminasjonene, sett i forhold til tilsvarende MTS prosedyrer uten *delay*. En mulig fortolkning av disse data er at det å innføre et tidsmellomrom mellom utvalgsstimulus og sammenligningsstimuli fremmer eller øker en eller annen form for *precurrent* atferd som har som funksjon å imøtekomme forsterkningskontingensene i slike DMTS

prosedyrer. Etableringen eller fasiliteringen av denne *precurrent* atferden ser igjen ut til å øke sannsynligheten for forekomst av respondering i henhold til stimulusekvivalens, sannsynligvis fordi den samme eller lignende atferden forekommer under tester for stimulusekvivalens. En slik fortolkning støttes av Arntzen (2006) og Arntzen og Vie (2011). Disse studiene viser at introduksjon av oppgaver som kan forstyrre atferd i tiden mellom avsluttet presentasjon av utvalgsstimulus og presentasjon av sammenligningsstimuli under test for stimulusekvivalens fører til et nesten fullstendig fravær av respondering i henhold til stimulusekvivalens.

Oppsummering

Det er mulig å utføre eksperimenter som undersøker stimulusekvivalens ved bruk av DMTS prosedyrer. En slik framgangsmåte kan bidra til å belyse forholdet mellom hukommelse og stimulusekvivalens. Vi har her vist til ulike studier som indikerer at *precurrent* atferd i forkant av presentasjon av sammenligningsstimuli kan være sentral del av atferd som muliggjør respondering i henhold til stimulusekvivalens.

Konklusjon

Denne artikkelen har med hovedfokus på etablering av betingete diskriminasjon ved bruk av DMTS prosedyrer forsøkt å vise atferdsanalytisk forskning på av kortidshukommelse er mulig. En atferdsanalytisk innfallsvinkel har som målsetting å avdekke lovmessige relasjoner mellom miljøbetingelser og atferd, og henviser ikke til informasjon lagres i organismen. Dette gjør at man dermed unngår en del problematiske aspekter ved bruk av metaforer og hypotetiske konstrukturer som preger kognitiv orientert hukommelsesforskning. Fokus på hypotetiske hukommelsesmodeller leder fort til at disse hypotetiske konstruktene inngår i forklaringsfiksjoner. I tillegg kan det argumenteres for at den modellorienterte kognitive tradisjonen leder til få muligheter for

praktisk anvendelse av forskningsresultater. Atferdsanalysen er begrepsmessig sammenhengende og anser manipulerbare miljøvariabler som årsaker til atferd. Dette gjør det mulig med basis i forskningslitteraturen å utforme effektive opplæringsiltak rettet mot ulike grupper med behov for hukommelsestrening. På grunn av disse fordelene både av vitenskapsteoretisk og praktisk art, mener vi at en atferdsanalytisk innfallsvinkel til hukommelse er et viktig supplement til det rådende kognitive paradigmet innen hukommelsesforskning.

Referanser

- Arden, J. B. (2002). *Improving your memory for dummies*. New York, NY: Wiley.
- Arntzen, E. (2006). Delayed matching to sample: Probability of responding in accord with equivalence as a function of different delays. *The Psychological Record*, 56, 135–167. Retrieved from <http://thepsychologicalrecord.siuc.edu/index.html>
- Arntzen, E., Halstadro, L. B., & Halstadro, M. (2009). The “silent dog” method: Analyzing the impact of self-generated rules when teaching different computer chains to boys with autism. *The Analysis of Verbal Behavior*, 25, 51–66. Retrieved from <http://www.abainternational.org/TAVB.asp>
- Arntzen, E., & Vie, A. (2011). *On the role of distracters in DMTS*. Manuscript in progress,
- Ashcraft, M. H., & Radvansky, G. A. (2009). *Cognition* (5th ed.). Englewood, NJ: Prentice Hall.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417–423. doi:10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Baddeley, A. D. (2002). Is working memory still working? *European Psychologist*, 7, 85–97. doi:10.1027//1016-9040.7.2.85
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 829–839. doi:10.1038/nrn1201
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47–89). New York, NY: Academic Press.
- Blough, D. S. (1959). Delayed matching in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 2, 151–160. doi:10.1901/jeab.1959.2-151
- Cabeza, R., & Nyberg, L. (2000). Imaging cognition II: An empirical review of 275 PET and fMRI studies. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 1–47. doi:10.1162/08989290051137585
- Catania, A. C. (2007). *Learning* (Interim (4th ed.)). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Catania, A. C., & Harnad, S. (1988). *The selection of behavior: The operant behaviorism of B. F. Skinner*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Chiesa, M. (1992). Radical behaviorism and scientific frameworks: From mechanistic to relational accounts. *American Psychologist*, 47, 1287–1299. doi:10.1037/0003-066X.47.11.1287
- Chiesa, M. (1994). *Radical behaviorism: The philosophy and the science*. Sarasota, FL: Authors Cooperative.
- Clark, V. P., Parasuraman, R., Keil, K., Kulansky, R., Fannon, S., Maisog, J. M. et al. (1997). Selective attention to face identity and color studied with fMRI. *Human Brain Mapping*, 5, 293–297. doi:10.1002/(SICI)1097-0193(1997)5:4<293::AID-HBM15>3.0.CO;2-F
- Cleaveland, J. M. (1998). *The role of the response in matching-to-sample tasks using pigeons and budgerigars*. Unpublished Ph.D. dissertation, Duke University, Durham, NC.
- Cowan, N. (2008). What are the differences between long-term, short-term, and working memory? *Progress in Brain Research*, 169, 323–338. doi:10.1016/S0079-6123(07)00020-9

- Delaney, P. F., & Austin, J. (1998). Memory as behavior: The importance of acquisition and remembering strategies. *The Analysis of Verbal Behavior, 15*, 75–91. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/journals/609/>
- Dickins, D. W. (2005). On aims and methods in the neuroimaging of derived relations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 84*, 453–483. doi:10.1901/jeab.2005.92-04
- Dickins, D. W., Singh, K. D., Roberts, N., Burns, P., Downes, J. J., Jimmieson, P. et al. (2001). An fMRI study of stimulus equivalence. *Neuroreport, 12*, 405–426. doi:10.1097/00001756-200102120-00043
- Donahoe, J. W., & Palmer, D. C. (1994). *Learning and complex behavior* (V. P. Dorsel, Ed.). Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Dube, W. V., & McIlvane, W. J. (1999). Reduction of stimulus overselectivity with nonverbal differential observing responses. *Journal of Applied Behavior Analysis, 32*, 25–33. doi:10.1901/jaba.1999.32-25
- Faux, S. F. (2002). Cognitive neuroscience from a behavioral perspective: A critique of chasing ghosts with Geiger counters. *The Behavior Analyst, 22*, 161–173. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/journals/557/>
- Fodor, J. A. (1981). The mind-body problem. *Scientific American, 244*, 114–123. doi:10.1038/scientificamerican0181-114
- Goldman-Rakic, P. S. (1995). Cellular basis of working memory. *Neuron, 14*, 477–485. doi:10.1016/0896-6273(95)90304-6
- Harper, D. N., Wisniewski, R., Hunt, M., & Schenk, S. (2005). (+/-)3,4-methylenedioxymethamphetamine, d-amphetamine, and cocaine impair delayed matching-to-sample performance by an increase in susceptibility to proactive interference. *Behavioral Neuroscience, 119*, 455–463.
- Hartman, M., & Warren, L. H. (2005). Explaining age differences in temporal working memory. *Psychology and Aging, 20*, 645–656. doi: 10.1037/0882-7974.20.4.645
- Higbee, K. L. (1996). *Your memory: How it works and how to improve it*. New York, NY: Marlowe.
- Holth, P. (2001). The persistence of category mistakes in psychology. *Behavior and Philosophy, 29*, 203–209. Retrieved from <http://www.behavior.org/frames.php?U=http%3A%2F%2Fwww.behavior.org%2Fgroup.php%3Fid%3D15%26tab%3DJournal%23tabs>
- Hulme, C., Maughan, S., & Brown, G. D. A. (1991). Memory for familiar and unfamiliar words: Evidence for a long-term memory contribution to short-term memory span. *Journal of Memory and Language, 30*, 685–701. doi:10.1016/0749-596X(91)90032-F
- Hulme, C., Roondenrys, S., Brown, G. D. A., & Mercer, R. (1995). The role of long-term memory mechanisms in memory span. *British Journal of Psychology, 86*, 527–536. doi:10.1111/j.2044-8295.1995.tb02570.x
- Iversen, I. H. (1997). Matching-to-sample performance in rats: A case of mistaken identity? *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 68*, 27–45. doi:10.1901/jeab.1997.68-27
- Kandel, E. R., & Squire, L. R. (2000). Neuroscience: Breaking down scientific barriers to the study of the brain and mind. *Science, 290*, 1113–1120. doi:10.1126/science.290.5494.1113
- Karlsen, P. J. (2008). *Hva er hukommelse?* Oslo, Norway: Universitetsforlaget.
- Mackay, H. A. (1991). Conditional stimulus control. In I. H. Iversen & K. A. Lattal (Eds.), *Experimental analysis of behavior, part 1* (pp. 301–350). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- Mahadevan, R., Malone, J. C., & Bailey, J. S. (2002). Radical behaviorism and exceptional memory phenomena. *Behavior and Philosophy, 30*, 1–13.

- Retrieved from <http://www.behavior.org/frames.php?U=http%3A%2F%2Fwww.behavior.org%2Fgroup.php%3Fid%3D15%26tab%3DJournal%23tabs>
- Moore, J. (2008). *Conceptual foundations of radical behaviorism*. Cornwall-on-Hudson, NY: Sloan.
- Nevin, J. A., Davison, M., Odum, A. L., & Shahan, T. A. (2007). A theory of attending, remembering, and reinforcement in delayed matching to sample. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 88, 285–317. doi:10.1901/jeab.2007.88-285
- Odum, A. L., Shahan, T. A., & Nevin, J. A. (2005). Resistance to change of forgetting functions and response rates. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 84, 65–75. doi:10.1901/jeab.2005.112-04
- Palmer, D. C. (1991). A behavioral interpretation of memory. In L. J. Hayes & P. N. Chase (Eds.), *Dialogues on verbal behavior: The first international institute on verbal relations* (pp. 261–279). Reno, NV: Context Press.
- Palmer, D. C. (2003). Cognition. In K. A. Lattal & P. N. Chase (Eds.), *Behavior theory and philosophy* (pp. 167–185). New York, NY: Kluwer Academic/Plenum Press.
- Palmer, D. C. (2010). Behavior under the microscope: Increasing the resolution of our experimental procedures. *The Behavior Analyst*, 33, 37–45. Retrieved from <http://www.abainternational.org/TBA.asp>
- Parsons, J. A., Taylor, D. C., & Joyce, T. M. (1981). Precurrent self-prompting operants in children: "Remembering". *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 36, 253–266. doi:10.1901/jeab.1981.36-253
- Popper, K. (1959). *The logic of scientific discovery*. New York, NY: Basic Books.
- Repovs, G., & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139, 5–21. doi:10.1016/j.neuroscience.2005.12.061
- Roediger, H. L. (1980). Memory metaphors in cognitive psychology. *Memory & Cognition*, 8, 231–246. Retrieved from <http://mc.psychonomic-journals.org/>
- Samuel, D. (2000). *Memory: How we use it, lose it and can improve it*. London, United Kingdom: Phoenix.
- Schlund, M. W., Hoehn-Saric, R., & Cataldo, M. F. (2007). New knowledge derived from learned knowledge: Functional-anatomic correlates of stimulus equivalence. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 87, 287–307. doi:10.1901/jeab.2007.93-05
- Schlund, M. W., & Ortu, D. (2010). Experience-dependent changes in human brain activation during contingency learning. *Neuroscience*, 165, 151–158. doi:10.1016/j.neuroscience.2009.10.014
- Schaal, D. W. (2003). Explanatory reductionism in behavior analysis. In K. A. Lattal & P. N. Chase (Eds.), *Behavior theory and philosophy* (pp. 83–102). New York, NY: Kluwer Academic/Plenum Press.
- Sidman, M. (1986). Functional analysis of emergent verbal classes. In T. Thompson & M. D. Zeiler (Eds.), *Analysis and integration of behavioral units* (pp. 213–245). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Sidman, M. (1994). *Equivalence relations and behavior: A research story*. Boston, MA: Authors Cooperative.
- Sidman, M., & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. matching to sample: An expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 5–22. doi:10.1901/jeab.1982.37-5
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms*. Acton, MA: Copley.
- Skinner, B. F. (1950). Are theories of learning necessary? *Psychological Review*, 57, 193–216. Retrieved from <http://www.apa.org/journals/rev/>
- Skinner, B. F. (1953). *Science and human behavior*. New York, NY: Free Press.
- Skinner, B. F. (1974). *About behaviorism*.

- New York, NY: Alfred A. Knopf.
- Smith, E. E., & Kosslyn, S. M. (2007). *Cognitive psychology: Mind and brain*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Torgrud, L. J., & Holborn, S. W. (1989). Effectiveness and persistence of precurent mediating behavior in delayed matching to sample and oddity matching with children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 52, 181–191. doi:10.1901/jeab.1989.52-181
- Vaidya, M., & Smith, K. N. (2006). Delayed matching-to-sample training facilitates derived relational responding. *Experimental Analysis of Human Behavior Bulletin*, 24, 9–16. Retrieved from <http://www.eahb.org/NewSitePages/Bulletin-Homepage.htm>
- Wixted, J. T. (1989). Nonhuman short-term memory: A quantitative reanalysis of selected findings. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 52, 409–426. doi:10.1901/jeab.1989.52-409
- Wixted, J. T. (1998). Remembering and forgetting. In K. A. Lattal & M. Perone (Eds.), *Handbook of research methods in human operant behavior* (pp. 263–289). New York, NY: Plenum Press.
-

Experimental Studies of Memory in Cognitive Psychology and Behavior Analysis

Christoffer Eilifsen, Aleksander Vie, and Erik Arntzen
Oslo and Akershus University College

Cognitive psychology has to a larger extent than behavior analysis been concerned with phenomena related to terms used in everyday language. Memory² is one example of such a term. In cognitive memory research relations between observable behavior and events in the environment are established, and these findings are utilized to draw conclusions about underlying cognitive processes. These hypothetical constructs are commonly used to explain relations between behavior and the environment. The current article will examine some problematic aspects of this approach. An alternative behavior analytic approach to memory is described, and it is argued that the establishment of conditional discriminations using delayed matching-to-sample (DMTS) procedures can be successfully employed to the study of short-term memory. Selected findings using DMTS are presented, with a particular focus on studies investigating precurent behavior.

Key words: philosophy of science, cognitive psychology, behavior analysis, memory, remembering, delayed matching-to-sample, stimulus equivalence, precurent behavior

²Memory is not a term commonly used in behavior analysis. The term is problematic from a behavior analytic point of view because it carries with it meaning from everyday language. In ordinary language memory may refer to some sort of material object, while in behavior analysis remembering is seen as an activity. Despite this concern we will use the term memory in this paper.