

L'ABITUAZIONE, UN FENOMENO MENTALE SOTTOVALUTATO: TEORIA, IMPLICAZIONI E APPLICAZIONI

MASSIMO TURATTO¹, ANDREA DISSEGNA¹,
MATTEO DE TOMMASO² E CINZIA CHIANDETTI³

¹ Università di Trento, ² Università di Milano Bicocca, ³ Università di Trieste

Riassunto. Il ripetersi dello stesso evento, specie se irrilevante, produce un affievolimento della nostra risposta ad esso. Questo fenomeno, detto abitudine, è pressoché ubiquitario, nei termini sia degli organismi che lo mostrano, sia della risposta che ne è interessata. In questo articolo bersaglio, passiamo in rassegna modelli teorici, caratteristiche, implicazioni cliniche e applicazioni quotidiane e metodologiche del fenomeno abitudinario, proponendo una riflessione sulla centralità di un aspetto della mente spesso liquidato in poche righe dai libri di testo come una forma di apprendimento periferica e assai poco interessante. L'abitudine si colloca invece al crocevia tra la comprensione di base dei meccanismi di apprendimento del sistema nervoso, l'essere uno strumento metodologico per esplorare altri aspetti della cognizione, per diagnosticare e intervenire in svariati contesti clinici, e senza soluzione di continuità tra le varie specie animali.

1. INTRODUZIONE

L'essere umano, almeno sin dai tempi dei filosofi greci, ha sempre riflettuto sul suo comportamento, cercandone le cause e gli scopi. Uno dei fenomeni che certamente non è sfuggito a tale osservazione è che quando siamo ripetutamente esposti allo stesso evento, specie se irrilevante, la nostra risposta tipicamente si affievolisce. La favola di Esopo della volpe e il leone descrive in modo paradigmatico tale situazione, raccontando come la volpe smetta di spaventarsi alla vista del felino a mano a mano che lo incontra, arrivando alla fine a conversare amabilmente con lui. Gli esseri umani non fanno eccezione a tale regola, e anche nei classici della letteratura dell'Ottocento si trovano spesso riferimenti a tale fenomeno, come emerge da questo passo di *Guerra e Pace*: «Nel mezzo della conversazione, noiosa e stentata, Hélène si rivolse verso Pierre e gli sorrise con quello splendido, limpido sorriso col quale sorrideva a tutti. Pierre era così assuefatto a questo sorriso, diceva così poco ai suoi occhi, che non vi fece alcun caso» (Tolstoj, 1865/2008).

L'abitudine riflette la capacità dell'organismo di imparare a ignorare alcuni stimoli, oppure alcuni loro aspetti, apprendimento che è testimoniato proprio dal fatto che la risposta a tale stimolo decresce

nel tempo. È un fenomeno talmente ubiquitario nel regno animale da essere rintracciabile in ogni specie, e riguarda praticamente qualsiasi risposta emessa da un sistema nervoso, a prescindere dalla sua complessità. Infatti, l'abituazione o assuefazione è presente sia nell'essere umano, che conta un cervello di circa 80 miliardi di neuroni, sia nel *C. elegans*, un nematode con un sistema nervoso composto di 302 neuroni. In verità l'abituazione pare esser presente anche in organismi unicellulari che non hanno un sistema nervoso, come nell'ameba, e in alcune piante, ma quest'ultima è una questione più dibattuta. Ovviamente i meccanismi abituativi di un organismo privo di sistema nervoso sono necessariamente diversi da quelli di un animale il cui comportamento è controllato da un insieme più o meno complesso di neuroni. Noi qui parleremo dell'abituazione nell'essere umano ed in altri animali, in riferimento sia ai meccanismi neurali e cognitivi che la controllano, sia alle implicazioni cliniche di tale fenomeno, ma anche toccando aspetti più prosaici della vita quotidiana dove l'abituazione gioca a nostro parere un ruolo determinante nel regolare il nostro comportamento e le nostre scelte (Turatto, 2021).

Infine, si noti che l'interesse dei ricercatori verso l'abituazione può essere sostanzialmente duplice: come strumento per capire ad esempio se processi mentali di qualche tipo sono presenti in organismi che non possono esplicitare questi loro stati cognitivi (Turk-Browne et al., 2008); viceversa l'interesse può esser rivolto ai meccanismi cellulari, neurali o cognitivi che consentono di apprendere ad ignorare o filtrare certi stimoli (Thompson, 2009), e a come questo processo interagisca con altre funzioni cognitive come ad esempio l'attenzione, le emozioni o la motivazione.

1.1 *Alcuni chiarimenti*

Prima di procedere è necessario fare alcune precisazioni, cominciando con il distinguere l'abituazione dall'abitudine. Spesso le persone usano i due termini come sinonimi, ma da un punto di vista teorico questi fanno riferimento a due processi alquanto diversi, che a volte possono però manifestarsi in modo concomitante. Se con abituazione si intende il fatto che una risposta con la ripetizione (dello stimolo che la evoca) tende a svanire, con abitudine si intende il fatto che di fronte ad uno stimolo si impara ad emettere in modo sempre più automatico la stessa risposta, normalmente in virtù del fatto che la questa è stata rinforzata (Thorndike, 1911). Così, se dico che sono *abituato* a vedermi con gli amici il sabato pomeriggio, intendo che emetto sistematicamente quella risposta (abitudine) in un certo momento. Simmetricamente, se dico che sono *abituato* alla presenza di

una certa persona, o al suo comportamento, come nell'esempio descritto sopra da Tolstoj, significa che quella persona non mi fa più alcun effetto, e quindi sto facendo riferimento all'abituazione o assuefazione.

Chiarito questo potenziale equivoco semantico-linguistico, veniamo ora ad una questione più prettamente teorica. Assodato che si stia discutendo della riduzione di una risposta a causa della ripetuta esposizione allo stesso stimolo, resta da capire se tale declino sia genuinamente un caso di abituazione, oppure se non possa esser dovuto ad altre ragioni. Due sono le alternative, la fatica o adattamento sensoriale, e la fatica motoria. Distinguere tra abituazione e fatica motoria è abbastanza semplice. Se il calo di risposta è dovuto all'esaurimento della forza nel muscolo coinvolto nella risposta, la situazione non cambierà presentando un nuovo stimolo che richieda la stessa risposta muscolare. In altre parole, non ci sarà recupero della risposta. Se invece si tratta di abituazione, anche se l'effettore coinvolto dal nuovo stimolo è lo stesso, la risposta almeno inizialmente riprenderà vigore, perché l'animale aveva imparato a ignorare il vecchio stimolo, ma non il nuovo.

Può essere invece più complicato e sottile distinguere l'abituazione dall'adattamento sensoriale. Per adattamento o fatica sensoriale si intende un fenomeno per cui la risposta di alcuni neuroni diminuisce di intensità quando vengono ripetutamente stimolati dallo stesso input (Carandini, 2000). Tale condizione si manifesta negli *after-effect*, cioè alterazioni nella percezione di alcune caratteristiche di uno stimolo test, dopo che uno stimolo adattatore è stato presentato in precedenza. Ne sono esempi il *motion after-effect*, il *tilt after-effect*, e le *after images*, casi dove la risposta neurale nella popolazione di neuroni che sono stati stimolati in modo prolungato dall'adattatore diventa più debole. Quando viene presentato lo stimolo test, che coinvolge in parte gli stessi neuroni, la percezione dello stesso risulterà per questo alterata in direzione opposta all'output dei neuroni affaticati (Webster, 2012). Così, se l'adattatore era inclinato a sinistra, il test verticale apparirà inclinato leggermente a destra. Questi effetti però richiedono una prolungata e continua esposizione all'adattatore, tipicamente per almeno 30-40 secondi, mentre nei tipici studi di abituazione lo stimolo è presentato in modo discontinuo e molto più rapidamente, in genere per alcune centinaia di millisecondi e più raramente per qualche secondo, e ad intervalli di tempo più o meno regolari, tutte condizioni che non sembrano ideali per favorire l'adattamento o fatica sensoriale. Tuttavia, il confine tra adattamento sensoriale e abituazione può, in determinate circostanze, essere labile, un problema che è stato solo parzialmente affrontato dalla ricerca. Studi specificamente dedicati a questo problema sono quindi assolutamente neces-

sari per chiarire se i due fenomeni siano diversi o rappresentino in realtà l'operazione di un meccanismo unitario. Per ora consideriamo, come da tradizione, l'abituazione un fenomeno di apprendimento che coinvolge stati più tardivi e centrali nell'elaborazione dell'input sensoriale, e l'adattamento invece come la manifestazione di fatica sensoriale a livelli più precoci di analisi (Rankin et al., 2009).

2. CARATTERISTICHE DELL'ABITUAZIONE

L'abituazione presenta alcune caratteristiche di cui enunciamo brevemente le più importanti (per una trattazione esaustiva si vedano Rankin et al., 2009; Thompson, 2009).

Caratteristica #1: *se uno stimolo suscita una risposta questa diminuirà al ripetersi dello stimolo stesso, tipicamente seguendo una funzione esponenziale negativa.*

Caratteristica #2: *se dopo aver abituato la risposta lo stimolo viene sospeso per un certo tempo la risposta tende a recuperare (recupero spontaneo).*

Caratteristica #4: *a parità di altre condizioni l'abituazione è tanto più rapida e/o ampia quanto maggiore è la frequenza di stimolazione, e quindi quanto minore l'intervallo tra le stimolazioni (ISI).*

Caratteristica #7: *come qualsiasi altra forma di apprendimento l'abituazione mostra generalizzazione a stimoli simili a quello che l'hanno prodotta.*

Da notare che, invece, stimoli sufficientemente diversi producono recupero della risposta, mostrando la specificità dell'apprendimento.

Caratteristica #8: *la presentazione di un nuovo stimolo produrrà recupero della risposta anche alla ricomparsa dello stimolo precedentemente abituato, un fenomeno noto come disabituazione.*

In realtà il termine disabituazione è usato in alcuni studi per indicare questo specifico effetto, mentre in altri casi per descrivere il recupero della risposta prodotta dal nuovo stimolo.

Caratteristica #9: *si riconosce un'abituazione a breve termine e una a lungo termine.* Una netta distinzione temporale tra le due è impossibile (Davis, 1970), e quindi convenzionalmente per abituazione a breve termine si intende quella che si osserva all'interno della stessa sessione di esposizione, e per abituazione a lungo termine quella tra sessioni diverse.

A queste caratteristiche vale la pena aggiungerne un'altra, che non sempre viene riconosciuta perché non si manifesta in modo costante.

Caratteristica #10: *l'abituazione può essere specifica per il contesto nel quale lo stimolo viene presentato. La risposta può quindi recuperare completamente se lo stesso stimolo viene presentato in un nuovo contesto.*

Questa caratteristica dimostra che sebbene l'abituazione sia tipicamente classificata come una forma di apprendimento non associativo, in realtà in alcuni casi è controllata da meccanismi di apprendimento di tipo associativo, per cui si crea un legame tra rappresentazione dello stimolo a quella del contesto nel quale appare.

3. I MECCANISMI O MODELLI DI ABITUAZIONE

Come si spiega l'abituazione? Esistono tre modelli classici, proposti tra gli anni Sessanta e Settanta del secolo scorso, che ne illustrano i principi fondamentali. Si differenziano principalmente in base al livello esplicativo adottato, invocando meccanismi di tipo prettamente neurale, neurale e cognitivo, o prettamente cognitivo. Vediamo quindi brevemente i modelli nelle loro idee principali, sebbene più di recente siano stati proposti anche modelli computazionali (Ramaswami, 2014).

3.1. *Il modello di Groves e Thompson (1970)*

Questo modello, noto come *dual-process theory*, nasce da registrazioni neurofisiologiche ottenute perlopiù da cellule nervose del midollo del gatto, dalle quali è emerso che esistono due classi di cellule nervose. Il *tipo H* decresce progressivamente la sua risposta alla ripetizione dello stesso stimolo, generando abituazione; le cellule del *tipo S*, invece, almeno all'inizio mostrano un incremento della loro risposta alla ripetizione dello stimolo (Groves & Thompson, 1970). Queste due tipologie di cellule formano la *via S-R* e il *sistema stato*, *rispettivamente* responsabili dell'abituazione e della sensibilizzazione. Il modello assume che ogni stimolo presentato all'organismo venga elaborato nel sistema nervoso attraverso queste due vie, e la risposta finale sarà data dall'interazione dei due sistemi. Globalmente questa sarà sempre una curva di riduzione progressiva della risposta, che può essere più o meno accentuata, sebbene la curva possa anche presentare un iniziale incremento di risposta detto sensibilizzazione.

I parametri fondamentali sono il numero di ripetizioni e l'intervallo o frequenza di stimolazione. Infatti, l'abituazione nasce dall'accumulo, evento dopo evento, dell'inibizione della risposta elicitata dallo stimolo; tuttavia, l'effetto inibitorio svanisce nel tempo, e questo spiega perché l'abituazione è tanto più rapida e/o robusta quando più è alta la frequenza temporale. Per intervalli brevi la precedente inibizione della risposta ha tempo di accumularsi con quella successiva prima di svanire, accelerando così la curva. Questo modello non fa riferimento a costrutti e processi di natura cognitiva per spiegare l'abituazione, se

non invocando, necessariamente, la nozione di memoria. Il modello ha avuto un grande successo soprattutto in un approccio neurofisiologico e biologico allo studio dell'abituazione, e particolarmente nel caso di risposte relativamente periferiche, come quelle degli arti in animali con sezione del midollo spinale.

3.2. *Il modello di Sokolov (1963)*

Negli anni Sessanta Sokolov (1963) sviluppa un modello di abituazione, noto come *stimulus-model comparator theory*, con specifico riferimento al riflesso di orientamento (OR) individuato a suo tempo da Pavlov (1927), in quale notò che l'OR verso lo stimolo incondizionato diminuiva in intensità con la sua ripetuta presentazione. L'idea di base del modello di Sokolov è che quando il sistema nervoso incontra uno stimolo ne crea un modello neurale che viene reso sempre più preciso ad ogni ripetizione. Il modello viene usato per fare previsioni o aspettative circa gli eventi futuri, e quanto più l'evento coincide con le previsioni del modello tanto più l'OR verso tale evento viene inibito, dando luogo all'abituazione. Anche in questo caso più sono ravvicinati gli eventi e maggiore l'effetto cumulativo dell'inibizione. Viceversa, uno stimolo nuovo evocherà sempre un OR perché non c'è alcun modello esistente che possa anticiparne la sua comparsa. Il significato del OR è quello di consentire di dirigere l'attenzione verso il nuovo evento al fine di verificarne il significato. Se lo stimolo è rilevante l'attenzione sarà mantenuta volontariamente sullo stesso, viceversa se viene giudicato inutile il meccanismo descritto assicurerà che venga ignorato a mano a mano che si ripete.

In pratica questo modello anticipa uno dei principi basilari del funzionamento del cervello nella sua interazione con il mondo esterno, del quale si crea un modello sempre più preciso confrontando la sua previsione con i dati in ingresso, cercando di ridurre l'errore di predizione (Den Ouden et al., 2012). La nozione di errore di predizione è stata poi usata nelle neuroscienze cognitive per spiegare varie forme di apprendimento, incluso il condizionamento, la risposta mesolimbica ai *reward*, e il modo in cui viene creata la rappresentazione percettiva. Il modello di Sokolov è particolarmente importante perché offre un meccanismo che spiega come impariamo ad ignorare gli stimoli irrilevanti che ci circondano. In altre parole, tale modello propone un meccanismo per il controllo dell'attenzione esogena, argomento che tratteremo più sotto.

3.3. Il modello di Wagner (1976)

Questo modello viene sviluppato da Wagner (1976), partendo da un'idea di Konorski (1967), in un contesto più ampio che riguarda lo studio del funzionamento del sistema cognitivo ed in particolare dei sistemi di memoria e apprendimento, come ad esempio nel condizionamento. Il modello condivide molti principi di funzionamento con quello di Sokolov, ma enfatizza maggiormente il ruolo della memoria a breve termine nel controllo dell'abituazione. Infatti, quando uno stimolo appare viene trasferito o analizzato in memoria di lavoro, e se il successivo appare subito dopo il precedente sarà probabilmente ancora memoria, una condizione definita *priming*, che ovviamente decade nel tempo. L'assunto è che tanto più forte o recente è la rappresentazione dello stimolo precedente in memoria, tanto minore la risposta che lo stimolo in ingresso può provocare, creando così abituazione della risposta quando gli effetti di *priming* si cumulano nel tempo. La vera novità del modello di Wagner, rispetto agli altri due modelli, è prevedere che la rappresentazione in memoria a breve termine dello stimolo venga gradualmente trasferita in memoria a lungo termine, assieme alla rappresentazione del contesto nel quale lo stimolo appare. In memoria a lungo termine le due rappresentazioni vengono associate, così che in futuro la vista del contesto attiva in memoria a breve termine quello dello stimolo producendo il *priming*, e quindi le condizioni per l'abituazione, che però sarà contesto dipendente. Ne segue che quando lo stesso stimolo abituato viene presentato in un nuovo contesto la risposta riprende vigore.

In generale i dati sperimentali, provenienti da paradigmi spesso diversi e raccolti su specie diverse, hanno fornito evidenze a favore di ognuno dei modelli, ma anche evidenze che su punti specifici sono risultate critiche ora per un modello ora per l'altro.

4. ABITUAZIONE E ATTENZIONE

Se l'abituazione riguarda l'imparare a ignorare gli stimoli ripetitivi irrilevanti, allora ha chiaramente un nesso con l'attenzione. L'OR, una risposta che è stata estesamente studiata in ambito psicofisiologico, si accompagna ad una serie di variazioni di indici fisiologici e comportamentali. Per esempio, la comparsa di un nuovo stimolo produce cambiamenti nella frequenza e pressione cardiaca, nella frequenza respiratoria, nel tracciato EEG, nella conduttanza cutanea, per non parlare dell'orientamento esplicito di parti del corpo, ad esempio gli occhi, verso l'evento inatteso (Barry, 2009). Con la ripetizione della stimolazione, però, l'intensità, la frequenza o il pattern di queste risposte

cambia, dimostrando che l'organismo riduce il suo interesse per l'evento ripetitivo.

L'OR ha lo scopo di portare l'interesse dell'organismo verso il nuovo evento, preparandolo a reagire. Tuttavia, l'attenzione è stata studiata come fenomeno mentale indipendente da altre risposte fisiologiche o motorie. Un particolare interesse è stato rivolto allo studio della cattura automatica dell'attenzione, cioè a capire quali caratteristiche degli stimoli fossero in grado di catturare l'attenzione indipendentemente dalla volontà dell'osservatore (Yantis, 1993), una risposta che per larga parte coincide con l'OR originariamente individuato da Pavlov (1927), e poi studiato in relazione all'abituazione da Sokolov (1963).

Nell'ultimo decennio, tuttavia, i ricercatori hanno iniziato a chiedersi sino a che punto il cervello possa evitare una cattura inutile o pericolosa, vale a dire se sia possibile filtrare o ignorare stimoli salienti ma irrilevanti, e quali meccanismi, endogeni o esogeni, siano coinvolti. La ricerca ha stabilito in modo abbastanza chiaro che la distrazione può essere efficacemente ridotta attraverso meccanismi di «apprendimento statistico del distrattore» (Chelazzi et al., 2019). Se un distrattore presentato ripetutamente perde la sua capacità di cattura è possibile immaginare che questo sia un caso di abituazione della cattura dell'attenzione. In effetti, alcuni lavori hanno portato robuste evidenze a favore di questa ipotesi, dimostrando in modo inequivocabile che, almeno nel caso di distrattori che consistono in variazioni improvvise di luminosità, detti *onset*, la riduzione della cattura sia controllata da meccanismi di tipo abitativo (Turatto & Pascucci, 2016). Coerentemente con l'abituazione si è visto che la cattura diminuisce in funzione della specifica frequenza con cui il distrattore appare in una certa posizione spaziale (Valsecchi & Turatto, 2023). È emerso inoltre che l'abituazione della cattura dipende, come previsto dal modello di Sokolov, dall'aspettativa che il cervello si crea circa la comparsa del distrattore, e non dal numero assoluto di distrattori cui si è esposti (Turatto & Valsecchi, 2023). L'aspettativa regola l'abituazione anche per quanto riguarda il momento nel quale il distrattore è atteso, così che lo stesso distrattore ormai ignorato riprende a catturare se appare qualche momento più tardi di quando era atteso (Turatto & De Tommaso, 2023). Infine, in accordo con il modello di Wagner l'abituazione della cattura si è dimostrata dipendente dal contesto nel quale il distrattore è stato incontrato. Cambiando il contesto lo stesso distrattore ricomincia a catturare (Turatto, Bonetti, et al., 2019; Turatto et al., 2018).

Poiché nell'essere umano l'abituazione della cattura dell'attenzione è controllata dall'aspettativa che il sistema cognitivo si crea circa la comparsa del distrattore, e poiché tale aspettativa nasce dalla stati-

stica data dalla storia di stimolazione, come chiaramente previsto dal meccanismo di Sokolov, non è chiaro in che senso la recente proposta circa l'esistenza di un meccanismo di «apprendimento statistico del distrattore» offra una vera alternativa teorica, sebbene questa sia stata in effetti suggerita quasi esclusivamente in base a lavori in cui si sono usati distrattori di tipo *feature non onset* (si vedano Ferrante et al., 2018; Wang & Theeuwes, 2018). In altre parole, è nostra opinione che quando la riduzione della cattura è dovuta alla ripetuta esposizione a un distrattore, il meccanismo sottostante sia intrinsecamente di tipo abituativo. Se invece si ipotizza l'esistenza di un diverso meccanismo di tipo statistico, allora è necessario per i suoi sostenitori chiarire in che modo questo faccia previsioni diverse da quelle derivabili dall'abituazione.

In conclusione, i meccanismi di abituazione forniscono una spiegazione diretta e parsimoniosa di come il sistema cognitivo impari a filtrare distrattori, almeno di tipo *onset*, evitando che questi catturino involontariamente l'attenzione. In questo senso l'abituazione testimonia una capacità di apprendimento che interagisce con l'attenzione e ne regola l'allocazione nel mondo esterno.

5. IMPLICAZIONI CLINICHE

Come abbiamo visto, il meccanismo abituativo consente all'organismo di concentrarsi su compiti importanti per la sopravvivenza, ignorando stimoli irrilevanti e ripetitivi. In alcuni disturbi psicopatologici, questo meccanismo può essere alterato, compromettendo l'autonomia e la capacità di adattarsi all'ambiente. Tuttavia, l'abituazione non è sempre adeguatamente riconosciuta nella pratica clinica. La ragione di ciò risiede, in parte, nella molteplicità di costrutti usati dalle teorie di psicologia clinica per riferirsi all'abituazione. Esempi concreti in tal senso includono la «desensibilizzazione sistematica», che in terapia del comportamento indica l'abituazione della risposta emotiva a stimoli ansiogeni, la «tolleranza», che indica l'abituazione agli effetti di una sostanza nel corpo, e la «diminuzione dell'efficacia di un rinforzo», che indica l'abituazione all'efficacia di una ricompensa. Questa polisemia terminologica può aver causato il fraintendimento che questi e altri fenomeni simili nella pratica clinica coinvolgano meccanismi più complessi di quello abituativo. Come vedremo in questa sezione, questa ipotesi è spesso stata smentita. In realtà, l'abituazione rappresenta un meccanismo unico e in grado di spiegare molti dei fenomeni che avvengono nella pratica clinica. Pertanto, è importante fare maggior chiarezza sul funzionamento del meccanismo abituativo. La maggior comprensione dell'abituazione può contribuire a svilup-

pare trattamenti più mirati e personalizzati per i pazienti e a pianificare interventi di prevenzione di disturbi comportamentali. In questa sezione esploreremo alcuni degli effetti di alterazioni del meccanismo abitativo, concentrandoci sui deficit osservati in alcune delle patologie più importanti.

5.1. Dipendenze

La dipendenza è un disturbo caratterizzato dal desiderio spasmodico di una sostanza e dall'incapacità di smettere di utilizzarla, nonostante la sua assunzione comporti delle conseguenze negative. L'assunzione di sostanze stimolanti riduce di molto l'abituazione agli stimoli ambientali facendo apparire più vivide e gratificanti delle situazioni del tutto regolari. Tale vissuto di gratificazione associato ad una maggiore lentezza ad abituarsi alle stimolazioni potrebbe contribuire allo sviluppo delle dipendenze (Lloyd et al., 2014).

La somministrazione di amfetamine aumenta l'efficacia dei rinforzi sensoriali (come una luce che si accende) nei ratti (*Rattus norvegicus*) durante i compiti di condizionamento operante (Gancarz et al., 2012). Questo accade perché le amfetamine ostacolano il processo abitativo dei ratti, che mantengono il loro interesse per lo stimolo più a lungo del normale (si veda il paragrafo sull'abituazione e motivazione e l'abituazione all'efficacia del rinforzo). Per la stessa ragione, ratti sotto l'effetto di stimolanti sono meno interessati al cibo del normale, soprattutto se l'ambiente in cui si trovano è ricco di stimoli da esplorare (Carr & White, 1986). Ciò indica che la compromissione del meccanismo abitativo causato dagli stimolanti impatta su aspetti importanti della vita di un organismo, come l'assunzione di cibo. Ciò potrebbe spiegare perché tossicodipendenti gravi spesso mostrano sintomi di denutrizione, simili all'anoressia.

Di notevole importanza è poi la scoperta fatta da Siegel (1977) che l'associazione tra contesto e abituazione influenza la tolleranza alle droghe. La tolleranza, infatti, altro non è che una forma di abituazione agli effetti esercitati dalla droga sull'organismo. Nei ratti, ad esempio, gli effetti analgesici della morfina diminuiscono al ripetersi delle somministrazioni. Questo li porta a dover assumere quantità maggiori di narcotico per alleviare il dolore e tollerare dosi che all'inizio sarebbero risultate fatali. Siegel (1977) ha dimostrato che in virtù della tolleranza raggiunta, i ratti potevano sopravvivere a questa dose letale solo se questa gli veniva somministrata sempre all'interno dello stesso contesto. La tolleranza dei ratti invece diminuiva significativamente se la dose era somministrata in un contesto diverso, aumentando la loro probabilità di overdose. Ciò dimo-

stra che i ratti avevano imparato a gestire gli effetti della morfina in un certo contesto, ma non trasferivano quanto appreso in un nuovo contesto, ovvero che la tolleranza è un fenomeno contesto-specifico. Ciò potrebbe spiegare anche morti improvvise per overdose nelle persone affette da tossicodipendenza cronica. Seppure tali individui conoscano bene la dose giusta da somministrarsi, i loro meccanismi abituativi potrebbero non attivarsi correttamente in un contesto diverso da quello abituale, rendendoli più vulnerabili agli effetti avversi della droga. Nonostante il ruolo dell'abituazione nello sviluppo delle dipendenze sia noto ai ricercatori, esso non viene mai menzionato dai manuali di psicologia clinica. Come invece abbiamo visto, la conoscenza delle caratteristiche del meccanismo abituativo potrebbe aiutare i professionisti a comprendere alcuni importanti fenomeni legati alle dipendenze per cui non esisteva una convincente comprensione psicologica.

5.2. Disturbo da iperattività e deficit d'attenzione

Il disturbo da iperattività e deficit d'attenzione (ADHD) è caratterizzato da una serie di deficit delle funzioni esecutive, tra cui aumentata reattività alle stimolazioni, deficit di attenzione e di inibizione dei comportamenti. Gran parte degli studi hanno riscontrato che l'abituazione negli individui con ADHD è più rapida rispetto ai controlli sani, sia studiando le loro risposte autonome durante l'ascolto passivo di toni puri (ad es., Herpertz et al., 2003; Shibagaki et al., 1993), che studiando le variazioni del loro battito cardiaco durante compiti di attenzione sostenuta (Iaboni et al., 1997). L'eccessiva abituazione nelle persone con ADHD sembra peggiorare negli individui che presentano anche un disturbo della condotta (Herpertz et al., 2001; Zahn & Kruesi, 1993), il che suggerisce che l'alterazione del meccanismo abituativo potrebbe contribuire a sintomi più comportamentali dell'ADHD, come l'inibizione degli impulsi. Inoltre, i bambini con ADHD ignorano più rapidamente i rinforzi associati al loro comportamento (Iaboni et al., 1997). Questa rapida «diminuzione dell'efficacia del rinforzo» può ostacolare la riuscita di interventi terapeutici di carattere comportamentale. Utilizzando le caratteristiche dell'abituazione è possibile prevedere la rapidità della «diminuzione dell'efficacia del rinforzo» e determinare quando cambiare il rinforzo per mantenere la sua efficacia. Tale previsione può essere fatta a partire da parametri specifici del protocollo di intervento di ogni paziente, come la frequenza dei rinforzi e l'intervallo temporale tra essi. Questa accuratezza è difficile da raggiungere basandosi su spiegazioni più artificiose del fenomeno, come la media-

zione di pensieri e credenze come avviene nella terapia cognitivo-comportamentale.

Una parte minore della letteratura ha evidenziato una marcata lentezza nell'abituazione a stimoli visivi nelle persone con ADHD (Janiewicz et al., 2004; Massa & O'Desky, 2012). Questo risultato va in netto contrasto con gli studi sull'abituazione riportati sopra, ma va sottolineato che le evidenze che attestano una maggior lentezza dell'abituazione nell'ADHD si basano sull'analisi dell'effetto Troxler, la cui attribuzione ad abituazione piuttosto che adattamento sensoriale resta ancora incerta.

5.3. Disturbo dello spettro autistico

Il disturbo dello spettro autistico (ASD) è un gruppo eterogeneo di disturbi del neurosviluppo caratterizzati da deficit nella comunicazione e interazione sociale, comportamenti ripetitivi, interessi ristretti e da iper o iposensibilità agli stimoli ambientali. Proprio il deficit sensoriale è tra i sintomi più comuni tra le persone con ASD (Sinclair et al., 2017) ed è considerato il sintomo principale dell'autismo da parte di alcuni autori (Markram & Markram, 2010). Questo deficit si manifesta con la difficoltà ad adattarsi a stimoli nuovi e a svincolarsi da stimoli irrilevanti che si ripetono. Perciò, esso potrebbe essere causato dalla ridotta capacità delle persone con autismo di abituarsi alle stimolazioni attraverso diversi ambiti sensoriali (ad es., Gandhi et al., 2021; Green et al., 2015; Kuiper et al., 2019; Vivanti et al., 2018).

Il deficit di abituazione è stato osservato mediante diversi indici comportamentali (ad es., Bochet et al., 2021; Jamal et al., 2021; Kohl et al., 2014) e di abituazione di risposte neurali (Kleinhans et al., 2016; Meng et al., 2020). Una caratteristica distintiva dell'autismo è che l'abituazione a immagini di volti sembra essere compromessa rispetto a quella risultante da altri oggetti (Webb et al., 2010). Inoltre, l'entità del deficit di abituazione per i volti correla con la gravità della compromissione delle interazioni sociali delle persone con autismo (Green et al., 2019; Kleinhans et al., 2009). In particolare, durante l'esposizione passiva a volti vi è una ridotta abituazione neurale nell'area prefrontale ventromediale (Swartz et al., 2013) e nell'amigdala (Kleinhans et al., 2016). Il fatto che l'esposizione ripetuta a volti non riduca l'attività di queste regioni cerebrali potrebbe causare una risposta emotiva eccessiva durante gli scambi di sguardi nelle interazioni quotidiane, e rendere insostenibile mantenere un contatto visivo prolungato alle persone con autismo.

Nonostante il deficit di abituazione alle facce si osservi comunemente in soggetti autistici, il deficit di abituazione si può manifestare

in modi diversi tra i vari fenotipi che rientrano nell'ASD (Green et al., 2019; Wiggins et al., 2014). Identificare le caratteristiche idiosincroniche assunte dal deficit di abituazione potrebbe dunque aiutare lo sviluppo di interventi personalizzati di riduzione dei disturbi sensoriali che caratterizzano l'autismo.

5.4. *Obesità*

L'obesità è una condizione caratterizzata da elevato accumulo di grasso corporeo concomitante a ridotta attività fisica. Nell'arco di un pasto, le persone affette da obesità mangiano più a lungo rispetto a persone con peso normale e quindi finiscono per assumere più calorie di quante ne riescono a smaltire. È stato ipotizzato che questo accada anche perché il meccanismo abituativo che dovrebbe diminuire l'interesse per il cibo è significativamente più lento, ritardando il momento di fine pasto (Epstein et al., 2009).

Le persone con obesità faticano ad ignorare le stimolazioni sensoriali provenienti dal cibo, come odori o sapori (Epstein et al., 1996), e la loro abituazione all'efficacia di rinforzi alimentari è significativamente ridotta (Temple, Legierski, et al., 2008). Ciò potrebbe portare le persone con obesità ad essere più attratte anche da pubblicità e segnali che incoraggiano abitudini alimentari negative, come l'assunzione di cibi ipercalorici. Legato a questo, il deficit di abituazione nei bambini sovrappeso rappresenta un fattore di rischio per lo sviluppo di obesità in età adulta (Epstein et al., 2011, 2014). Tuttavia, sembrano esserci differenze nella percezione della gratificazione derivante dal cibo tra i bambini sovrappeso che possono moderare il deficit di abituazione (Temple, Legierski, et al., 2008; Epstein et al., 2020).

Il meccanismo abituativo potrebbe rappresentare una spiegazione più parsimoniosa del perché le persone affette da obesità mangino di più durante i pasti rispetto a spiegazioni multifattoriali di stampo medico, che spesso non identificano in modo chiaro i meccanismi fisiologici coinvolti (Ruddock et al., 2006). Creare un ambiente che favorisca l'abituazione durante i pasti può aiutare a ridurre l'assunzione di calorie in persone con obesità (Epstein & Carr, 2021). Tale obiettivo può essere raggiunto seguendo semplici consigli su come evitare distrazioni, come guardare la televisione durante il pasto, che potrebbero interrompere il meccanismo abituativo. Queste strategie potrebbero essere incorporate in programmi di prevenzione scolastici per combattere l'incidenza dell'obesità nella popolazione.

Mentre l'abituazione si manifesta nella diminuzione della risposta verso stimoli che si ripetono, esiste un fenomeno diametralmente opposto per il quale la ripetizione di alcuni tipi di stimoli chiamati *rinforzi* o, più recentemente, *incentivi* genera un aumento della risposta. Di seguito si discuterà se l'abituazione possa in realtà riguardare anche tali stimoli.

6.1. *Gli stimoli rilevanti nell'ottica dell'abituazione*

Classicamente si distingue tra rinforzi primari o biologicamente rilevanti, attinenti al nutrimento, alla riproduzione e alla nocicezione, oppure secondari o non biologicamente rilevanti, tra cui *rinforzi condizionati* come il denaro, l'approvazione sociale o la realizzazione personale. Tradizionalmente, l'effetto di un rinforzo è quello di aumentare la probabilità con cui viene emessa una risposta ad esso associata e, per definizione, l'entità di tale risposta è misura dell'effetto del rinforzo stesso. Alternativamente, l'abituazione agirebbe nella direzione opposta, generando un declino progressivo dell'effetto del rinforzo. Questa possibilità è stata presa in esame e in letteratura viene definita come *habituation of reinforcer effectiveness* (HRE; Lloyd et al., 2014). Alcuni autori suggeriscono di porre i rinforzi su un continuum delineato proprio dall'entità di abituazione che li riguarda: infatti, ragionevolmente, più alto è il potere edonico e/o motivazionale di uno stimolo, tanto meno sarà repentino il decremento della risposta che sarà in grado di evocare. In aderenza al modello teorico dell'abituazione, questo concetto è espresso chiaramente nella caratteristica #5 (Rankin et al., 2009).

6.2. *Abituazione a rinforzi alimentari*

Gli stimoli posti più all'estremo del continuum di rilevanza mantengono in genere una relazione stabile con le risposte ad essi associate, tanto che si potrebbe pensare che il loro ripetersi non porti ad abituazione. Tuttavia, un cospicuo numero di studi condotti su animali umani e non (McSweeney, 2004; McSweeney & Murphy, 2009) ha messo in discussione tale affermazione osservando che la risposta evocata dalla ripetuta presentazione di rinforzi alimentari segue spesso un andamento irregolare, non spiegabile da un semplice stato di sazietà (ad es., Temple et al., 2008). In particolare, l'andamento delle risposte ricalca spesso il modello di Groves e Thompson (1970), con

una fase iniziale di sensibilizzazione in cui la risposta aumenta, ed una successiva di decremento, cioè di abitudine.

Alterando lo schema di rinforzo alimentare possono emergere diverse caratteristiche proprie dell'abitudine. Ad esempio, tra la fine e l'inizio di sessioni sperimentali consecutive può avvenire un recupero spontaneo della risposta ormai abituata. Inoltre, la diminuzione della risposta è più pronunciata tanto maggiore è la frequenza degli stimoli, e tanto minore è la loro intensità (McSweeney, 1992). Infine, l'effetto di disabitudine al cibo è riportato in almeno uno studio sui ratti (Aoyama & McSweeney, 2001), mentre la specificità allo stimolo è emersa in uno studio su due gruppi di partecipanti umani, le cui risposte diminuivano maggiormente quando veniva somministrato loro un solo tipo di cibo rispetto ad una varietà isocalorica (Ernst & Epstein, 2002).

6.3. *Abitudine nella sfera erotico-riproduttiva*

Il potere sul comportamento degli stimoli attinenti alla sfera riproduttiva ha una indubbia valenza evolutiva, e si espande dagli ambiti sociali fino a quelli simbolici in diverse specie. Tuttavia, è noto che il calo di desiderio sessuale possa avvenire a causa di un processo mentale slegato da un esaurimento fisiologico o affaticamento fisico. L'abitudine potrebbe spiegare questo fenomeno. Alcune ricerche condotte negli anni '50 su animali e, qualche decade più tardi, sugli umani, hanno misurato l'*arousal* generato dall'esposizione a stimoli di natura erotica, notando come questo vada a diminuire inesorabilmente nel caso in cui la stimolazione sessuale sia costantemente ripetuta. Se invece lo stimolo erotico cambia, l'andamento dell'*arousal* ricalca le previsioni di disabitudine e specificità allo stimolo, e questo invariabilmente a seconda del genere (Koukounas & Over, 1993; Meuwissen & Over, 1990) e della specie considerata (Chiandetti & Turatto, 2019).

Lontano dai laboratori, dalla letteratura al senso comune, sono numerosi i richiami a certe dinamiche sentimentali che spesso combaciano con il modello abitudinario. Ad esempio, si ritiene che un periodo di separazione possa giovare ad una relazione di coppia ormai logora (recupero spontaneo della risposta), oppure che l'infedeltà a volte possa far rinascere il desiderio non solo per l'amante (specificità dello stimolo) ma anche verso il partner abituale (disabitudine). Una gita fuori porta o l'intraprendere una nuova attività (cambio di contesto o di pratica), oppure una condivisione del tempo meno programmato sono altresì strategie che si valutano efficaci. Queste forme di saggezza popolare, quando reiterate, non sembrano però offrire una so-

luzione efficace al deterioramento dei rapporti. Ebbene, l'abituazione spiegherebbe anche questo fallimento collocandolo come *abituazione alla disabituazione*, per cui l'infedeltà reiterata, ad esempio, comporta una diminuzione del recupero dell'interesse per il partner abituale dopo ogni nuova relazione clandestina.

6.4. *La prospettiva abitativa sul comportamento motivato*

L'idea che anche stimoli rilevanti possano andare incontro ad abituazione potrebbe costituire una spiegazione generale, sebbene non univoca, all'indebolimento di comportamenti motivati spesso fornita poco esaustivamente o *ad hoc*. Questa visione compenserebbe le lacune presenti nei modelli omeostatici, la cui diffusione applicativa permane ad oggi seppur obsoleta, per cui il comportamento verrebbe emesso per soddisfare un bisogno fisiologico e cesserebbe una volta colmato. Esistono infatti una moltitudine di comportamenti motivati cui non è associato alcun bisogno fisiologico (come arrivismo, curiosità), ed anche comportamenti come quelli legati alla nutrizione non sempre aderiscono al modello omeostatico. Ad esempio, uno studio di Morewedge et. al. (2010) ha mostrato come basti semplicemente immaginare di consumare del cibo per abituarne il desiderio e diminuirne l'effettivo consumo. McSweeney e Murphy (2009) osservano che, al pari di quello omeostatico, il modello abitativo è basato su un processo a *feedback* negativo per il quale l'emissione di un comportamento porta alla sua cessazione. Tuttavia, in un'ottica secondo cui il comportamento è sostenuto dal potere dell'incentivo piuttosto che alla soddisfazione di un bisogno (Berridge, 2018), il modello abitativo offre una visione per la quale la riduzione di un comportamento avviene in conseguenza di una progressiva abituazione all'incentivo che lo sostiene. Tale visione merita di essere presa in considerazione al pari di altri fattori nello studio del comportamento motivato.

7. ABITUAZIONE ED EMOZIONI

L'alba del ventennio del ventunesimo secolo è stata sconvolta da una serie di eventi che ha scosso, almeno emotivamente, la popolazione mondiale. Nel mondo occidentale la pandemia di Covid-19 è stata accompagnata da un bombardamento mediatico le cui conseguenze emotive hanno probabilmente contribuito a far rispettare le privazioni di libertà imposte a vari gradi durante la pandemia. Almeno in prima istanza perché, paradossalmente, nonostante la pande-

mia non si fosse attenuata, la risposta alla situazione si è generalmente intiepidita con il suo protrarsi, come previsto dall'abituazione. È indicativo notare come un rinnovato sentimento di apprensione e di paura si sia diffuso quando le notizie sono cambiate e hanno cominciato a descrivere, con un livello di dettaglio probabilmente mai visto nella storia, il conflitto in terra Ucraina. Il pericolo, ormai già evidente, e che finiremo per abituarci, se non lo abbiamo già fatto, anche a questa nuova e tragica situazione data la continua esposizione.

7.1. *Le risposte a stimoli emotivi*

L'incontro con uno stimolo emotivo genera una serie di risposte fisiologiche e comportamentali riscontrabili nei sistemi neurali coinvolti in meccanismi di approccio/evitamento che influenzano i processi attentivi. Infatti, l'attenzione non può esimersi dal dare priorità a stimoli con valenza emotiva, tanto che questi interferiscono inevitabilmente anche quando si è impegnati in compiti di altro tipo (Carretié, 2014). Ricerche sui potenziali evocati hanno ulteriormente dimostrato che, in confronto a stimoli neutrali, stimoli emotivi di valenza sia positiva che negativa generano un più ampio potenziale positivo tardivo (*late positive potential*, LPP), e tale modulazione corticale è associata al coinvolgimento di circuiti attentivi e motivazionali (Schupp et al., 2006).

Sebbene gli emotivi attraggano un insieme risorse cognitive dedicate alla loro immediata elaborazione, alcuni ricercatori hanno studiato l'andamento delle risposte verso stimoli emotivi in funzione della loro ripetizione. Generalmente i partecipanti sono sottoposti ad una serie di immagini neutrali, raffiguranti persone in scene di vita quotidiana, o ad alto contenuto emotivo, sia a valenza positiva, come contenuti romantici o erotici, che negativa, come scene minacciose o corpi mutilati (Codispoti et al., 2016; Ferrari et al., 2020). Dal punto di vista comportamentale, gli stimoli emotivi generano un iniziale aumento dell'interferenza attentiva rispetto ai neutrali, che però svanisce con l'esposizione. Parallelamente, la risposta corticale analizzata tramite LPP è maggiore per gli stimoli emotivi, ma diminuisce anch'essa, seppur con un tenore minore, e mai raggiungendo un livello equivalente tra stimoli emotivi e neutrali.

Pare quindi che l'abituazione non risparmi neppure la sfera delle emozioni, in quanto sia le risposte comportamentali che quelle fisiologiche, sebbene sensibili a contenuti emotivamente salienti, possono ridursi con l'esposizione. I dati sperimentali, tuttavia, fanno emergere una dissociazione tra l'attività evocata da certi sistemi neurali e la risposta attentiva e comportamentale: sebbene quest'ultima possa ri-

dursi fino ad annullarsi, la prima, seppur riducendosi, rimane attiva. Questa attività potrebbe corrispondere a un processo di identificazione e di valutazione degli stimoli, necessaria allo stabilirne la familiarità e alla conseguente potenziale inibizione della risposta, in linea con la *stimulus-model comparator theory* di Sokolov (1963).

7.2. La fallacia dell'abituazione

Alla luce di quanto finora esposto, si potrebbe interpretare cinicamente l'abituazione come un ineluttabile processo che svilisce e rende indifferenti anche risposte di valore, con ampie implicazioni etiche. Uno studio di Zagefka (2022) mette però in guardia sulla *fallacia dell'abituazione*, cioè la credenza che l'esposizione continua a certi eventi negativi porti le persone a rispondere meglio a tali situazioni, per esempio perché sentono meno dolore. Lo studio ha mostrato come la percezione che si ha del trauma subito dalle vittime di eventi catastrofici diminuisce all'aumentare degli eventi disastrosi di cui hanno già avuto esperienza, in linea con l'ipotesi abituativa, secondo cui la ripetizione di eventi traumatici migliorerebbe le capacità di far fronte ad essi. La realtà può essere invece esattamente l'opposto, magari per un processo di sensibilizzazione, ma la diminuzione negli osservatori della percezione degli effetti del trauma in chi lo subisce diminuisce l'inclinazione dei primi all'aiuto.

8. UNA FINESTRA SULLE MENTI (E IL CERVELLO) DI CHI NON PARLA ANCORA E DI CHI NON PARLERÀ MAI

Köhler stava studiando l'*insight* sugli scimpanzé a Tenerife quando, vedendoli creare delle scale instabili impilando cassette per raggiungere la banana posta troppo in alto per essere raggiunta con un sol balzo, concluse che no, non ne capivano proprio di statica. Parimenti, Piaget (1954) decretò che la permanenza dell'oggetto non era possibile nel bambino almeno fino al raggiungimento dei nove mesi perché, una volta nascosto un giocattolo, questi non lo cercava più. Non c'è dubbio che la prestazione di queste due specie, quando fu chiesto loro di *agire* nel mondo circostante, risultò piuttosto scarsa nei domini investigati. Ma la conclusione che gli scimpanzé non ne capiscano di fisica e i bambini non si rappresentino oggetti non più disponibili ai sensi prima di poterli raggiungere fisicamente è stata sovvertita nel momento in cui si è cambiata la risposta che ci si attendeva da loro, quando cioè si è chiesto di *osservare* un evento. Mostrando ai bambini un evento dinamico come uno schermo che ruota attorno

ad un asse orizzontale, i tempi di fissazione andavano calando di ripetizione in ripetizione (familiarizzazione o abituazione); non appena questo movimento si modificava perché esito di un evento fisicamente plausibile (controllo), la fissazione rimaneva di pari intensità, ma se la modifica derivava da un evento fisicamente implausibile (test), i tempi di fissazione aumentavano sensibilmente (Baillargeon et al., 1992). Allo stesso modo, negli scimpanzé, la presentazione di video in cui una banana era inadeguatamente sostenuta da una scatola, dopo che l'evento di familiarizzazione aveva «annoiato» l'animale, determinava l'aumento del tempo di osservazione di quell'evento apparentemente magico rispetto al controllo fisicamente possibile (Cacchione & Krist, 2004). Bambini e scimpanzé, mediante il medesimo paradigma abituativo, hanno potuto «riferire» agli sperimentatori che sì, si rappresentano precocemente oggetti non più disponibili ai sensi e ne capiscono almeno di fisica intuitiva perché si rappresentano anche caratteristiche ben precise degli oggetti (sono solidi, impenetrabili, occupano uno spazio, se non opportunamente sostenuti cadono a terra, etc.).

Questo paradigma è noto in letteratura come di abituazione e disabituazione seppur, a ben vedere, dopo l'abituazione la risposta recuperi col nuovo stimolo, mentre la disabituazione sia possibile per una risposta allo stimolo che è già stato abituato, una fase che in questa procedura manca. Infatti, una volta presentato uno stimolo ad un organismo per un certo lasso temporale oppure fino a che la risposta è ridotta di un certo criterio, si presenta lo stimolo nuovo. Come risultato, aumenta la reazione per questo nuovo stimolo, cosa che mostra che l'organismo (*i*) discrimina i due stimoli per quelle caratteristiche che li distinguono nelle due fasi e (*ii*) ha creato una memoria del primo stimolo.

Il paradigma abituativo consente inferenze sulle capacità percettive e cognitive degli infanti prima che sviluppino competenze linguistiche per riferirci i propri processi di pensiero, e degli altri organismi che non ci parleranno mai. Ad esempio, alla presentazione ripetuta di una medesima numerosità di pallini (per es. 2 o 3), il neonato raggiungeva un criterio decrementale prefissato e veniva esposto a nuovi stimoli in cui variava solo la numerosità (per es. 3 o 2) (Antell & Keating, 1983). L'aumento selettivo dei tempi di fissazione ha mostrato la capacità di astrarre invarianza numerica da insiemi limitati di elementi entro la prima settimana di vita a supporto di una concezione precoce di numerosità. Nei cani domestici, si è potuto sfruttare la medesima procedura abituativa adottata con i bambini – ma arricchita di un grande osso giallo per cani – per osservare che il tempo di fissazione di un evento fisicamente impossibile aumenta significativamente, dopo l'abituazione, rispetto a quello atteso e realistico, a dimostrazione che i cani si rappresentano caratteristiche degli oggetti come dimensioni e

solidità, e le usano per fare inferenze sulle interazioni degli oggetti nel mondo (Pattison et al., 2010).

Il paradigma continua ancora oggi ad essere sfruttato e arricchito, come nel caso dello studio sui cani in cui l'aggiunta di un tracciamento oculare automatizzato ha consentito di misurare anche la risposta di dilatazione della pupilla per inferire meglio le loro aspettative sulle forze fisiche che regolano il comportamento degli oggetti (Völter & Huber, 2021). O come nell'applicazione del paradigma alla risposta di fuga del granchio (*Chasmagnathus*) registrata su uno speciale dispositivo detto attometro (Tomsic et al., 1998), o alla risposta di difesa del gambero (*Procambarus clarkii*) provocata in ambiente asciutto fuori dalla vasca (Chiandetti & Caputi, 2017). Quest'ultimo arresta la sua esplorazione e leva le chele al cielo di fronte ad una possibile minaccia che, se non si rivela tale, viene filtrata per procedere nella navigazione. In laboratorio, presentando in modo controllato delle forme astratte, si è potuto comprendere che, pur vivendo spesso in acque limacciose, il gambero possiede qualche capacità visiva in più rispetto a quanto noto, come quella di generalizzare la forma e ricordarla a lungo, a vantaggio degli spostamenti che questi animali compiono anche percorrendo lunghi tragitti fuori dall'acqua alla conquista di nuovi areali (Dissegna et al., 2020).

8.1. Altri gradi di libertà

L'abituazione a una nuova situazione o condizione, che sarebbe più appropriato chiamare *familiarizzazione* data la natura ripetitiva discreta degli eventi nell'abituazione, è usata sistematicamente nelle procedure sperimentali in cui sono coinvolti soprattutto animali non umani in modo da iniziare la registrazione delle loro risposte quando lo stato di attivazione è tornato verosimilmente alla condizione di base.

L'analisi dell'abituazione in altre specie animali ha storicamente consentito lo studio della biologia cellulare di questa forma di apprendimento e memoria (Castellucci, 1970) portando anche allo sviluppo di metodi alternativi di indagine che vanno nella direzione della *sostituzione* dell'uso del modello animale (ad es., Glanzman, 2009). Ma, come detto, l'applicazione di un completo paradigma abituativo può consentire lo studio di possibilità inesplorate con pressoché infiniti gradi di libertà. Immaginate un gruppetto di vermi di circa 1 mm (*C. elegans*) in un piattino pieno di una certa sostanza. Appena lo sfiorate, i vermi indietreggiano, e se ripetete il tocco più e più volte, i vermi smettono di ritirarsi. Ora immaginate che metà dei vermi tornino nel piattino con la stessa sostanza in cui avevano

smesso di ritirarsi e una metà si trovi in un piattino con una sostanza diversa: per questo gruppo è cambiato il contesto, e solo questi vermi ricominciano a cambiare direzione non appena sfiorate il piattino con lo stesso tocco. Ricordano dove hanno appreso un fatto, un risultato che apre alla possibilità di studiare, su organismi modello semplificati e con un paradigma tanto efficace, aspetti neurali o genetici altrimenti impraticabili in altri organismi. Ad esempio, Lau et. al. (2012) hanno identificato il gene *inthenmr-1* come responsabile della capacità di associare il tocco su *C. elegans* con il contesto. Nella lumaca di mare, *Aplysia californica*, si è dimostrato che lo sviluppo di abitudine e disabitudine è neuronalmente e temporalmente dissociato nell'ontogenesi dell'organismo (Rankin & Carew, 1987). Viceversa, non lo è in una specie a sviluppo precoce come il pulcino di pollo domestico (*Gallus gallus*), a dimostrazione di come l'ecologia della specie vada sempre inclusa nell'analisi del comportamento (Dissegna et al., 2018). Proprio nel pulcino, il paradigma abitativo ha fornito anche un'ulteriore prova della natura associativa dell'abitudine per quanto concerne certe risposte (Chiandetti & Turatto, 2017) e soprattutto ha portato a caratterizzarla come una forma associativa di apprendimento già presente prima della nascita e trasferibile all'apprendimento postnatale (Turatto, Dissegna, et al., 2019). Rispetto alla trasferibilità dell'abitudine, il contributo forse più stimolante è quello di Westerman (1963) sulla planaria, replicato poi da Ungar e Ocegüera-Navarro (1965) nel ratto. Questi ricercatori hanno mostrato che organismi che ricevevano la somministrazione di soluzioni di tessuto estratto da organismi che avevano in precedenza appreso a filtrare uno stimolo avevano poi un vantaggio nell'abituarsi al medesimo stimolo. Sebbene questi risultati abbiano avuto interesse alterno in ambito accademico, meritano oggi attento scrutinio alla luce dello stimolante modello teorico (Langille & Gallistel, 2020) che propone che le memorie non si collochino necessariamente a livello delle connessioni sinaptiche bensì in sistemi molecolari di scrittura e trascrizione ancora tutti da scoprire.

9. CONCLUSIONI

Per decenni in passato, e forse ancora ora, il condizionamento classico è stato descritto come la conseguenza del mero accoppiamento temporale di CS e US. Per correggere questa visione semplicistica e meccanicistica, e per mettere in luce la natura cognitiva del condizionamento classico, negli anni '80 del secolo scorso Robert Rescorla scrisse un famoso articolo per la rivista *American Psychologist*, dal titolo piuttosto esplicito: «*Pavlovian Conditioning: it is not*

what you think it is» (Rescorla, 1988). In pratica Rescorla sosteneva, a ragione, che il condizionamento ha luogo solo se il sistema nervoso realizza che CS è un predittore affidabile di US, e termina quando non c'è più errore di predizione, cioè CS predice completamente US. L'intento di Rescorla era far capire che il condizionamento nasce da processi cognitivi sofisticati per quanto il paradigma appaia apparentemente semplice. A dispetto della sua natura cognitiva l'abituazione pare aver seguito un destino simile, relegata a fenomeno sensoriale periferico, quando non scambiata per abitudine, e quindi perlopiù ignorata proprio dagli psicologi cognitivisti. L'abituazione è stata invece ampiamente valorizzata e studiata nell'ambito della psicofisiologia, forse per merito del fatto che per esempio l'OR è stato tradizionalmente definito da variazioni fisiologiche e muscolari, e nell'ambito della neurobiologia, grazie all'impronta data dagli studi sulla memoria e l'apprendimento iniziati a metà del '900 dal gruppo di Kandel sull'*Aplysia*.

Speriamo però di aver convinto il lettore interessato ai processi della mente che l'abituazione riflette invece meccanismi di apprendimento, più o meno sofisticati in funzione della specie considerata, deputati al filtraggio degli stimoli ripetitivi irrilevanti. Se si considera che la maggior parte degli input sensoriali che in ogni momento arrivano al cervello sono di questa natura, è evidente che diventa di straordinaria importanza capire come facciamo a ignorare tutta questa massa di informazioni. Classicamente si ritiene che l'attenzione svolga questa funzione, agendo come un filtro che limita le risorse di analisi ai pochi stimoli che o sono rilevanti per il compito in atto, o lo sono in virtù della loro intrinseca salienza percettiva. L'abituazione indica che esiste un ulteriore meccanismo che controlla tale filtro, impedendo che l'attenzione sia inopinatamente e ripetutamente allocata su stimoli insignificanti nonostante la loro eventuale salienza, causando quindi occasioni di pericolosa e, come abbiamo visto, dannosa distrazione. Le ipotesi più recenti considerano inoltre che un deficit di funzionamento dell'abituazione possa avere conseguenze a volte drammatiche per il nostro sistema cognitivo, che si riflettono poi in comportamenti disfunzionali. Si pensi ad esempio a quando accade un evento che ci disturba o infastidisce, catturando magari i nostri pensieri e generando un senso di malessere interiore. Spesso, per fortuna, accade che questo stato mentale ed emotivo si attenui nel tempo proprio grazie all'abituazione, che se non funzionasse ci lascerebbe prigionieri del disagio creato da eventi che non possiamo controllare.

Attraversare l'ansia, il disgusto, il disagio provocato da situazioni ritenute spiacevoli, sul breve termine può prolungare lo stato di malessere rispetto alla fuga (per esempio in un gesto che poi diviene rituale come in disturbi ossessivo compulsivi), mentre resistere e pro-

lungare l'iniziale disagio porterà inevitabilmente ad imparare che le conseguenze negative attese non si sono avverate e, nel lungo termine, gli stessi sentimenti andranno incontro ad abitudine, che diventa così un metodo di intervento.

Al di là della sua rilevanza teorica, si è voluto anche sottolineare come l'abitudine sia uno strumento di indagine per lo studio dei processi percettivi e mentali in organismi che per loro natura, definitiva o temporanea, non possono usare il nostro linguaggio per comunicare. Per gli animali non umani si può parlare di una forma di plasticità che consente probabilmente un funzionale adattamento all'impatto antropico, nonché uno strumento utilizzabile al fine di migliorare il benessere animale e per intervenire nelle varie forme di interazione con questo, forse al momento uno degli ambiti applicativi dell'abitudine in parte maggiormente trascurato.

10. ALCUNE QUESTIONI IRRISOLTE

Per concludere, intendiamo di seguito mettere sinteticamente in luce alcuni aspetti del fenomeno «abitudine» che a nostro parere meritano un ulteriore approfondimento teorico e sperimentale. Uno, come già discusso, riguarda il ruolo dell'abitudine nei meccanismi di filtro dei distrattori. Sebbene recenti lavori abbiano proposto che processi di apprendimento statistico possono essere usati per attenuare la distrazione, non è chiaro in che modo questa proposta teorica si discosti dall'abitudine, visto che quest'ultima, almeno secondo il modello di Sokolov, si basa proprio su apprendimenti statistici per generare una aspettativa circa i prossimi eventi. Se si vuole sostenere che l'apprendimento statistico attraverso cui vengono filtrati i distrattori è qualcosa di diverso dai meccanismi di abitudine va chiarito in che termini le due ipotesi differiscono, altrimenti l'abitudine è sufficiente per spiegare la riduzione della distrazione.

Un ulteriore aspetto rilevante e poco trattato, ma che merita senza dubbio una maggiore attenzione, è la potenziale distinzione tra abitudine e adattamento sensoriale. Spesso in letteratura i ricercatori usano i due termini come sinonimi, oppure danno per scontato di riferirsi ad uno dei due, senza chiarire in che modo questo sia diverso dall'altro. Sono l'abitudine e l'adattamento sensoriale processi distinti, e in quali termini? Quali sono i parametri o condizioni che qualificano l'uno e l'altro? Oppure si tratta di un medesimo fenomeno chiamato in modi diversi?

Anche le differenze individuali nell'abitudine sono state spesso trascurate dalla ricerca scientifica, nonostante la pratica clinica dimostri che l'abitudine ai medesimi stimoli possa variare da persona a

persona. In ambito ecologico, è stata coniata l'espressione «tirannia della media aurea» (the *tyranny of the Golden Mean*, Bennet, 1987) per riferirsi alla predilezione che hanno i ricercatori per lo studio dell'andamento medio con cui un fenomeno si manifesta in gruppi di individui, tralasciando le sue idiosincrasie. Questa espressione descrive in modo adeguato uno dei limiti attuali alla comprensione dell'abituazione, ovvero come essa vari tra individui diversi. Quanto sono estese le differenze nell'abituazione e come averle tralasciate può aver influenzato gli studi finora condotti su questo fenomeno? Qual è il loro significato funzionale? In che modo, possono riconciliarsi con le teorie classiche sull'abituazione? Comprendere le differenze individuali nell'abituazione potrebbe dare l'opportunità di rafforzare il legame tra psicologia sperimentale e psicologia clinica, oltre che creare nuovi ponti con altre discipline scientifiche, come la biologia evuzionistica e la genetica. Tale intreccio di conoscenze potrebbe contribuire allo sviluppo di protocolli di intervento personalizzati in ambito clinico.

Infine, si è rilevata una certa incongruenza terminologica nel riferirsi ad aspetti del fenomeno abituativo nella pratica clinica o nell'utilizzare gli stessi termini nelle procedure sperimentali. Il ricorso a definizioni alternative di fenomeni ascrivibili alle caratteristiche e alle fasi dell'abituazione può aver determinato la trascuratezza della reale centralità dell'abituazione in diversi contesti e può aver anche reso impervia la comprensione della generalizzabilità dei risultati e delle implicazioni di tali analogie. Per questo, auspichiamo che si proceda ad uniformare definizioni e classificazioni nei vari domini menzionati, modificandole anche laddove sembrano ormai fortemente consolidate.

BIBLIOGRAFIA



- Antell, S. E., & Keating, D. P. (1983). Perception of numerical invariance in neonates. *Child Development*, 54(3), 695-701.
- Aoyama, K., & McSweeney, F. K. (2001). Habituation may contribute to within-session decreases in responding under high-rate schedules of reinforcement. *Animal Learning & Behavior*, 29(1), 79-91. <https://doi.org/10.3758/BF03192817>.
- Baillargeon, R., Needham, A., & Devos, J. (1992). The development of young infants' intuitions about support. *Early Development and Parenting*, 1(2), 69-78. <https://doi.org/10.1002/edp.2430010203>.
- Barry, R. J. (2009). Habituation of the orienting reflex and the development of Preliminary Process Theory. *Neurobiology of Learning and Memory*, 92(2), 235-242. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2008.07.007>.
- Bennett, A. F. (1987). Interindividual variability: An underutilized resource. In *New directions in ecological physiology*, edited by M. E. Feder, A.F. Bennett, W. W. Burggren & R. B. Huey, pp. 147-169. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- Berridge, K. C. (2018). Evolving Concepts of Emotion and Motivation. *Frontiers in Psychology*, 9, articolo 1647. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2018.01647>.
- Bochet, A., Franchini, M., Kojovic, N., Glaser, B., & Schaer, M. (2021). Emotional vs. Neutral Face Exploration and Habituation: An Eye-Tracking Study of Preschoolers with Autism Spectrum Disorders. *Frontiers in Psychiatry*, 11, articolo 568997. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2020.568997>.
- Cacchione, T., & Krist, H. (2004). Recognizing impossible object relations: Intuitions about support in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology*, 118, 140-148. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.118.2.140>.
- Carandini, M. (2000). Visual cortex: Fatigue and adaptation. *Current Biology*, 10(16), R605-R607. [https://doi.org/10.1016/S0960-9822\(00\)00637-0](https://doi.org/10.1016/S0960-9822(00)00637-0).
- Carr, G. D., & White, N. M. (1986). Contributions of dopamine terminal areas to amphetamine-induced anorexia and adipsia. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 25(1), 17-22. [https://doi.org/10.1016/0091-3057\(86\)90223-6](https://doi.org/10.1016/0091-3057(86)90223-6).
- Carretié, L. (2014). Exogenous (automatic) attention to emotional stimuli: A review. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 14, 1228-1258. <https://doi.org/10.3758/s13415-014-0270-2>.
- Castellucci, V. (1970). Neuronal Mechanisms of Habituation and Dishabituation of the Gill-Withdrawal Reflex in *Aplysia*. *Science*, 167(3926), 1745-1748. <https://doi.org/10.1126/science.167.3926.174>.
- Chelazzi, L., Marini, F., Pascucci, D., & Turatto, M. (2019). Getting rid of visual distractors: The why, when, how, and where. *Current Opinion in Psychology*, 29, 135-147. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2019.02.004>.
- Chiandetti, C., & Caputi, A. (2017). Visual shape recognition in crayfish as revealed by habituation. *Animal Behavior and Cognition*, 4(3), 242-251. <https://doi.org/10.26451/abc.04.03.04.2017>.
- Chiandetti, C., & Turatto, M. (2017). Context-specific habituation of the freezing response in newborn chicks. *Behavioral Neuroscience*, 131, 437-446. <https://doi.org/10.1037/bne0000212>.
- Chiandetti, C., & Turatto, M. (2019). Habituation of mating preferences: a comment on Daniel, Koffinas and Hughes (2019). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 286(1913), articolo 1373. <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.1373>.
- Codispoti, M., Cesarei, A., Biondi, S., & Ferrari, V. (2016). The fate of unattended stimuli and emotional habituation: Behavioral interference and cortical changes. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 16(6), 1063-1073. <https://doi.org/10.3758/s13415-016-0453-0>.
- Davis, M. (1970). Effects of interstimulus interval length and variability on startle-response habituation in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 72(2), 177-192.
- Den Ouden, H. E., Kok, P., & De Lange, F. P. (2012). How Prediction Errors Shape Perception, Attention, and Motivation. *Frontiers in Psychology*, 3, articolo 548. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00548>.
- Dissegna, A., Caputi, A., & Chiandetti, C. (2020). Long-lasting generalization triggered by a single trial event in the invasive crayfish *Procambarus clarkii*. *Journal of Experimental Biology*, 223(22), articolo jeb227827. <https://doi.org/10.1242/jeb.227827>.
- Dissegna, A., Turatto, M., & Chiandetti, C. (2018). Short-term memory in habituation and dishabituation of newborn chicks' freezing response. *Journal*

- of *Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 44, 441-446. <https://doi.org/10.1037/xan0000182>.
- Epstein, L. H., & Carr, K. A. (2021). Food reinforcement and habituation to food are processes related to initiation and cessation of eating. *Physiology & Behavior*, 239, articolo 113512. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2021.113512>.
- Epstein, L. H., Carr, K. A., O'Brien, A., Paluch, R. A., & Temple, J. L. (2020). High reinforcing value of food is related to slow habituation to food. *Eating Behaviors*, 38, articolo 101414. <https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2020.101414>.
- Epstein, L. H., Paluch, R., & Coleman, K. J. (1996). Differences in Salivation to Repeated Food Cues in Obese and Nonobese Women. *Psychosomatic Medicine*, 58(2), 160-164. <https://doi.org/10.1097/00006842-199603000-00011>.
- Epstein, L. H., Robinson, J. L., Roemmich, J. N., & Marusewski, A. (2011). Slow rates of habituation predict greater zBMI gains over 12months in lean children. *Eating Behaviors*, 12(3), 214-218. <https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2011.05.001>.
- Epstein, L. H., Temple, J. L., Roemmich, J. N., & Bouton, M. E. (2009). Habituation as a determinant of human food intake. *Psychological Review*, 116, 384-407. <https://doi.org/10.1037/a0015074>.
- Epstein, L. H., Yokum, S., Feda, D. M., & Stice, E. (2014). Food reinforcement and parental obesity predict future weight gain in non-obese adolescents. *Appetite*, 82, 138-142. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.07.018>.
- Ernst, M. M., & Epstein, L. H. (2002). Habituation of responding for food in humans. *Appetite*, 38(3), 224-234. <https://doi.org/10.1006/appe.2001.0484>.
- Ferrari, V., MASTRIA, S., & CODISPOTI, M. (2020). The interplay between attention and long-term memory in affective habituation. *Psychophysiology*, 57(6), articolo e13572. <https://doi.org/10.1111/psyp.13572>.
- Gancarz, A. M., Ashrafioun, L., San George, M. A., Hausknecht, K. A., Hawk Jr, L. W., & Richards, J. B. (2012). Exploratory studies in sensory reinforcement in male rats: Effects of methamphetamine. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 20, 16-27. <https://doi.org/10.1037/a0025701>.
- Gandhi, T. K., Tsourides, K., Singhal, N., Cardinaux, A., Jamal, W., Pantazis, D., Kjelgaard, M., & Sinha, P. (2021). Autonomic and Electrophysiological Evidence for Reduced Auditory Habituation in Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 51(7), 2218-2228. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04636-8>.
- Glanzman, D. L. (2009). Habituation in Aplysia: The Cheshire cat of neurobiology. *Neurobiology of Learning and Memory*, 92(2), 147-154. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2009.03.005>.
- Green, S. A., Hernandez, L., Lawrence, K. E., Liu, J., Tsang, T., Yeargin, J., Cummings, K., Laugeson, E., Dapretto, M., & Bookheimer, S. Y. (2019). Distinct Patterns of Neural Habituation and Generalization in Children and Adolescents With Autism With Low and High Sensory Overresponsivity. *American Journal of Psychiatry*, 176(12), 1010-1020. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2019.18121333>.
- Green, S. A., Hernandez, L., Tottenham, N., Krasileva, K., Bookheimer, S. Y., & Dapretto, M. (2015). Neurobiology of Sensory Overresponsivity in Youth with Autism Spectrum Disorders. *JAMA Psychiatry*, 72(8), 778-786. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2015.0737>.

- Groves, P. M., & Thompson, R. F. (1970). Habituation: A dual-process theory. *Psychological Review*, 77(5), 419-450. <https://doi.org/10.1037/h0029810>.
- Herpertz, S. C., Mueller, B., Wenning, B., Qunaibi, M., Lichterfeld, C., & Herpertz-Dahlmann, B. (2003). Autonomic responses in boys with externalizing disorders. *Journal of Neural Transmission*, 110(10), 1181-1195. <https://doi.org/10.1007/s00702-003-0026-6>.
- Herpertz, S. C., Wenning, B., Mueller, B., Qunaibi, M., Sass, H., & Herpertz-Dahlmann, B. (2001). Psychophysiological Responses in ADHD Boys with and without Conduct Disorder: Implications for Adult Antisocial Behavior. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 40(10), 1222-1230. <https://doi.org/10.1097/00004583-200110000-00017>.
- Iaboni, F., Douglas, V. I., & Ditto, B. (1997). Psychophysiological response of ADHD children to reward and extinction. *Psychophysiology*, 34(1), 116-123. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1997.tb02422.x>.
- Jamal, W., Cardinaux, A., Haskins, A. J., Kjelgaard, M., & Sinha, P. (2021). Reduced Sensory Habituation in Autism and Its Correlation with Behavioral Measures. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 51(9), 3153-3164. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04780-1>.
- Jansiewicz, E. M., Newschaffer, C. J., Denckla, M. B., & Mostofsky, S. H. (2004). Impaired Habituation in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 17(1), 1-8. <https://doi.org/10.1097/00146965-200403000-00001>.
- Kleinhans, N. M., Johnson, L. C., Richards, T., Mahurin, R., Greenson, J., Dawson, G., & Aylward, E. (2009). Reduced Neural Habituation in the Amygdala and Social Impairments in Autism Spectrum Disorders. *American Journal of Psychiatry*, 166(4), 467-475. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2008.07101681>.
- Kleinhans, N. M., Richards, T., Greenson, J., Dawson, G., & Aylward, E. (2016). Altered Dynamics of the fMRI Response to Faces in Individuals with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(1), 232-241. <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2565-8>.
- Kohl, S., Wolters, C., Gruendler, T. O. J., Vogeley, K., Klosterkötter, J., & Kuhn, J. (2014). Prepulse Inhibition of the Acoustic Startle Reflex in High Functioning Autism. *PLOS ONE*, 9(3), articolo e92372. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092372>.
- Konorski, J. (1967). *Integrative activity of the brain; an interdisciplinary approach*. University of Chicago Press.
- Koukounas, E., & Over, R. (1993). Habituation and dishabituation of male sexual arousal. *Behaviour Research and Therapy*, 31(6), 575-585. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(93\)90109-8](https://doi.org/10.1016/0005-7967(93)90109-8).
- Kuiper, M. W. M., Verhoeven, E. W. M., & Geurts, H. M. (2019). Stop Making Noise! Auditory Sensitivity in Adults with an Autism Spectrum Disorder Diagnosis: Physiological Habituation and Subjective Detection Thresholds. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(5), 2116-2128. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-03890-9>.
- Langille, J. J., & Gallistel, C. R. (2020). Locating the engram: Should we look for plastic synapses or information-storing molecules? *Neurobiology of Learning and Memory*, 169, articolo 107164. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2020.107164>.

- Lau, H. L., Timbers, T. A., Mahmoud, R., & Rankin, C. H. (2012). Genetic dissection of memory for associative and non-associative learning in *Caenorhabditis elegans*. *Genes, Brain and Behavior*, 12, 210-223.
- Lloyd, D. R., Medina, D. J., Hawk, L. W., Fosco, W. D., & Richards, J. B. (2014). Habituation of reinforcer effectiveness. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 7, articolo 107. <https://doi.org/10.3389/fnint.2013.00107>.
- Markram, K., & Markram, H. (2010). The Intense World Theory – A Unifying Theory of the Neurobiology of Autism. *Frontiers in Human Neuroscience*, 4, articolo 224. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2010.00224>.
- Massa, J., & O'Desky, I. H. (2012). Impaired Visual Habituation in Adults With ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 16(7), 553-561. <https://doi.org/10.1177/1087054711423621>.
- McSweeney, F. K. (1992). Rate of reinforcement and session duration as determinants of within-session patterns of responding. *Animal Learning & Behavior*, 20(2), 160-169. <https://doi.org/10.3758/BF03200413>.
- McSweeney, F. K. (2004). Dynamic changes in reinforcer effectiveness: Satiation and habituation have different implications for theory and practice. *Behavior Analyst*, 27(2), 171-188. <https://doi.org/10.1007/BF03393178>.
- McSweeney, F. K., & Murphy, E. S. (2009). Sensitization and habituation regulate reinforcer effectiveness. *Neurobiology of Learning and Memory*, 92(2), 189-198. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2008.07.002>.
- Meng, J., Li, Z., & Shen, L. (2020). Altered neuronal habituation to hearing others' pain in adults with autistic traits. *Scientific Reports*, 10(1), articolo 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72217-x>.
- Meuwissen, I., & Over, R. (1990). Habituation and dishabituation of female sexual arousal. *Behaviour Research and Therapy*, 28(3), 217-226. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(90\)90004-3](https://doi.org/10.1016/0005-7967(90)90004-3).
- Morewedge, C. K., Huh, Y. E., & Vosgerau, J. (2010). Thought for Food: Imagined Consumption Reduces Actual Consumption. *Science*, 330(6010), 1530-1533. <https://doi.org/10.1126/science.1195701>.
- Pattison, K. F., Miller, H. C., Rayburn-Reeves, R., & Zentall, T. (2010). The case of the disappearing bone: Dogs' understanding of the physical properties of objects. *Behavioural Processes*, 85(3), 278-282. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2010.06.016>.
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes: An investigation of the physiological activity of the cerebral cortex* (pp. xv, 430). Oxford University Press.
- Piaget, J. (1954). *The Construction of Reality in the Child Basic Books*.
- Ramaswami, M. (2014). Network plasticity in adaptive filtering and behavioral habituation. *Neuron*, 82(6), 1216-1229. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2014.04.035>.
- Rankin, C. H., Abrams, T., Barry, R. J., Bhatnagar, S., Clayton, D. F., Colombo, J., Coppola, G., Geyer, M. A., Glanzman, D.L., Marsland, S., McSweeney, F. K., Wilson, D. A., Wu, C. F., & Thompson, R. F. (2009). Habituation revisited: An updated and revised description of the behavioral characteristics of habituation. *Neurobiology of Learning and Memory*, 92(2), 135-138. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2008.09.012>.
- Rankin, C. H., & Carew, T. J. (1987). Development of learning and memory in *Aplysia*. II. Habituation and dishabituation. *Journal of Neuroscience*, 7(1), 133-143. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.07-01-00133.1987>.
- Rescorla, R. A. (1988). Pavlovian Conditioning: It's Not What You Think It Is. *American Psychologist*, 43(3), 151-160. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.43.3.151>.



- Ruddock, W. D., Kolk, S. J., & Northey, A. J. (2006). Room for dessert: an expanded anatomy of the stomach. *CMAJ*, *175*(12), 1567-1568. <https://doi.org/10.1503/cmaj.061332>.
- Schupp, H. T., Flaisch, T., Stockburger, J., & Junghöfer, M. (2006). Emotion and attention: Event-related brain potential studies. *Progress in Brain Research*, *156*, 31-51. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(06\)56002-9](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(06)56002-9).
- Shibagaki, M., Yamanaka, T., & Furuya, T. (1993). Attention State in Electrodermal Activity during Auditory Stimulation of Children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *Perceptual and Motor Skills*, *77*(1), 331-338. <https://doi.org/10.2466/pms.1993.77.1.331>.
- Siegel, S. (1977). Morphine tolerance acquisition as an associative process. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *3*, 1-13. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.3.1.1>.
- Sinclair, D., Oranje, B., Razak, K. A., Siegel, S. J., & Schmid, S. (2017). Sensory processing in autism spectrum disorders and Fragile X syndrome – From the clinic to animal models. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *76*, 235-253. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.05.029>.
- Sokolov, E.N. (1963). Higher Nervous Functions: The Orienting Reflex. *Annual Review of Physiology*, *25*(1), 545-580. <https://doi.org/10.1146/annurev.ph.25.030163.002553>.
- Swartz, J. R., Wiggins, J. L., Carrasco, M., Lord, C., & Monk, C. S. (2013). Amygdala Habituation and Prefrontal Functional Connectivity in Youth with Autism Spectrum Disorders. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *52*(1), 84-93. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2012.10.012>.
- Temple, J. L., Giacomelli, A. M., Roemmich, J. N., & Epstein, L. H. (2008). Habituation and within-session changes in motivated responding for food in children. *Appetite*, *50*(2), 390-396. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.09.005>.
- Temple, J. L., Legierski, C. M., Giacomelli, A. M., Salvy, S.-J., & Epstein, L. H. (2008). Overweight children find food more reinforcing and consume more energy than do nonoverweight children. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *87*(5), 1121-1127. <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.5.1121>.
- Thompson, R. F. (2009). Habituation: A history. *Neurobiology of Learning and Memory*, *92*(2), 127-134. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2008.07.011>.
- Tolstoj, L. (1865/2008). *Guerra e pace* (P. Zveteremich, Trad.; 16° edizione). Garzanti.
- Tomsic, D., Pedreira, M. E., & Romano, A. (1998). Context-us association as a determinant of long-term habituation in the crab *Chasmagnathus*. *Animal Learning & Behavior*, *26*, 196-209. <https://doi.org/10.3758/BF03199212>.
- Turatto, M. (2021). *La mente abituata*. Zanichelli.
- Turatto, M., Bonetti, F., Chiandetti, C., & Pascucci, D. (2019). Context-specific distractors rejection: Contextual cues control long-term habituation of attentional capture by abrupt onsets. *Visual Cognition*, *27*, 291-304. <https://doi.org/10.1080/13506285.2019.1580233>.
- Turatto, M., Bonetti, F., & Pascucci, D. (2018). Filtering visual onsets via habituation: A context-specific long-term memory of irrelevant stimuli. *Psychonomic Bulletin and Review*, *25*(3), 1028-1034. <https://doi.org/10.3758/s13423-017-1320-x>.

- Turatto, M., & De Tommaso, M. (2023). Ignoring visual distractors: Habituation to onsets is driven by time-based expectation. *Psychonomic Bulletin & Review*, *30*, 1020-1027. <https://doi.org/10.3758/s13423-022-02204-y>.
- Turatto, M., Dissegna, A., & Chiandetti, C. (2019). Context learning before birth: Evidence from the chick embryo. *Biology Letters*, *15*(7), articolo 104. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2019.0104>.
- Turatto, M., & Pascucci, D. (2016). Short-term and long-term plasticity in the visual-attention system: Evidence from habituation of attentional capture. *Neurobiology of Learning and Memory*, *130*, 159-169. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2016.02.010>.
- Turatto, M., & Valsecchi, M. (2023). Habituation to onsets is controlled by spatially selective distractor expectation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, *49*(1), 145-158. <https://doi.org/10.1037/xhp0001078>.
- Turk-Browne, N. B., Scholl, B. J., & Chun, M. M. (2008). Babies and brains: Habituation in infant cognition and functional neuroimaging. *Frontiers in Human Neuroscience*, *2*, articolo 16. <https://doi.org/10.3389/neuro.09.016.2008>.
- Ungar, G., & Oceguera-Navarro, C. (1965). Transfer of Habituation by Material extracted from Brain. *Nature*, *207*, 301-302. <https://doi.org/10.1038/207301a0>.
- Valsecchi, M., & Turatto, M. (2023). Habituation to abrupt-onset distractors with different spatial occurrence probability. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *85*, 649-666. <https://doi.org/10.3758/s13414-022-02531-1>.
- Vivanti, G., Hocking, D. R., Fanning, P. A. J., Uljarevic, M., Postorino, V., Mazzone, L., & Dissanayake, C. (2018). Attention to novelty versus repetition: Contrasting habituation profiles in Autism and Williams syndrome. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *29*, 54-60. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.01.006>.
- Völter, C. J., & Huber, L. (2021). Expectancy violations about physical properties of animated objects in dogs. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, *43*. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/07f3c7ns>.
- Wagner, A. (1976). *Priming in STM: An information-processing mechanism for self-generated or retrieval-generated depression in performance*. In T. J. Tighe & R. N. Leaton (A c. Di), *Habituation: Perspectives from Child Development, Animal Behavior, and Neurophysiology* (pp. 95-128). Erlbaum.
- Webb, S. J., Jones, E. J. H., Merkle, K., Namkung, J., Toth, K., Greenson, J., Murias, M., & Dawson, G. (2010). Toddlers with Elevated Autism Symptoms Show Slowed Habituation to Faces. *Child Neuropsychology*, *16*(3), 255-278. <https://doi.org/10.1080/09297041003601454>.
- Webster, M. A. (2012). Evolving concepts of sensory adaptation. *F1000 Biology Reports*, *4*, articolo 21. <https://doi.org/10.3410/B4-21>.
- Westerman, R. A. (1963). Somatic Inheritance of Habituation of Responses to Light in Planarians. *Science*, *140*(3567), 676-677. <https://doi.org/10.1126/science.140.3567.676>.
- Wiggins, J. L., Swartz, J. R., Martin, D. M., Lord, C., & Monk, C. S. (2014). Serotonin transporter genotype impacts amygdala habituation in youth with autism spectrum disorders. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *9*(6), 832-838. <https://doi.org/10.1093/scan/nst039>.

- Yantis, S. (1993). Stimulus-driven attentional capture and attentional control settings. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19, 676-681. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.19.3.676>.
- Zagefka, H. (2022). The habituation fallacy: Disaster victims who are repeatedly victimised are assumed to suffer less, and they are helped less. *European Journal of Social Psychology*, 52(4), 642-655. <https://doi.org/10.1002/ejsp.2843>.
- Zahn, T. P., & Kruesi, M. J. P. (1993). Autonomic activity in boys with disruptive behavior disorders. *Psychophysiology*, 30(6), 605-614. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1993.tb02086.x>.

Title ???

Summary. The response to a repetitive irrelevant stimulation tends to vanish. This phenomenon, known as habituation, is observed in virtually all animals and for all types of responses. In this target article we will review the theoretical models of habituation, its characteristics, and the related clinical and everyday life implications, with the aim of fostering the interests of researchers in this pivotal phenomenon for the human and animal mind, which is instead often described as a marginal learning process. Habituation instead reflects the operation of crucial cognitive mechanisms, and has been used as a tool to investigate different cognitive/perceptual functions. Furthermore, the notion of habituation can become useful in different clinical domains, and can create an interesting link between the research conducted among different animal species.

Keywords: Habituation, learning, plasticity, attention, motivation, emotion, neuropsychiatry, cognition.

La corrispondenza va inviata a Massimo Turatto, CIMEC, Centro Interdipartimentale Mente/Cervello, Università di Trento, Corso Bettini 31, 38068 Rovereto (TN), Email: massimo.turatto@unitn.it

