

Psst, nej, ah-ah: Vejen til forstærkning med fejlfri læring i tankerne.

Translated by Trine Sørensen

Susan G. Friedman, Ph. D.
Professor Emeritus, Department of Psychology
Utah State University
Behavior Works, LLC

De fleste af os har sikkert hørt udsagnet: ”Hvis det ikke lykkes første gang så giv ikke op, prøv igen.” Desværre, så resulterer trial-and-error-metoden (prøv og fejl) som regel i en lav forstærkningsfrekvens som resulterer i uønskede følgevirkninger. Når den lærende laver fejl, bliver korrekt respons mindre sandsynlig, og dermed kan der opstå aggressiv adfærd og at den lærende giver op. Denne opgiven har fået forskere og praktikere til at stille spørgsmålet om fejl virkelig er nødvendige for at der kan foregå læring? Fejlfri læring (engelsk Errorless learning) er et begreb som bliver brugt til at beskrive en læringstilgang der begrænser forkert respons gennem nøje tilrettelagte forhold for læringen. I denne artikel diskuteres de basale elementer der indgår i en opsætning af et læringsmiljø som giver mulighed for færre fejl, og dermed mulighed for at udvikle mere effektive og humane træningsplaner.

Mange af vores mest effektive træningsstrategier var ikke så kendte før som de er i dag. Et eksempel er Thorndike som i 1898 ville have draget stor nytte af en shaping procedure for at lære en hund at gå hen i hjørnet af en stor indhegning. Thorndike skrev: ”Jeg slog i jorden med en pind og sagde ”Gå over i hjørnet.” Efter et stykke tid (10 sekunder i 35 forsøg, 5 sekunder i 60 forsøg) gik jeg over i hjørnet (ca. 4 meter væk) og lagde et stykke kød. Hunden fulgte selvfølgelig efter og tog kødet. Ved 6., 7., 16., 17., og 19. forsøg udførte hunden adfærden inden de 10 sekunder var gået og gik flere gange derhen uden signal når vi arbejdede i tidsinterval på to minutter og til sidst opgav den helt. (s.77).”

Thorndikes åbenlyse glæde ved data er imponerende men hans trial-and-error-metode (T&E) i tilgangen til hundetræning stod i vejen for deres succesrate. Jeg slog begrebet ”trial and error” op i Urban Dictionary – og indrømmede, det er ikke ligefrem en akademisk kilde, men denne ”satiriske online ordbog for slang- ord og -sætninger” formulerer det lige på kornet. Helt almindelige mennesker har bidraget med følgende beskrivelser af trial-and-error-læring:

- Man prøver noget til det bliver rigtigt.
- Det næstbedste efter at gætte.
- Når du laver gentagende fejl indtil du gør noget rigtigt.
- En person prøver noget, gør det forkert, lærer af sin fejl, prøver igen, og forhåbentligt gør det rigtigt på et tidspunkt.
- En systematisk måde at finde løsningen på et problem som ofte involverer meget tid og ofte involverer at udelukke muligheder.
- Historien om mit liv.

Tradition

Trial-and-error (T&E) er standard-metoden for læring eksemplificeret i den velkendte talemåde "hvis det ikke lykkes første gang, så giv ikke op, prøv igen,". Hvor både operant læring og T&E læring bygger på at vælge adfærd afhængig af dens konsekvens, så er den succes man får med T&E tilfældig og opstår ved et tilfælde. Selvom den feedback der gives ved ukorrekt respons (f.eks. straf eller ekstinktion) kan lede den lærende i den rigtige retning, så kan det kræve mange "AH-AH" eller "NEJ", før de mange ukorrekte valg er slettet fra den lærendes palet af mulige valg. Dette gør T&E til en langsom proces som ofte fører til negative følgevirkninger. Den lærende øver sig i fejl og forsøgene og indsatsen bliver straffet (Chance, 2009, p. 312). Udover det, så indikerer forskning, at ekstinktion er en aversiv procedure som udløser uønsket emotionelle reaktioner som f.eks. frustrationer, aggressioner, og at give op. Pierce og Cheney (2013) fortæller om følgende følgevirkninger (information i parentes og kursiv er tilføjet):

Duer basker med vingerne på en aggressiv måde og vil endda prøve at angribe en anden due når de præsenteres for S_{Δ} (S_{Δ} -delta, ekstinktion stimulus, dvs. signalet for ingen respons.... Fugle vil hakke på en anden knap hvis deres hakken afslutter ekstinktionsstimulus hvilket antyder at denne stimulus er aversiv. Der er andre problemer knyttet til successive diskrimineringsprocesser. Fordi det fremkalder emotionel adfærd, så er diskriminativ respons (korrekt respons på den diskriminative stimulus S_D og ingen respons på ekstinktion stimulus, S_{Δ}) lang tid om at blive udviklet. Udover dette, så vil spontan tilbagevenden af respons på S_{Δ} i forskellige træningspas besværliggøre tilegnelsen af diskriminering. Ydermere, selv efter omfattende træning, vil fugle og andre organismer fortsætte med at lave fejl ved at give respons når ekstinktionssignalet bliver givet [S_{Δ}] (p. 238).

Den omfattende brug af T&E fortæller lidt om den uvidenhed der hersker om hvordan adfærd fungerer. At lave mange fejl er ikke nødvendigt for at der kan ske læring og kan faktisk modarbejde dét at blive dygtig til noget. For at mindske denne uvidenhed er det vigtigt at være klar i mælet: påvirkninger er information, ikke bestikkelse eller lokning; at handle i forhold til miljøet for at opnå forstærkere er vores biologi, ikke tricks. At have succes med læring ligger i miljøet, ikke i den lærende. Hvis ikke vi gør os det klart, så kan vi miste chancen for at ændre de forhold der kan ændre adfærd. I en glimrende artikel om operant træning og T&E, deler Rosales-Ruiz(2007) B.F. Skinners synsvinkel fra hans bog *The Technology of Teaching*, udgivet i 1968:

Fejl er ikke en funktion af læring eller omvendt, ej heller er fejl elevens skyld. Fejl er en funktion af dårlig adfærdsanalyse og et dårligt tilrettelagt shaping-program hvor man går for hurtigt frem, og hvor der mangler veletableret adfærd forud for træningen for at opnå succes.

Fejlfri læring

Fejlfri læring er et begreb der beskriver en tilgang til træning som begrænser ukorrekte responser ved at tilrettelægge læringsomstændighederne nøje. Terrace (1963) forskede i fejlfri læring med en successiv diskrimineringsopgave. I traditionelle successive diskrimineringsprocedurer (modsat Terraces procedure) forstærkes f.eks. en due med mad for at hakke på en plade i det man kalder en Skinner-boks når den lyser rødt. Efter mange repetitioner, når hakke-adfærden i forbindelse med det røde lys er veletableret, så ændres farven til grøn og hakke-adfærden bliver ikke længere forstærket. Med denne procedure er det røde lys den diskriminative stimulus (S_D) der signalerer at hakke bliver forstærket med mad og det grønne lys er stimulus delta (S_Δ) der signalerer ekstinktion, dvs. at hakke ikke udløser forstærkning med mad. Det røde og grønne lys præsenteres derpå skiftevis med de efterfølgende konsekvenser af enten forstærkning eller ekstinktion. Efter først at have lavet mange fejl (pga. generalisering af signaler) vil den korrekte differentielle respons til farverne langsomt fremkomme (Pierce & Cheney, 2013)

Modsat dette benyttede Terrace sig af to procedurer i sin fejlfri diskrimineringstræning helt atypisk i forhold til standard diskrimineringstræning. For det første blev S_Δ forholdet, det grønne lys, introduceret ret tidligt i træningen, før det at hakke når pladen lyste rødt var vel-indlært. For det andet benyttede Terrace sig af en fading-procedure for at præsentere det grønne lys i forskellige værdier så klarhed, bølgelængde og varighed gradvist blev forstærket i løbet af repetitionerne. Disse to procedurer resulterede i hurtigere indlæring af diskrimineringen og meget få fejl. Duerne der blev trænet med de fejlfri diskrimineringsprocedurer lavede ca. 25 fejl (dvs. hakkede på det grønne lys) sammenlignet med 2000 – 5000 fejl som de duer der blev trænet med standard-proceduren lavede. Kun de duer der blev trænet med T&E viste emotionelle responser i forbindelse med S_Δ . Duerne der blev trænet med fejlfri indlæring var rolige indtil den røde plade, dvs. S_D , fremkom. Disse resultater er blevet brugt i træningen af mange forskellige arter. Powers, Cheney, & Agostino (1970) fandt frem til at børn i børnehaveklasse der lærte at diskriminere mellem farver med fejlfri indlæring lærte det hurtigere og med færre fejl, og de nød det mere end de børn der lærte det med standard procedurene. Roth har opnået lignende resultater med delfiner (citeret i Pierce & Cheney, 2013).

Mere end blot en procedure – en måde at tænke på

Terraces fejlfri diskrimineringsprocedure som inkluderer tidlig præsentation af S_Δ og fading af de diskriminative egenskaber ved S_Δ er en vigtig måde hvorpå vi kan forbedre læringsresultater. Men der er dog noget man må have i mente når man vil anvende fejlfri indlæring, sagt meget simpelt af Rosales-Ruiz (2007):

Vi ved at det der gør det muligt udelukkende at anvende positiv forstærkning, er programmet. Hver gang vi må korrigere eller venter for længe på responsen, så må vi justere vores shapingprogram (p.6).

Med andre ord, rothen tager aldrig fejl – det er programmet der er fejler. At tænke i fejlfri læring handler om at vi tager ansvaret for at reducere fejl, det er nemlig os der kan det. Adfærd er altid betinget af noget, adfærd optræder aldrig i et vakuum. Kløge, gennemtænkte og kreative arrangementer af forholdene for læring, dvs. antecedenter og konsekvenser, er nøglen til at mindske fejl og styrke effektive og glade elever. Nedenfor er der eksempler på forskellige antecedenter, konsekvenser og fire gode programmer til fejlfri indlæring.

Påvirkninger på antecedentsiden

Antecedenter er de stimuli, forhold og begivenheder der gør at adfærd kan opstå. Her diskuteres kort de overlappende påvirkninger i forhold til antecedenter.

Miljøbetingede hændelser. Ikke alle antecedent-arrangementer fungerer som løsninger i forhold til læring. At ændre de fysiske elementer i et træningsmiljø kan gøre det nemmere at udføre den korrekte adfærd og dermed give eleven succes. Nogle gange kan det være så simpelt som at fjerne signalet for fejl og tilføje signal for den korrekte respons. Som eksempel lancerede Pella Shades i 2015 en mediekampagne der demonstrerede værdien i at ændre miljøet. Ved at trække sit ”Pella rullegardin” ned kunne en ejer reducere sin hunds vedholdende gøen når folk gik forbi ude på vejen (LoveThatRebecca, 2015). Andre eksempler handler om at ændre på størrelsen af ind- og udgange og at gemme forstærkere i lommen frem for at have dem i hænderne.

Motivationelle hændelser. Værdien af forstærkere er ikke konstant, den ændrer sig også når forholdene for læring ændrer sig. Motivationelle hændelser er alt der etablerer forhold som ændrer værdien af en forstærker. Når dyrets mad er frit tilgængelig i løbet af en dag, er det måske ikke så motiverende at arbejde for det, og derfor bruger vi en anden slags mad når vi træner. Når signaler for en adfærd gives af en træner der ikke er velkendt, vil motivationen være mindre for at udføre adfærd, og derfor sørger vi for at bruge tid på at opbygge et godt forhold først ved at fylde op på ”forstærkningskontoen”. I Cheyenne Mountain Zoo øgede man værdien i at gå hjem ved at lægge pinde på vejen til frøken Ginger Beaver.

Diskriminative stimuli og påvirkninger.

Når S_D sættes sammen med værdifulde forstærkere så resulterer det i stærke signaler. Et svagt responsmønster er ofte resultatet af de svage forstærkere som signalet varsler. Jeg ved helt sikkert hvad en brandalarm betyder, men hvis jeg tror at det blot er en øvelse og det hagler udenfor, så gider jeg højst sandsynligt ikke at forlade bygningen. Vi kan selvfølgelig ikke forstærke en adfærd som aldrig bliver udført, så påvirkning kan bruges i starten og så fades ud således at stimuluskontrol overføres til kun S_D. Påvirkning kan være ord, kropssprog og inkluderer lokning med mad og fysisk håndtering. Påvirkning kan bruges fra ”lidt-til-meget” eller ”meget-til-lidt” afhængig af situationen. Når man bruger ”lidt-til-meget” er det for at vurdere hvad eleven allerede kan gøre selvstændigt eller med meget lidt hjælp. At udfase hjælpen for hurtigt eller (mere almindeligt) for langsomt kan skabe problemer (MacDuff, Krantz, & McClannahan, 2001). Targetsticks bliver tit brugt som hjælpesignaler og kan hurtigt udfases efter nogle få forstærkede repetitioner af den ønskede adfærd. Placering af forstærkeren kan signalere hvad den rigtige respons er. Peta Clark, en dygtig træner fra Australien, får en bukke-adfærd frem ved at levere godbitten lidt under hundens bryst og ændrer gradvist denne levering af forstærker så den til sidst leveres i en mere neutral position.

Påvirkninger i forhold til konsekvens og cool procedurer

Der er mange vigtige elementer at have med i tankerne når man vil øge værdien af forstærkning. Det helt fundamentale element i effektiv forstærkning handler om tydelig kontingens, dvs. afhængighedsforholdet mellem adfærd og resultat. Kontingens kommunikerer bedst med konsekvent forstærkning, især i indlæringsfasen af en helt ny adfærd. Et andet vigtigt element af effektiv forstærkning er kontiguitet, og handler om hvor hurtigt forstærkeren leveres. Kontiguitet forbedres med ”broer” i form af klikker, fløjte, eller korte ord fordi det giver mulighed for at markere den korrekte adfærd præcis når den forekommer. Markøren følges af en veletableret forstærker. Ud over det, så kan typen af forstærker, kvalitet, nyhedsværdi og variation af forstærker påvirke motivation og resultater. De træningsprocedurer vi bruger, og hvor godt vi bruger dem, er to vigtige kilder til at reducere fejl, frustration og aggression. Nogle af vores bedste værktøjer til at erstatte

problemadfærd og indlære nye færdigheder er shaping, differential outcome effect, differentiell forstærkning af alternative adfærd (DRA) og behavioral momentum.

Shaping.

Shaping er den proces hvormed små tilnærmelser til den endelige adfærd forstærkes. Shaping tillader os at træne adfærd der ellers aldrig ville forekomme. Chance (2009) beskriver 5 tip til succesfuld shaping: For det første forstærkes små skridt. Trænere der forlanger for meget på én gang får ofte dårlige resultater. For det andet skal forstærkningen falde straks den ønskede tilnærmelse til slutadfærden forekommer. For det tredje er det en god idé at bruge små forstærkere så længe det ikke sænker tempoet. For det fjerde: forstærk den tilnærmelse til færdig øvelse du kan få, frem for at holde dig til en stram forudbestemt plan. Og for det femte: gå gerne nogle skridt tilbage hvis det er nødvendigt, det kan gøre vejen frem til det endelige mål hurtigere. Trænere i Knoxville Zoo brugte shaping til at lære elefanterne de enkelte momenter i frivillig blodprøvetagning. Hundetræner Lori Stevens bruger shaping til at lære hunde først at gå, dernæst at trave over bomme for at øge hundenes kropsbevidsthed og styrke. Lori øger sværhedsgraden ved at shape hvor mange og hvor høje bommene er, og hvor langt der er imellem dem.

Differential outcome effect

Differential outcome effect handler om at forstærkeren systematisk varieres i forhold til adfærden. Det kan f.eks. være når at se sig omkring forstærker at gå ud på folden, og gulerødder forstærker at gå ind i stalden igen. Differential outcome effect har vist sig at være et godt element som kan fremskynde læring hos en stor variation af arter, og i forhold til forskellige slags læringsmål og forstærkere (i forhold til heste se for eksempel Miyashita, Nakajima, & Imada, 2000). I Oakland Zoo brugte Amy Phelps, chefræner, og Lisa Clifton-Bumpass, konsulent, differential outcome effect til at lære giraffer at stille sig på en røntgenplade. Når de stillede sig med klovene på kanterne af plywood-pladerne, fik de salat, og når de stillede sig med klovene præcis i midten, fik de bananskiver. Da adfærdsændringer er meget forskelligt fra individ til individ, bør vi tage hensyn til dette når vi undersøger hvilke konsekvenser der rent faktisk fungerer som forstærkere hos den lærende.

Differentiell forstærkning af alternative adfærd

Differentiell forstærkning af alternativ adfærd er en kombination af to procedurer – forstærkning af den tilstræbte adfærd og ekstinktion af den uønskede adfærd. Differentiell forstærkning af alternativ adfærd svarer på spørgsmålet, ”Hvad ønsker du at dyret skal gøre i stedet for den forkerte eller uheldige adfærd?” Trænere i Columbus Zoo forstærkede en asiatisk odder for at holde om en klods, et uforeneligt alternativ til at tage fat i den target de brugte til at træne adfærden at åbne munden. Trænere i San Diego Zoo forstærkede en hanløve for at ligge ned, et uforeneligt alternativ til aggressiv adfærd i nærheden af en skydedør.

Behavioral momentum

Baseret på Nevins arbejde, beskrev Mace et al. (1988) behavioral momentum som ”en adfærd der består trods ændringer i miljøet” (p. 123). Mace udviklede et modsvarende indgreb i situationer hvor der ikke forekommer respons efter signal som bestod af at give en sekvens af signaler som den lærende med stor sandsynlighed ville respondere på (”high probability

requests) før man gav signal til adfærd med mindre sandsynlighed ("low probability request"). Den forudgående sekvens af signaler med høj sandsynlighed for respons øgede respons efter signal hvor responsen var mindre sandsynlig, og mindskede latenstiden inden respons og varigheden af opgaven.

Ken Ramirez fra Shedd Aquarium og Karen Pryor Clicker Training bruger denne procedure i sin respons til søløver, belugahvaler, oddere og andre dyr der ikke responderer på et signal. Efter en meget kort pause hvor forstærkeren holdes tilbage, giver han en sekvens af signaler med høj sandsynlighed for respons og derefter giver han signalet som dyret ikke responderede på. For at bruge denne procedure godt må dyret på forhånd evne at kunne fokusere på træneren i den korte pause (hvor forstærkeren tilbageholdes), noget der kræver en del træning.

Den virkelige verden

På denne planet er det hverken realistisk eller nødvendigt at indlære nye færdigheder helt uden fejl (sagt på en anden måde, vi har ikke brug for at *alle* responser fører til forstærkning). Vi er robuste og kan rejse os op efter fejltagelser, endda lære af dem og beriges af dem hvis vi ellers har en læringshistorie med masser af succeser. Når alt kommer til alt, selv duerne der blev trænet efter Terraces nøje planlagte fejlfri diskrimineringsteknikker lavede fejl. Men T&E gruppen lavede mellem 80 og 200 gange flere fejl og var de eneste duer der blev frustrerede og aggressive. Så det er klart at det er et værdigt mål at reducere fejl. Det leder hen til spørgsmålet om hvor mange fejl er for mange? Gid der var et simpelt svar. Måske skal spørgsmålet stilles på en anden måde som: hvordan ved vi hvad der er for mange fejl for det enkelte individ? Hvordan måler vi det? Svaret er at kunne læse og tage hensyn til dét dyret kommunikerer til os. Små og store ændringer i hale, øjne, pels og fjerdragt er beskeder i den kommunikation vi bør have med dyrene. Latenstid i respons til signaler, for meget eller for lidt fokus og intensiteten i responsen giver også information om hvor mange fejl er for mange for det enkelte individ der lærer. Udover dette, så kan alvorlige problemadfærd som f.eks. gentagende og selvskadende adfærd have en flugtfunktion (negativ forstærkning). Det betyder at problemadfærd kan udføres for at undgå eller fjerne aversive forhold som for eksempel at skulle deltage i træningspas uden at opleve succes – altså at lave for mange fejl. Det er også interessant at bemærke at noget forskning antyder at Terraces fejlfri diskrimineringsprocedurer er mest brugbare i situationer hvor kontingenserne er faste (som det er tilfældet med mange indlærte adfærd) frem for flydende. I problemløsningssituationer med hyppig ændring af kontingenser som afhænger af at eliminere ukorrekte responser (f.eks. i forbindelse med redningshunde) kan traditionel T&E procedurer resultere i mere fleksible responser og understøtte bedre hukommelse (Pierce & Cheney, 2013, p. 239). Der er brug for mere forskning for at finde ud af interaktionen mellem træningsprocedurer og forskellige operante klasser af adfærd.

Konklusion

Trial-and-Error træning resulterer typisk i en høj rate af fejl og en lav rate af forstærkning – en perfekt opskrift på at give op. Når den lærende øver sig i at lave fejl, så er det mindre sandsynligt at den korrekte adfærd fremkommer i det lange løb, og dette udløser ofte frustration, aggression eller at den lærende simpelthen giver op. Trænere kan samtidig demoraliseres af dyrets langsomme læringsfremgang og af de hyppige tilbageholdelser af forstærkere der sker fordi adfærden ikke er rigtig. Den operante trænings værktøjskasse er fuld af alternativer der adskiller sig fra trial-and-error læring fordi de viser muligheder for at guide den lærende til forstærkning. Ét alternativ til den traditionelle trial-and-error læring er Terraces successive diskrimineringsprocedure, også bedre kendt under navnet fejlfri læring.

Fejlfri læring er dog meget mere end forskellige procedurer. Det er en måde at tænke på som opmuntrer trænere til at tage ansvar for de resultater de får med de dyr de træner, og dermed mere nøjagtigt og kreativt kan arrangere træningsmiljøet og deres træningsplaner. Når man tænker i fejlfri læring, så vil dyr i menneskers var etægt opleve mere succes, noget der i høj grad forbedrer deres trivsel.

Referencer

- Chance, P. (2009). *Learning and Behavior Active Learning Edition*. Belmont, CA: Wadsworth, Cengage Learning.
- MacDuff, G. S., Krantz, P. J., & McClannahan, L. E. (2001). Prompts and prompt-fading strategies for people with autism. In C. Maurice, G. Green, & R. M. Foxx (Eds.), *Making a difference: Behavioral intervention for autism* (37- 50). Austin, TX: PRO-ED.
- Mace, F. C., Hock, M. L., Lalli, J. S., West, B. J., Belfiore, P., Pinter, E., & Brown, D. K. (1988). Behavioral momentum in the treatment of non-compliance. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 21, 123–141.
- Miyashita, Y., Nakajima, S., & Imada, H. (2000). Differential outcome effect in the horse. *Journal of Experimental analysis of Behavior*, 74, 245-253.
- LoveThatRebecca. (2015, August 7). Pella Shades, national TV campaign 2015: DENIED DOG [Video File]. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=YffliWRqbO0>
- Pierce, W.D. & Cheney C.D. (2013). *Behavior Analysis and Learning*. New York, NY: Psychology Press.
- Powers, R., Cheney, C.D., & Agostino, N.R. (1970). Errorless training of a visual discrimination in preschool children. *The Psychological Record*, 20, 45-50.
- Rosales-Ruiz, J. (2007). Teaching dogs the clicker way. Retrieved from <http://stalecheerios.com/blog/wp-content/uploads/2011/07/Teaching-Dogs-the-Clicker-Way-JRR.pdf>
- Urban Dictionary. (2016, April 8). Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Urban_Dictionary
- Terrace, H.S. (1963). Discrimination errors with and without “errors.” *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6, 1-27.
- Thorndike, E.L., (1898). *Animal Intelligence*. *Psychological Review Monographs*, 2(8). Retrieved from https://archive.org/stream/animalintelligen00thoruoft/animalintelligen00thoruoft_djvu.txt
- Trial and Error. (2004). In *urbandictionary.com*. Retrieved from <http://www.urbandictionary.com/define.php?term=trial+and+error>