



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**  
SCUOLA DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Magistrale in  
INGEGNERIA CIVILE

Dipartimento ICEA

TESI DI LAUREA

**ANALISI DI ALCUNI ASPETTI PSICOLOGICI  
E COMPORTAMENTALI DELLE SCELTE  
INDIVIDUALI DI TRASPORTO**

RELATORE:

Chia. mo Prof. Claudio Meneguzzer

CANDIDATA:

Alessia Pasquali

1012710

ANNO ACCADEMICO 2012-13



*“L’assenza di complessi psicologici,  
la tenacia nel seguire la strada che ritenevo giusta,  
l’abitudine a sottovalutare gli ostacoli  
mi hanno aiutata ad affrontare le difficoltà della vita.”*

Rita Levi Montalcini

### *Ringraziamenti*

Non è facile citare e ringraziare, in poche righe, tutte le persone che hanno dato il proprio apporto alla mia carriera universitaria e a questo lavoro. Ringrazio vivamente il relatore Prof. Claudio Meneguzzer che ha contribuito alla stesura di questa tesi di laurea dimostrando una grande disponibilità. Per il supporto morale ringrazio di cuore: la mamma, la sorella, il ragazzo e tutti i parenti e amici che mi sono stati vicini in questi ultimi mesi, e dalle cui sorprendenti manifestazioni di affetto ho tratto la forza per superare i momenti più difficili, e ho ritrovato gli stimoli per dedicarmi a questa tesi di laurea.



# Indice

<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
<b>Capitolo 1 – L’APPRENDIMENTO E LA MEMORIA</b>	
<b>Premessa</b>	<b>5</b>
<b>1 L’apprendimento: una definizione</b>	<b>6</b>
<b>2 Le teorie dell’apprendimento</b>	<b>7</b>
2.1 <i>Introduzione</i>	7
2.2 <i>Le teorie comportamentiste</i>	8
2.3 <i>Il cognitivismo</i>	14
2.4 <i>Il costruttivismo</i>	16
2.5 <i>L’evoluzione delle teorie: da comportamentismo a costruttivismo</i>	19
<b>3 Modi di apprendere</b>	<b>21</b>
3.1 <i>Introduzione</i>	21
3.2 <i>Il condizionamento classico</i>	21
3.3 <i>Apprendimento per “tentativi ed errori” e condizionamento operante</i>	25
3.4 <i>L’apprendimento cognitivo</i>	29
3.5 <i>Apprendimento belief-based</i>	31
3.6 <i>Apprendimento bayesiano</i>	33
<b>4 La memoria: una definizione</b>	<b>35</b>
<b>5 Diversi tipi di memoria</b>	<b>36</b>
5.1 <i>Introduzione</i>	36
5.2 <i>La memoria a breve termine</i>	38
5.3 <i>Diversi tipi di memoria a lungo termine</i>	38
5.4 <i>Dimenticare</i>	41
<b>Capitolo 2 – L’ABITUDINE E L’INERZIA</b>	<b>43</b>
<b>Premessa</b>	<b>43</b>
<b>1 L’abitudine</b>	<b>44</b>
1.1 <i>Una definizione</i>	44
1.2 <i>Perché si è abitudinari?</i>	44
1.3 <i>Le “cattive” abitudini</i>	45
1.4 <i>Abitudini e automaticità dei comportamenti</i>	46
<b>2 Tipologie di abitudini</b>	<b>46</b>
<b>3 Alcune caratteristiche del comportamento abituale</b>	<b>48</b>
<b>4 Il ruolo delle intenzioni coscienti</b>	<b>49</b>
4.1 <i>La teoria dell’Azione Ragionata</i>	49

4.2	<i>La teoria del Comportamento Pianificato</i>	52
4.3	<i>Le intenzioni nei comportamenti abituali</i>	54
<b>5</b>	<b>Le abitudini e le intenzioni nella previsione di azioni future</b>	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>Decision-making e rischio</b>	<b>57</b>
6.1	<i>Decision-making</i>	57
6.2	<i>Il rischio</i>	62
<b>7</b>	<b>L'inerzia o avversione al rischio</b>	<b>63</b>
<b>Capitolo 3 – LA MODELLAZIONE DELL'APPRENDIMENTO NELL'ANALISI DELLA DOMANDA DI TRASPORTO</b>		<b>67</b>
<b>Premessa</b>		<b>67</b>
<b>1</b>	<b>Il ruolo dell'apprendimento nell'analisi della domanda di trasporto</b>	<b>69</b>
<b>2</b>	<b>Teoria dell'apprendimento rinforzato: imparare dalle sole esperienze</b>	<b>70</b>
2.1	<i>Introduzione</i>	70
2.2	<i>L'apprendimento per rinforzo</i>	71
2.3	<i>Il modello decisionale di scelta del percorso di J. L. Horowitz</i>	72
2.4	<i>Un esempio di modello di apprendimento con rinforzo per simulare le scelte di percorso</i>	75
<b>3</b>	<b>L'apprendimento belief-based</b>	<b>84</b>
3.1	<i>Introduzione</i>	84
3.2	<i>Fornitura di informazioni di viaggio e aggiornamento delle credenze</i>	84
3.3	<i>Conclusioni</i>	90
<b>4</b>	<b>L'apprendimento bayesiano</b>	<b>90</b>
4.1	<i>Introduzione</i>	90
4.2	<i>Imparare attraverso l'esperienza</i>	90
4.3	<i>Dimenticare: il ritorno alla probabilità a priori</i>	93
4.4	<i>L'aggiornamento bayesiano delle percezioni</i>	94
<b>5</b>	<b>Il processo di apprendimento sotto informazioni: effetto combinato di informazioni ed esperienza</b>	<b>96</b>
5.1	<i>Introduzione</i>	96
5.2	<i>L'interazione delle informazioni in tempo reale con l'apprendimento e gli atteggiamenti degli utenti rispetto al rischio</i>	97
5.3	<i>Conclusioni</i>	105
<b>6</b>	<b>Esempio di esperimento basato sull'impiego di ricompense per ridurre la congestione</b>	<b>105</b>

6.1	<i>Introduzione</i>	105
6.2	<i>Lo studio Spitsmijden</i>	106
6.3	<i>Conclusioni</i>	113
<b>Capitolo 4 – L’ABITUDINE NEI COMPORAMENTI DI VIAGGIO</b>		<b>115</b>
<b>Premessa</b>		<b>115</b>
<b>1 Il ruolo dell’abitudine nei comportamenti di viaggio</b>		<b>116</b>
<b>2 Che cos’è una scelta di viaggio abituale</b>		<b>117</b>
2.1	<i>Introduzione</i>	117
2.2	<i>Due diversi concetti di scelta di viaggio abituale</i>	118
<b>3 In che modo le scelte di viaggio diventano abituali</b>		<b>120</b>
<b>4 Come misurare la forza dell’abitudine</b>		<b>122</b>
<b>5 L’abitudine: automaticità nella scelta del modo di trasporto</b>		<b>125</b>
5.1	<i>Introduzione</i>	125
5.2	<i>Lo studio di H. Aarts e A. Dijksterhuis</i>	125
<b>6 L’influenza delle abitudini nella scelta del percorso</b>		<b>129</b>
<b>7 L’impatto dell’inerzia sui comportamenti di viaggio</b>		<b>132</b>
7.1	<i>Introduzione</i>	132
7.2	<i>Un modello decisionale basato sull’apprendimento bayesiano e sull’avversione al rischio</i>	133
7.3	<i>Un modello di comportamento decisionale lungimirante</i>	136
7.4	<i>Caso di studio</i>	138
<b>8 Il concetto di soglia nella modellazione delle scelte di viaggio</b>		<b>142</b>
8.1	<i>Introduzione</i>	142
8.2	<i>Soglia di inerzia</i>	143
8.3	<i>Soglie di percezione</i>	146
8.4	<i>Soglia come meccanismo per accettare o rifiutare un’alternativa</i>	150
<b>9 Gli effetti dell’abitudine e delle informazioni per il traffico sul processo di scelta del percorso</b>		<b>151</b>
9.1	<i>Introduzione</i>	151
9.2	<i>L’impatto delle informazioni di traffico sulle scelte di percorso</i>	152
9.3	<i>Relazioni tra abitudine e informazioni di viaggio</i>	155
<b>10 Come intervenire per rompere le “cattive” abitudini di viaggio</b>		<b>162</b>
<b>Conclusioni</b>		<b>165</b>
<b>Bibliografia</b>		<b>171</b>



## Indice delle figure

FIGURA 1. 1	DEFINIZIONE COMPORTAMENTISTA DI APPRENDIMENTO	9
FIGURA 1. 2	DUE TIPI DI CONDIZIONAMENTO	12
FIGURA 1. 3	MECCANISMO DI APPRENDIMENTO SECONDO PAVLOV	22
FIGURA 1. 4	DIVERSI TIPI DI MEMORIA	37
FIGURA 1. 5	LA MEMORIA ESPLICITA E QUELLA IMPLICITA	39
FIGURA 2. 1	POSTULATO DELLA TEORIA DELLA MOTIVAZIONE	50
FIGURA 2. 2	CONFRONTO TRA COMPORTAMENTO E ATTEGGIAMENTO	51
FIGURA 2. 3	TEORIA DEL COMPORTAMENTO PIANIFICATO	53
FIGURA 2. 4	L'INFLUENZA DEL COMPORTAMENTO PASSATO	56
FIGURA 2. 5	FUNZIONE DI VALORE UTILIZZATA NELLA TEORIA DEL PROSPETTO	62
FIGURA 2. 6	PREFERENZE PRECISE E BEN DEFINITE	64
FIGURA 2. 7	PREFERENZE CONFUSE E NON BEN DEFINITE	65
FIGURA 3. 1	APPRENDIMENTO PER RINFORZO SECONDO IL PROCESSO DI DECISIONE DI MARKOV	71
FIGURA 3. 2	DIAGRAMMA DI FLUSSO PER L'ALGORITMO RL	76
FIGURA 3. 3	RETE STRADALE UTILIZZATA NEI TEST	80
FIGURA 3. 4	ANDAMENTO DELLA DISTRIBUZIONE DEI VEICOLI IN RELAZIONE AL COEFFICIENTE DI SELFISHNESS	81
FIGURA 3. 5	USO DELLA STRADA CON $s = 0$	81
FIGURA 3. 6	USO DELLA STRADA CON $s = 1$	82
FIGURA 3. 7	ANDAMENTO DEL TEMPO DI VIAGGIO	82
FIGURA 3. 8	ANDAMENTI DEL PARAMETRO AEDIFF	83
FIGURA 3. 9	IL PROCESSO DI AGGIORNAMENTO DELLE CREDENZE A CAUSA DELLE INFORMAZIONI	89
FIGURA 3. 10	PROCESSO DECISIONALE INDIVIDUALE	95
FIGURA 3. 11	RISULTATI DELL'ESPERIMENTO DI SCELTA DEL PERCORSO	101
FIGURA 3. 12	MISURAZIONI MEDIE DELLE RISPOSTE E DIFFERENZE TRA I DUE GRUPPI	111
FIGURA 4. 1	LA TRANSIZIONE DA SCELTE BASATE SU PREFERENZE DELIBERATE A SCELTE BASATE SU SCRIPT	119
FIGURA 4. 2	GLI ASPETTI RILEVANTI NELLA SCELTA DEL PERCORSO E LE LORO RELAZIONI	130
FIGURA 4. 3	L'INERZIA TRA VIAGGIATORI LUNGIMIRANTI	137
FIGURA 4. 4	PROBABILITÀ DI USO DELL'AUTO DOPO LA CHIUSURA DI UN GIORNO DELL'AUTOSTRADA	140
FIGURA 4. 5	DIFFERENZA NELLE PROBABILITÀ DI USO DELL'AUTO PRIMA E DOPO UN GIORNO DI CHIUSURA DELL'AUTOSTRADA	141
FIGURA 4. 6	SCELTA MODALE PER IL SINGOLO VIAGGIATORE IN ASSENZA DI ABITUDINE	143
FIGURA 4. 7	SCELTA MODALE PER IL SINGOLO VIAGGIATORE IN PRESENZA DI ABITUDINE.	144

FIGURA 4. 8	CURVA DI ISTERESI NEL CASO DI RIPARTIZIONE MODALE CON SOGLIA DI ABITUDINE FISSA.	145
FIGURA 4. 9	INFLUENZA DELLE SOGLIE SULLA FUNZIONE DI UTILITÀ	147
FIGURA 4. 10	SOGLIE NEGLI ATTRIBUTI	150
FIGURA 4. 11	RELAZIONE TRA SET DI COMPETENZA E SCELTE DI PERCORSO	155
FIGURA 4. 12	PERCENTUALE DI USO D'INFORMAZIONI IN FUNZIONE DELLA FORZA DELL' ABITUDINE	160
FIGURA 4. 13	L'INERZIA IN PRESENZA DI INFORMAZIONI PRE-VIAGGIO	161

## Indice delle tabelle

TABELLA 1. 1	CONFRONTO TRA LE TEORIE DI APPRENDIMENTO	20
TABELLA 1. 2	GLI STIMOLI E LE REAZIONI	23
TABELLA 3. 1	LE COMPONENTI DEL PREMIO	79
TABELLA 3. 2	TRE SCENARI IPOTETICI DI TEMPI DI VIAGGIO	99
TABELLA 3. 3	NUMERO DEI PARTECIPANTI (PER SESSO) IN OGNI CLASSE	109
TABELLA 4. 1	CLASSIFICAZIONE DI COMPORTAMENTO PIANIFICATO, IMPULSIVO E ABITUALE	120
TABELLA 4. 2	SELF-REPORT HABIT INDEX	124
TABELLA 4. 3	PERCENTUALE DELLE RISPOSTE “BICICLETTA”	128
TABELLA 4. 4	PERCENTUALE DELLE RISPOSTE “TRENO”	128



## Introduzione

Nella vita quotidiana si prendono continuamente decisioni che variano per complessità (numero di opzioni e di caratteristiche delle opzioni) e per importanza delle conseguenze. Lo studio dei processi decisionali è fondamentale per la comprensione dello sviluppo dei sistemi socio-economici, compresi i sistemi di trasporto, dato che le decisioni sono alla base della maggior parte delle interazioni umane. La comprensione e la modellazione del meccanismo che conduce il singolo viaggiatore a prediligere una certa scelta di viaggio, può portare a un miglioramento delle conoscenze sui conseguenti fenomeni macroscopici, tra cui la dinamica del flusso di traffico e i modelli di attività di viaggio. La rapida diffusione di nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione ha profondamente influenzato le caratteristiche spaziali e temporali delle attività dell'uomo, creando nuove opportunità (ad esempio attraverso il telelavoro) e sistemi informativi (ad esempio ITS, ATIS, ecc.) che forniscono informazioni in tempo reale agli utenti. Per migliorare la progettazione e la gestione di queste nuove tecnologie e servizi è fondamentale comprendere il processo decisionale dei viaggiatori in tutti i suoi aspetti.

La maggior parte delle ricerche sul comportamento di viaggio si occupa di elaborare modelli che possono essere utilizzati nella pianificazione dei trasporti per prevedere come i viaggiatori scelgono tra le alternative disponibili in determinate circostanze. Quando i viaggiatori prendono, ad esempio, in considerazione quale tra due modi di trasporto utilizzare, tengono conto di fattori come i costi di viaggio, il tempo di percorrenza, il comfort, ma anche le scelte fatte in precedenza, l'avversione a cambiare e diversi altri aspetti a seconda della sensibilità del soggetto. La comprensione dell'importanza di questi fattori psicologici e comportamentali consente di ottenere dei modelli più realistici. I modelli classici normalmente si basano su alcune ipotesi semplificative: la principale è la razionalità del comportamento del viaggiatore (nel senso utilizzato dagli economisti), ovvero la predisposizione a ridurre al minimo la disutilità derivante dallo spendere soldi, tempo, fatica, ecc. In realtà il comportamento umano effettivo è diverso dal comportamento razionale ipotizzato nei modelli classici a causa dell'incompletezza di informazioni e conoscenze e di altri fattori di tipo

psicologico. Quindi la sfida sta nell'abbandonare queste assunzioni, e nell'incorporare nell'analisi i principali fattori psicologici per migliorare il realismo della modellazione.

Il presente elaborato, il cui scopo principale è studiare gli effetti dell'apprendimento e dell'abitudine sulle scelte di trasporto, è suddiviso in due parti. La prima parte intende fornire una panoramica dei temi rilevanti per la ricerca sui comportamenti di viaggio, presentando studi e teorie in termini generali. Dato che gli studi in questione coprono una gamma molto ampia di argomenti e aspetti all'interno della psicologia comportamentale, si è deciso di focalizzare l'attenzione sui due aspetti che risultano poi maggiormente importanti nelle applicazioni alla modellazione delle scelte di trasporto: l'apprendimento e l'abitudine. Nella seconda parte, invece, vengono considerate le applicazioni dei concetti visti nella prima parte nell'ambito dell'ingegneria dei trasporti, e in particolare si esamina come gli effetti dell'apprendimento e dell'abitudine sulle scelte dei viaggiatori vengono incorporati nei modelli.

Nel dettaglio, l'elaborato è organizzato come segue: il primo capitolo fornisce una definizione, per quanto possibile rigorosa e completa, del concetto di apprendimento e riassume le principali teorie psicologiche, distinguendo le varie correnti di pensiero. In parallelo viene discusso il ruolo della memoria, elemento essenziale per l'apprendimento in quanto consente di archiviare e recuperare le informazioni apprese. Nel secondo capitolo, invece, si mettono in evidenza i concetti di abitudine e inerzia, tendenze comportamentali chiaramente opposte rispetto all'atteggiamento di un individuo desideroso di apprendere. In particolare si chiarisce quali sono i meccanismi psicologici che determinano lo sviluppo delle abitudini nella vita quotidiana e si concentra l'attenzione sull'inerzia come tendenza degli individui a preferire lo *status quo*. Viene anche trattata la questione dell'avversione al rischio secondo la quale l'individuo, che ha una conoscenza limitata circa le circostanze attuali e future, si trova a dover scegliere tra esplorazione di nuove situazioni e sfruttamento delle conoscenze note. Si vedrà che la selezione di azioni che non sono state provate prima, offre la possibilità di scoprire nuove scelte che possono produrre una "ricompensa" più elevata rispetto all'azione attualmente considerata migliore. Tuttavia, questo avviene con il rischio di esperienze negative. Le persone che desiderano evitare rischi prediligono sempre la stessa scelta. Nel terzo capitolo, si analizza il ruolo della ricerca,

dell'informazione, dell'apprendimento e della conoscenza nel processo decisionale che determina le scelte di viaggio. Si concentra l'attenzione su tre tipologie di apprendimento: l'apprendimento *rinforzato*, l'apprendimento *belief-based* e quello *bayesiano*, in quanto sono quelli maggiormente utilizzati nelle applicazioni riguardanti l'analisi delle scelte individuali di trasporto. Le esperienze personali consentono al viaggiatore di imparare a conoscere le caratteristiche (ad esempio in termini di tempo medio di percorrenza, affidabilità, ecc.) delle scelte avvenute in passato e, in relazione agli esiti, influenzano le decisioni di viaggio future. Anche la predisposizione o meno ad utilizzare informazioni gioca un ruolo fondamentale nel processo di scelta. Infine nel quarto capitolo si analizza l'abitudine nei comportamenti di viaggio e l'influenza che essa può avere sugli esiti delle strategie di gestione della domanda di trasporto. A questo proposito vengono presentati alcuni studi, tra cui quelli di Garling (2001) e Fuji (2003), che dimostrano come sia possibile contrastare le "cattive" abitudini, ad esempio l'uso eccessivo dell'auto privata, e rendere così i viaggiatori consapevoli dell'attrattività di altre alternative.

Riassumendo, lo scopo della tesi è quello di evidenziare l'importanza di una migliore comprensione dei meccanismi psicologici e comportamentali che contribuiscono a determinare le scelte di viaggio, in quanto ciò può comportare migliori risultati in applicazioni quali, ad esempio, la gestione del traffico, la valutazione dei sistemi di controllo del traffico, lo sviluppo e il miglioramento dei modelli di assegnazione nonché la progettazione di efficaci sistemi informativi.



## Capitolo 1 – L'APPRENDIMENTO E LA MEMORIA

---

### Premessa

L'apprendimento e la memorizzazione sono due processi fondamentali che interessano gli individui nel corso di tutta la loro vita, e che non riguardano soltanto le attività di studio e di lavoro. Tali concetti sono così strettamente correlati che spesso si confondono l'uno con l'altro, ma gli specialisti che li studiano li considerano due fenomeni distinti. Nella psicologia cognitiva si definisce l'*apprendimento* come un cambiamento relativamente permanente nel comportamento, a cui corrisponde un aumento delle conoscenze, delle abilità e della comprensione grazie ai ricordi registrati. La *memoria*, invece, è il prodotto di questo processo di apprendimento, cioè la traccia concreta che di esso rimane nelle reti neurali.

Appare evidente come la memoria sia essenziale per l'apprendimento, in quanto consente di archiviare e recuperare le informazioni che si imparano (ad esempio, si impara una nuova lingua attraverso lo studio, ma poi si riesce a parlare grazie all'uso della memoria, che consente di recuperare le parole imparate). Così, come la memoria dipende dall'apprendimento anche l'apprendimento dipende dalla memoria, perché la conoscenza immagazzinata in essa fornisce il quadro al quale si collegano nuove conoscenze per associazione. Più ampio è il quadro delle conoscenze esistenti, tanto più facilmente si possono collegare nuove conoscenze ad esso.

Lo scopo di questo capitolo è quello di fornire una definizione per quanto possibile rigorosa e completa di apprendimento. Le diverse scuole nell'ambito delle discipline psicologiche propongono approcci differenti. Nei paragrafi successivi si illustreranno sinteticamente gli assunti teorici di base e i principali contributi della ricerca relativamente all'apprendimento, e verrà fatta chiarezza su come la memoria umana, analogamente a quella di un computer, ci permette di immagazzinare le informazioni per un uso successivo.

## 1 L'apprendimento: una definizione

L'apprendimento è un processo mediante il quale si acquisiscono nuove conoscenze e su cui influiscono diversi aspetti: le esperienze individuali e collettive, le informazioni e gli stimoli provenienti dalla realtà esterna, l'influenza di condizionamenti sociali, culturali ed emotivi. Esso comporta tre fasi: l'incertezza dei primi passi quando si fa una cosa per la prima volta, l'allenamento, mediante il quale si acquisisce familiarità con il compito da svolgere, ed infine il raggiungimento dell'automatismo.

L'apprendimento si verifica quando una variazione significativa delle condizioni ambientali (Stimolo) determina una modificazione reale e permanente del comportamento (Risposta). Questa modificazione può comportare un miglior adattamento all'ambiente, ma può anche portare al conseguimento di un risultato non funzionale (ad esempio un alunno che impara bene una regola grammaticale sbagliata).

Perché l'apprendimento si verifichi occorre una stimolazione dell'ambiente che sia caratterizzata da elementi di novità rispetto a quelle consuete o precedenti. Se le variazioni dell'ambiente non sono significative, si verifica il fenomeno dell'*assuefazione*, cioè lo stimolo viene percepito come se non fosse uno stimolo, ma, al massimo, come un elemento di disturbo cui non va prestata particolare attenzione.

Il fenomeno contrario è quello della *sensibilizzazione*, ad esempio se un bambino ha toccato un cavo elettrico ricevendone la scossa e subendo uno choc emotivo, può avere dopo quella esperienza una reazione di panico alla semplice vista di un altro cavo. Inoltre, affinché lo stimolo possa essere appreso è necessario che sia connesso, in qualche modo, alla soddisfazione di una motivazione presente nel soggetto che apprende [J. De Houwer, 2009].

La disciplina che per prima ha studiato l'associazione di uno Stimolo (indotto dall'ambiente) ad una Risposta (data dal soggetto) è la *riflessologia* di I. Pavlov. Essa afferma che c'è vero apprendimento solo quando si acquisiscono nuove relazioni tra Stimolo e Risposta. E' noto che l'inizio dell'apprendimento si verifica già nel periodo pre-natale. Sin dalla nascita l'organismo possiede un determinato programma genetico comportamentale composto da riflessi *incondizionati* (innati, biologici). Il vero apprendimento non è altro che il processo mediante il quale si arricchisce o si modifica

tale programma sulla base dell'esperienza. Come conseguenza di questo processo si generano riflessi *condizionati* (appresi). In seguito vedremo che il condizionamento che implica una modificazione a carico dello Stimolo viene detto classico, mentre quello relativo alla Risposta viene detto strumentale. Esamineremo anche il lavoro dei fondatori del *behaviourism* e dei ricercatori cognitivisti, prendendo in considerazione i diversi approcci e le diverse definizioni che ciascuno ha dato del processo di apprendimento.

## 2 Le teorie dell'apprendimento

### 2.1 Introduzione

Anche se la storia dell'interesse filosofico verso l'apprendimento può essere fatta risalire all'antica Grecia, la moderna psicologia dell'apprendimento risale alla fine dell'Ottocento e all'inizio del XX secolo. William James, filosofo e medico americano, è comunemente considerato il pioniere dello studio dei processi mentali. Il suo lavoro viene approssimativamente indicato come il punto di partenza dello studio dei processi cognitivi e del comportamento umano, e in particolare dello studio dell'apprendimento. Come vedremo più avanti, i seguaci di W. James svilupparono l'ambito della psicologia dell'apprendimento denominato *behaviourism*. Tale teoria si sviluppò rapidamente nei primi anni del XX secolo e, contestualmente a questo crescente interesse per il comportamento e la sua modificazione, si andò affermando la consapevolezza dell'importanza dei processi mentali nello sviluppo dell'apprendimento. In termini molto generali, si possono identificare due distinti rami della psicologia dell'apprendimento: il *behaviourism* (o comportamentismo) e il *cognitivismo*, un approccio teorico riconducibile al più ampio ambito disciplinare della psicologia cognitiva. Viene fatto anche un breve accenno al *costruttivismo*, che rappresenta essenzialmente un corollario della teoria cognitivista.

Al fine di un migliore inquadramento concettuale degli argomenti è necessaria una presentazione sintetica di questi due grandi filoni, attraverso i quali si evidenzia una significativa evoluzione storica degli studi in tema di apprendimento. Nel primo gruppo rientrano la scuola riflessologica russa (con Pavlov e il condizionamento classico) e il *behaviourism* americano (con Skinner e il condizionamento strumentale o operante).

Entrambe le scuole negano l'esistenza di intermediari cerebrali centrali nell'apprendimento e parlano di una semplice acquisizione di abitudini che avviene per "tentativi ed errori", fino al raggiungimento della risposta "corretta" in una specifica situazione o contesto ambientale. L'elemento fondamentale del processo di apprendimento è l'associazione tra *rinforzo positivo* (ossia il "premio") e comportamento adeguato. La "punizione" invece non sembra avere un effetto altrettanto efficace nell'eliminazione di comportamenti indesiderati.

Per le teorie cognitiviste, sviluppate principalmente da Tolman, l'apprendimento avviene invece grazie a processi cerebrali centrali, come la memoria e le aspettative, che agiscono da integratori di un comportamento orientato ad uno scopo. Non si imparano quindi abitudini, ma si costruiscono strutture cognitive; l'apprendimento non avviene per tentativi, ma grazie ad una ristrutturazione percettiva del problema, che viene risolto per intuizione. Un altro aspetto dell'apprendimento messo in luce dalla teoria cognitivista è l'apprendimento *latente*, così denominato in quanto non strettamente legato alla ricompensa e all'uso immediato di ciò che si è appreso.

## 2.2 Le teorie comportamentiste

### 2.2.1 Il comportamentismo e gli inizi della teoria

I fondamenti concettuali delle teorie comportamentiste si possono collocare tra la fine del XIX secolo e l'inizio del XX secolo. B. F. Skinner è considerato il padre del *behaviourism* e dai suoi studi derivarono gran parte dei dati sperimentali alla base della teoria comportamentista dell'apprendimento. Altri esponenti di spicco di questo filone sono I. Pavlov, J. B. Watson ed E. Thorndike.

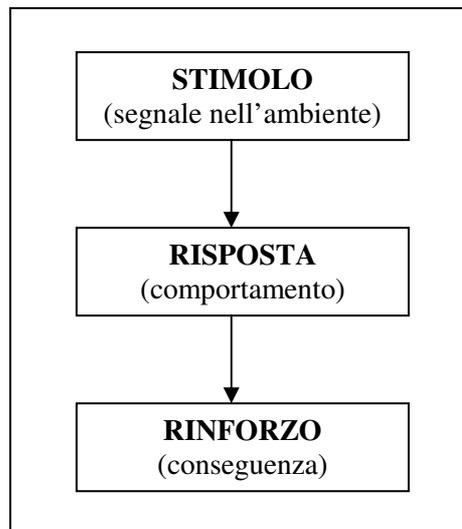
In particolare J. B. Watson, studioso americano che lavora nel campo della nuova psicologia, è comunemente considerato come uno dei primi sostenitori del comportamentismo. Watson è pervenuto alla conclusione che la psicologia sarebbe potuta diventare una vera scienza solo se fosse diventata un processo basato su dettagliate osservazioni oggettive e misurazioni scientifiche. Queste nozioni di osservazione e misurazione sono al centro del lavoro dei comportamentisti, che hanno concentrato il loro studio solo su ciò che può effettivamente essere osservato. Qualsiasi considerazione sul processo mentale è al di fuori dalla loro gamma di interessi e, come

vedremo in seguito, questo approccio è stato ritenuto errato da una parte dei ricercatori del settore.

Di seguito si vedrà che il comportamentismo si basa sul concetto di una semplice relazione tra uno stimolo e una risposta, motivo per cui le teorie comportamentiste sono spesso indicate come teorie “Stimolo-Risposta” (SR). Questo meccanismo apparentemente semplice è stato usato per descrivere anche le più complesse situazioni di apprendimento.

### 2.2.2 Comportamentismo: una definizione

Secondo il comportamentismo c'è apprendimento quando si stabilisce una connessione riconoscibile e prevedibile tra un segnale nell'ambiente (lo Stimolo), un comportamento (la Risposta) e una conseguenza (il Rinforzo). Con l'esperienza e la ripetizione il legame si fa più forte e il tempo che intercorre tra il segnale e il comportamento si riduce sempre più (si veda Figura 1.1).



**Figura 1. 1 Definizione comportamentista di apprendimento**

Il comportamento del soggetto che apprende risulta così essere un adattamento agli eventi e agli obiettivi. Ogni persona ha una propria “storia di rinforzi”, la somma di tutte le esperienze passate con tutte le connessioni tra segnali, comportamenti e conseguenze. L'idea di fondo è che sia possibile indurre un apprendimento, inteso come modifica del comportamento, fornendo opportuni stimoli. Questi stimoli producono risposte

desiderate. Una delle condizioni perché l'apprendimento abbia luogo è che il comportamento provocato venga rinforzato dalle conseguenze. Questa idea deriva dalla convinzione che sia possibile estendere agli esseri umani alcuni risultati degli studi sul condizionamento del comportamento degli animali. Per esempio, negli esperimenti di Skinner i processi di insegnamento producono comportamenti desiderati attraverso stimoli opportuni. Questi poi devono essere opportunamente rinforzati. Il concetto di rinforzo verrà spiegato successivamente in maggior dettaglio.

### *2.2.3 Alcuni interpreti del comportamentismo*

#### *Ivan Pavlov (1849-1936)*

Ivan Pavlov, psicologo di origini russe, studiò i riflessi condizionati negli animali. Iniziò le sue ricerche partendo dai processi digestivi nei cani, soffermandosi specialmente sull'interazione tra salivazione e azione dello stomaco. Egli si accorse che i due fenomeni erano strettamente interconnessi dai riflessi del sistema nervoso "autonomo".

Pavlov voleva capire se stimoli esterni potessero interferire con questo processo, così cominciò a suonare un campanello (stimolo condizionante) ogni qualvolta offriva del cibo (stimolo incondizionato) ai cani sottoposti ad esperimento. Dopo poco, i cani, che prima salivavano esclusivamente alla vista del cibo e quando lo consumavano (risposta incondizionata, innata, non appresa), cominciarono a salivare allo squillo del campanello anche in assenza di cibo (risposta condizionata allo stimolo condizionante). Nel 1903 Pavlov pubblicò i risultati del suo lavoro, introducendo il termine di "riflesso condizionato" per designare questo fenomeno, diverso da una risposta istintiva (come il ritrarre una mano da una fiamma), nel senso che doveva essere appresa. Pavlov chiamò questo processo di apprendimento "condizionamento".

Il condizionamento pavloviano prende anche il nome di condizionamento "classico" per distinguerlo da quello "operativo" studiato da Thorndike e Skinner.

#### *Edward L. Thorndike (1874-1949)*

Contemporaneo di Pavlov, ma operante nel contesto nordamericano, Edward L. Thorndike volle approfondire l'effetto che le "ricompense" potevano avere sul processo

di apprendimento. Giunse alla conclusione che la forma caratteristica dell'apprendimento è quella per "tentativi ed errori".

Nella teoria di E. L. Thorndike, l'apprendimento è il risultato delle associazioni che si vengono a formare tra lo stimolo e la risposta. Tali associazioni o "abitudini", note come "connessioni", vengono rafforzate o indebolite dalla natura e dalla frequenza dell'accoppiamento "S-R". Poiché sono queste connessioni che si rafforzano o si indeboliscono nella formazione o nell'estinzione di abitudini, l'approccio di Thorndike viene definito *connettivismo*.

L'assunto fondamentale del connettivismo (come di tutte le teorie comportamentiste) è che l'apprendimento può trovare adeguata spiegazione senza fare riferimento ad uno "stato interno" non osservabile.

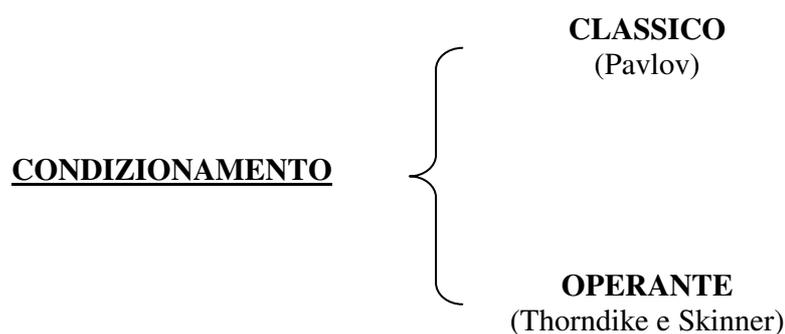
Nel suo più famoso esperimento Thorndike deduce che l'apprendimento si verifica gradualmente attraverso una serie di "tentativi ed errori" che portano al consolidamento delle reazioni dell'organismo che sono state opportunamente ricompensate.

La teoria di Thorndike è basata su tre leggi fondamentali:

- I. *Legge dell'effetto*: risposte a situazioni che siano seguite da ricompense saranno rinforzate e diverranno l'abituale comportamento di risposta a quella situazione;
- II. *Legge della prontezza*: una serie di risposte possono essere connesse l'una all'altra per raggiungere un prefissato obiettivo;
- III. *Legge dell'esercizio*: la correlazione "S-R" viene rafforzata dall'esercizio e si indebolisce quando l'addestramento è discontinuo.

Gli esperimenti di Thorndike sul comportamento di cani e gatti lo condussero alla conclusione che l'apprendimento migliora quando conduce a risultati gratificanti.

Gli studi di Thorndike si differenziano ulteriormente da quelli di Pavlov poiché, mentre nel condizionamento classico la risposta prodotta dall'animale è un'azione che l'organismo compie automaticamente in seguito ad uno stimolo, nel tipo di condizionamento studiato da Thorndike la risposta è un'operazione che l'organismo compie sull'ambiente in vista di uno scopo. Tale condizionamento fu definito da Thorndike "strumentale", mentre Skinner gli diede il nome di condizionamento "operante" (si veda Figura 1.2).



**Figura 1. 2 Due tipi di condizionamento**

*John B. Watson (1878-1958)*

John B. Watson, che dominò la psicologia americana tra gli anni venti e sessanta, è riconosciuto come il fondatore della scuola del *behaviourism*. Ebbe il merito di aver sintetizzato e reso esplicito l'orientamento di numerosi altri studiosi, analizzando il comportamento umano osservabile e misurabile alla luce del principio secondo il quale i meccanismi che governano tale comportamento e quello animale sono essenzialmente identici.

Si sottolinea ancora una volta che con questo approccio l'introspezione viene del tutto abbandonata, mancando del fondamentale requisito dell'osservabilità e della controllabilità. Viene considerata priva di qualsiasi valore scientifico, perché si riferisce a esperienze private, non osservabili se non da parte del soggetto e quindi non oggettive e non controllabili. Secondo Watson, la psicologia avrebbe dovuto studiare, invece, il comportamento direttamente osservabile definito in termini di reazioni muscolari e ghiandolari. In questo modo la psicologia sarebbe diventata la scienza delle connessioni tra stimoli ambientali e risposte, connessioni che i primi *behaviourists* concepivano soprattutto in termini di riflessi condizionati.

Il comportamentismo di Watson è detto "radicale" per l'assolutismo delle sue posizioni. L'estremo radicalismo della posizione di Watson non era però accettabile e, dopo questa prima fase di *behaviourism* cosiddetto "ingenuo", negli anni venti e trenta queste concezioni subirono una nuova modificazione a opera di altri autori. Tra questi ebbe particolare importanza B. F. Skinner.

*B. F. Skinner (1904–1990)*

B. F. Skinner, ritenuto il più eminente *behaviourist*, ha realizzato numerosi esperimenti sugli animali per sviluppare e supportare le sue teorie che si fondano principalmente sul concetto di “condizionamento operativo”. Tale condizionamento si verifica quando viene rinforzata una risposta ad uno stimolo. Fondamentalmente il condizionamento operativo si configura come un semplice sistema con feedback: se una ricompensa o un rinforzo segue la risposta ad uno stimolo allora la risposta avrà maggiore probabilità di verificarsi.

Il condizionamento skinneriano si distacca dalle tradizionali teorie Stimolo-Risposta in quanto distingue due differenti classi di risposte:

- a) le risposte suscitate da stimoli conosciuti sono classificate come *rispondenti*;
- b) le altre risposte, dette *operanti*, non hanno bisogno di essere messe in relazione con alcun particolare stimolo conosciuto.

Gran parte del comportamento umano ha, secondo Skinner, carattere operante come per esempio guidare, cucinare, disegnare, in quanto sono azioni innescate automaticamente, senza il bisogno di alcun stimolo.

In relazione con i due tipi di risposta vi sono due tipi di condizionamento. Il condizionamento relativo al comportamento rispondente è di tipo “S” in quanto correlato con gli stimoli. Lo stimolo condizionato (ad es. un suono) viene presentato insieme ad uno stimolo incondizionato (per es. del cibo) e suscita così una risposta (ad es. la salivazione). L'evento rinforzante che interessa Skinner è la presentazione dello stimolo incondizionato, non la risposta ad esso. L'esperimento sul condizionamento classico di Pavlov è di tipo “S” in quanto fa dipendere il condizionamento dalla simultaneità degli stimoli. Ma Skinner non dà molta importanza al tipo “S”, considerando invece il tipo “R” come fondamentale per il suo sistema. Si tratta del condizionamento del comportamento operante e la lettera “R” è usata per richiamare l'attenzione sulla risposta che è correlata con il rinforzo. Nel condizionamento operante, il rinforzo non può seguire se la risposta condizionata non appare; il rinforzo è cioè condizionato dalla risposta. La legge del tipo “R” di Skinner può essere paragonata alla legge dell'effetto di Thorndike: se il verificarsi di una risposta operante è seguita dalla presentazione di uno stimolo rinforzante, l'intensità è accresciuta. Quella che si rafforza non è una connessione Stimolo-Risposta, poiché la risposta operante non richiede

alcuno stimolo. Il paradigma del condizionamento operante viene esplicitamente applicato da Skinner all'apprendimento umano.

## 2.3 Il Cognitivismo

### 2.3.1 *L'ascesa del cognitivismo*

I primi comportamentisti decisero di escludere gli “eventi mentali” nelle loro teorie dell'apprendimento, in quanto argomentarono che tali eventi sono impossibili da osservare e misurare e quindi non possono essere studiati oggettivamente.

Tuttavia molti psicologi erano insoddisfatti di un simile approccio “privo di pensiero”. Tra gli psicologi dell'apprendimento cominciò a crescere la convinzione che gli eventi mentali e cognitivi non potessero più essere ignorati. Si entrò così nel campo della scienza cognitiva, in un momento in cui gli accademici delle discipline della psicologia, dell'intelligenza artificiale, della filosofia e delle neuroscienze si resero conto che stavano tutti cercando di risolvere problemi che riguardavano la mente e il cervello. Gli scienziati cognitivi studiano, tra le altre cose, come gli individui imparano, ricordano e interagiscono, con una forte attenzione verso i processi mentali e spesso con uno sguardo alla moderna tecnologia. In particolare, la psicologia cognitiva è lo studio scientifico dei processi mentali come l'apprendimento, la percezione, il ricordo, l'uso del linguaggio, il ragionamento e la soluzione dei problemi.

### 2.3.2 *Le basi del cognitivismo*

La psicologia cognitiva condivide con il *behaviourism* il convincimento che lo studio dell'apprendimento deve essere oggettivo e che le teorie dell'apprendimento devono scaturire dall'evidenza sperimentale. Tuttavia, il cognitivismo differisce dal *behaviourism* in un aspetto fondamentale: dall'osservazione delle risposte che gli individui danno in seguito a diversi stimoli, i cognitivisti ritengono di poter trarre informazioni sulla natura dei processi intellettivi interni che generano le risposte osservate. Il superamento del comportamentismo porta quindi in primo piano la mente, intesa non come magazzino nel quale si accatastano conoscenze e abilità, ma come struttura assai elaborata e connessa. Ne deriva che l'apprendimento è un processo

conoscitivo che trae origine dal bisogno di costruzione e di strutturazione del reale, implicito nell'interazione del soggetto con l'ambiente e viene studiato analizzando i cambiamenti che avvengono nelle strutture cognitive dell'individuo e nella sua personalità.

Gli esponenti più importanti di questo paradigma psicologico, caratterizzato dalla particolare attenzione ai contesti del vissuto umano, sono: E. Tolman, J. Piaget e D. Ausubel. Secondo questi autori, la cognizione è un processo attivo, organizzato e in grado di autoregolarsi attraverso una continua interazione dei soggetti con l'ambiente. L'accento non si pone più sui comportamenti esterni del soggetto che apprende, ma sui suoi processi interni, sugli atteggiamenti e sugli stati mentali. Il cognitivismo ruota attorno al concetto di persona legata inscindibilmente alla sua dimensione biologica, alla sua storia evolutiva, al suo contesto sociale, culturale e tecnologico.

### *2.3.3 Alcuni interpreti del cognitivismo*

#### *Edward Tolman (1886–1959)*

Questo studioso rientra tra i protagonisti di questo spostamento graduale dal comportamentismo al cognitivismo. Secondo Tolman, l'apprendimento non consiste in una semplice associazione di tipo Stimolo-Risposta, ma si configura in termini di raggiungimento di una meta, di una serie d'impulsi esplorativi iniziali (impulsi cognitivi iniziali) e dell'acquisizione di una serie di adattamenti conclusivi (cognizioni finali). Questa interpretazione era in contrasto con la teoria di Thorndike che considerava l'apprendimento come il risultato di una stretta connessione tra stimolo e risposta. Del comportamentismo rimane comunque nel sistema di Tolman un aspetto fondamentale, ovvero il comportamento osservabile.

#### *Jean Piaget (1898 – 1980)*

Nato alla fine del XIX secolo, lo psicologo svizzero Jean Piaget è considerato uno dei padri delle teorie contemporanee sullo sviluppo cognitivo. Nella sua teoria sono due i processi cognitivi cruciali per il progredire intellettuale: l'assimilazione ed il riordino. La prima consiste nell'acquisizione di un evento o di un oggetto all'interno di uno schema comportamentale o cognitivo già raggiunto. Il secondo si fonda sulla modifica

della struttura cognitiva o del modello comportamentale per poter incamerare nuovi oggetti o eventi. I due processi si avvicinano e tendono naturalmente al raggiungimento di una relativa stabilità interna attraverso il controllo del mondo esterno. Ciò che determina la formazione di strutture mentali sempre più complesse è, dunque, l'equilibrio. Lo sviluppo ha quindi una origine individuale, e fattori esterni come l'ambiente e le interazioni sociali possono favorire o meno lo sviluppo, ma non ne sono la causa. Secondo Piaget, perché l'apprendimento avvenga deve esistere una sovrapposizione tra nuove esperienze e conoscenze pregresse.

*David Ausubel (1918-2008)*

Nella teoria di Ausubel emerge che il fattore più importante che influenza l'apprendimento è il possesso di conoscenze pregresse. Il processo di apprendimento è facilitato, se può essere stabilita una correlazione tra nuove informazioni e conoscenze precedentemente acquisite; da questo momento in poi la nuova informazione può considerarsi appresa.

## **2.4 Il costruttivismo**

### *2.4.1 I fondamenti del costruttivismo*

Il costruttivismo, che rappresenta di fatto un corollario delle teorie cognitive, è un nuovo quadro teorico di riferimento. Segna il passaggio da un approccio oggettivistico, centrato sul contenuto da apprendere (che esiste ed è dato, al di fuori del soggetto, e va travasato, nel miglior modo possibile, nella mente dell'individuo), ad uno soggettivistico. L'approccio soggettivistico è centrato su chi apprende e sull'idea che la conoscenza non sia un dato separabile dal soggetto che apprende, ma che ogni sapere sia un sapere personale, frutto della ricostruzione personale e delle proprie esperienze. Ognuno di noi genera le proprie "leggi" e i propri "modelli mentali" che vengono usati per dare significato alle proprie esperienze. L'apprendimento, quindi, è il processo di adeguamento dei nostri "modelli mentali" per il riordino di nuove esperienze.

Piaget, con il suo lavoro sugli stadi dello sviluppo cognitivo e sull'importanza dei conflitti cognitivi per la costruzione/ristrutturazione della conoscenza, può certamente essere considerato uno dei padri del costruttivismo. Il costruttivismo non si è fermato

alle posizioni teoriche piagetiane, anzi le ha superate grazie al contributo della ricerca di studiosi come ad esempio Bruner e Vygotskij, oggi considerati gli esponenti più significativi di questa teoria. All'interno della corrente costruttivista possiamo distinguere i seguenti paradigmi: il costruttivismo sociale (Vygotskij), culturale (Bruner e Cole) e socio-interazionista (Papert e Jonassen). Quindi la concezione costruttivista vede il soggetto costruire la propria conoscenza attraverso un'interazione intensa e continua con l'ambiente culturale, sociale, fisico in cui vive e opera.

Le teorie costruttiviste assumono una varietà di forme proprio come quelle comportamentiste e cognitiviste; tuttavia, esiste una distinzione fondamentale rispetto a queste ultime. I comportamentisti concepiscono la conoscenza come nient'altro che la risposta passiva, automatica, agli stimoli ambientali. I cognitivisti vedono la conoscenza come un'astratta rappresentazione simbolica nella mente degli individui. La scuola costruttivista, invece, vede la conoscenza come un'entità complessa edificata da ciascuno ogni volta che passa attraverso un processo di apprendimento. La conoscenza, dunque, non può essere trasmessa da un individuo all'altro, deve essere "reinventata" da ogni persona. Questo significa che il punto di vista sulla conoscenza differisce dalla "conoscenza a priori ed assoluta" dei comportamentisti e dei cognitivisti.

#### 2.4.2 I principali aspetti del costruttivismo

Sembra opportuno elencare brevemente i principali aspetti del costruttivismo secondo la sintesi proposta recentemente da Merrill (1991):

- **Sapere come costruzione personale.** In qualche misura cessa di esistere un sapere obiettivo sovraperonale, come teorizzato dal cosiddetto oggettivismo, ed esistono invece i saperi che ciascuno si costruisce come frutto di un'interpretazione della propria esperienza.
- **Apprendimento attivo.** L'apprendimento deve essere un processo attivo che si sviluppa sulla base dell'esperienza.
- **Apprendimento collaborativi.** Fondamentale è il ruolo e l'importanza dell'interazione con gli altri e in particolare con gli aspetti culturali e sociali dell'ambiente per lo sviluppo cognitivo e psicomotorio.

- **Importanza del contesto.** Nel 1989 ha fatto la sua comparsa per la prima volta il termine *situated learning* (Brown, Collins e Duguid). Esso fa riferimento ad una concezione rinnovata di conoscenza. La conoscenza è intrinsecamente collegata all'ambiente e non può quindi essere separata dal suo contesto; non è oggettiva, ma soggettiva ed è immersa in una particolare cornice di riferimento.

#### 2.4.3 Alcuni interpreti del costruttivismo

*Lev S. Vygotsky (1896-1934)*

Si tratta del maggior esponente di quella che viene comunemente chiamata scuola socio-culturale, sviluppatasi nell'Unione Sovietica durante la prima parte del novecento. Egli riordinò per primo i concetti e i metodi della teoria socio-culturale nella sua opera *Studi sulla storia del comportamento* del 1930. In questa opera vengono posti a confronto le funzioni psichiche e il comportamento di primati, bambini ed adulti, tracciando pertanto confronti sia dal punto di vista filogenetico (animale-uomo) che ontogenetico (bambino-uomo). Per lo psicologo russo, i processi fisiologici, quali i riflessi condizionati, sono comuni agli animali e agli esseri umani, ma con una distinzione fondamentale: per gli animali i riflessi condizionati e fisiologici sono le unità fondamentali di comportamento, per gli esseri umani invece rappresentano solo i processi elementari e i punti di partenza del processo di apprendimento. La differenza principale tra esseri umani e animali è rappresentata dalle modalità di interazione con l'ambiente: gli esseri umani infatti si avvalgono in modo caratteristico di strumenti, siano essi utensili o simboli linguistici.

L'interazione dell'individuo con l'ambiente sociale e culturale entro cui nasce, cresce e si sviluppa, è di fondamentale importanza per lo sviluppo di funzioni psichiche e cognitive complesse. Quanto appreso in tale ambiente viene progressivamente interiorizzato e va a costituire un'insieme di regole, strategie, strutture e contenuti che stanno alla base di qualsiasi attività psichica.

*Jerome S. Bruner (1915)*

Sulla scia degli studi di Piaget va sicuramente ricordata l'opera dello psicologo statunitense Jerome Bruner, il quale sviluppa un pensiero in cui la cultura gioca un ruolo

di fondamentale importanza nello sviluppo dell'individuo (non per niente la sua teoria viene definita culturalismo). Per Bruner qualsiasi atto di conoscenza nasce dalla mente che crea la cultura, ma allo stesso tempo la cultura in cui sono espresse le conoscenze stesse crea a sua volta la mente.

La cultura viene vista pertanto come un'interpretazione condivisa e collettiva della realtà e, d'altra parte, la mente è considerata un organo che si sviluppa mediante la relazione con altri individui. Bruner sottolinea gli elementi di interazione sociale come una parte integrante dell'elaborazione delle informazioni.

## **2.5 L'evoluzione delle teorie: da comportamentismo a costruttivismo**

Il comportamentismo nasce dalle ricerche sul condizionamento del comportamento animale. Anche l'apprendimento umano, inteso come induzione di comportamenti desiderati, può essere favorito attraverso il rinforzo positivo; la molla principale dell'apprendimento è rappresentata cioè dalle conseguenze positive delle nostre azioni. A prima vista, può sembrare alquanto primitivo applicare all'uomo le conclusioni tratte dall'osservazione di piccioni e gatti. Ma in realtà la psicologia comportamentista non è proprio così superficiale come potrebbe apparire. Essa non sottovaluta affatto la differenza esistente tra processi di apprendimento elementari e attività intellettuali astratte e complesse. Considera tuttavia il condizionamento come una componente della condotta umana che può interagire con l'attività intellettuale e che, quando vi sia la conoscenza delle condizioni che la determinano, può essere liberamente utilizzata dall'uomo per le proprie finalità. Viene anche sottolineata l'importanza della reazione abituale che è stata spiegata in termini di rinforzo di particolari percorsi neurali nel cervello. Il risultato è un'applicazione più veloce e agevole di certe azioni e risposte.

Ben presto si sono manifestate le prime critiche al comportamentismo, in quanto si iniziava a porre attenzione oltre che ai comportamenti osservabili anche ai processi interni che portano a quei comportamenti e alle cause che li determinano. Gradualmente si andò configurando un approccio alla psicologia dell'apprendimento, detto cognitivista, che è radicalmente opposto a quello *skinneriano*. Il cognitivismo mette infatti con forza l'accento sui processi interni, sugli atteggiamenti e sugli stati mentali.

Un particolare aspetto del cognitivismo, quasi un corollario, fu il costruttivismo. Secondo il costruttivismo, l'apprendimento è visto come un impegno attivo da parte dei soggetti a costruire la propria conoscenza piuttosto che come travaso della conoscenza nella mente. La costruzione dei concetti base e delle forme logiche di pensiero avviene tramite l'interazione con l'ambiente. Tuttavia la concezione dell'ambiente, per i costruttivisti, è molto diversa da quella di Skinner. Infatti il costruttivismo non concepisce l'ambiente come qualcosa che "accade" all'individuo, né come uno stimolo che produce una risposta. Piuttosto è il soggetto che individua nell'ambiente gli aspetti rilevanti e a cui egli può rispondere in modo significativo, sia per "assimilarli" in strutture già esistenti, sia per adattare tali strutture in modo tale da rendere possibile l'assimilazione.

Nella tabella 1.1 sono presentate in forma sintetica le principali caratteristiche delle tre teorie di apprendimento sopra esposte.

**Tabella 1. 1 Confronto tra le teorie di apprendimento**

<b>TEORIE DI APPRENDIMENTO</b>			
	<b>Comportamentismo</b>	<b>Cognitivismo</b>	<b>Costruttivismo</b>
<b>Che cos'è l'apprendimento?</b>	Associazione tra uno stimolo, una risposta e un rinforzo.	Processo in cui si costruiscono strutture cognitive.	Impegno attivo, non un semplice travaso di conoscenza.
<b>Qual è l'influenza della mente?</b>	Si nega l'esistenza di intermediari cerebrali centrali.	Struttura elaborata e connessa, alla base di tutto.	Consente la ricostruzione di esperienze passate.

## 3 Modi di apprendere

### 3.1 Introduzione

Ogni individuo adotta strategie diverse di apprendimento, strettamente collegate e dipendenti dall'ambiente in cui vive. Ovviamente l'apprendimento quotidiano è molto più complesso di quello artificiale che si verifica in situazioni sperimentali. Esistono dunque varie forme di apprendimento, alcune delle quali interessano sia gli animali che gli esseri umani. Una sola è esclusivamente umana: l'acquisizione volontaria delle abitudini, che necessita di un certo grado evolutivo di intelligenza e di volontà (si veda il Capitolo 2).

Nell'ambito degli studi di psicologia si distinguono i seguenti modi di apprendimento:

- Apprendimento associativo:
  - a) Condizionamento classico;
  - b) Condizionamento operante;
- Apprendimento cognitivo:
  - a) Apprendimento latente;
  - b) Apprendimento per *insight*;
- Apprendimento *belief-based*;
- Apprendimento bayesiano.

In relazione allo scopo della tesi, verranno esaminati più specificamente il condizionamento operante (apprendimento rinforzato), l'apprendimento *belief-based* e quello bayesiano, in quanto sono quelli maggiormente utilizzati nelle applicazioni riguardanti l'analisi delle scelte individuali di trasporto.

### 3.2 Il condizionamento classico

#### 3.2.1 Introduzione all'apprendimento associativo

Nei modelli di formazione delle associazioni, l'idea di base è che l'apprendimento associativo è compiuto attraverso la formazione di associazioni tra le rappresentazioni in memoria. La formazione di associazione non deve però essere vista come l'unico processo possibile che è in grado di produrre effetti di apprendimento associativo.

In questo contesto, il condizionamento classico e operante possono essere definiti come effetti che differiscono per quanto riguarda la natura precisa dell'associazione principale considerata responsabile del cambiamento nel comportamento. Come verrà in seguito meglio precisato, il condizionamento classico si riferisce ad una modifica del comportamento a causa di una relazione tra stimoli, mentre il condizionamento operante si riferisce ad un cambiamento nel comportamento attribuito ad una relazione tra un comportamento e uno stimolo [J. De Houwer, 2009].

### 3.2.2 Le prime sperimentazioni sul condizionamento classico

Le ricerche di Pavlov partirono dalla constatazione che i cani emettono saliva non solo mentre si introduce del cibo nella loro bocca, ma anche alla semplice vista del cibo o dello sperimentatore che solitamente li nutre. Pavlov intuì che questa reazione non era un riflesso biologico innato, ma appreso. Egli decise di sottoporre i suoi cani al seguente esperimento: dapprima li stimolò col suono d'un campanello, senza che ciò provocasse salivazione (stimolo neutro); poi introdusse del cibo nella loro bocca, e ciò comportò salivazione (riflesso incondizionato); ripeté più volte i due stimoli in successione (suono e cibo). Alla fine notò che i suoi cani cominciarono a salivare al solo suono del campanello (era il riflesso condizionato) (si veda Figura 1.3).

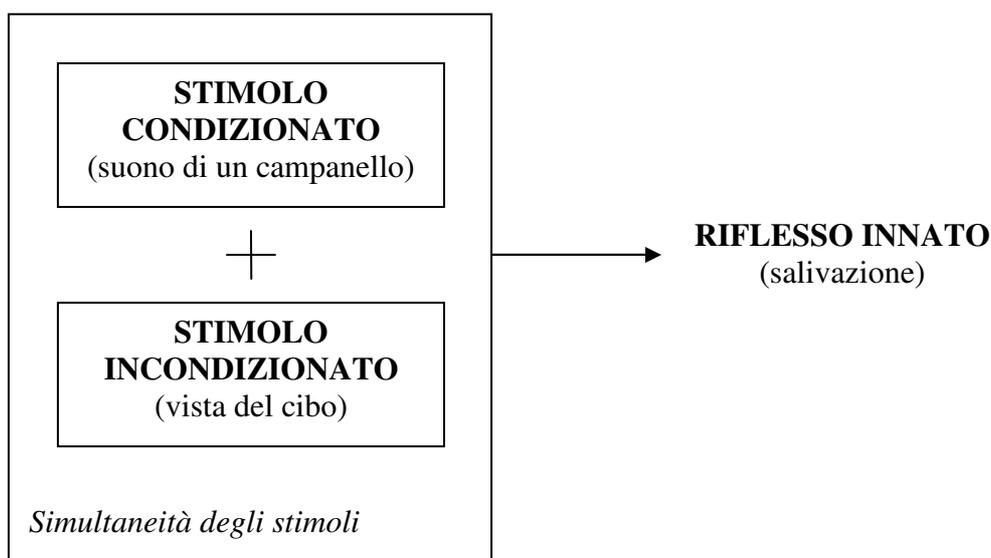


Figura 1. 3 Meccanismo di apprendimento secondo Pavlov

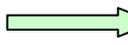
La spiegazione del fenomeno del condizionamento classico si basa sull'associazione tra i due eventi (*legge di contiguità*), nel senso che la presentazione di uno stimolo condizionato prima di uno stimolo incondizionato (è questa la condizione ottimale) fa scattare un meccanismo associativo che induce la stessa risposta.

Ricapitolando, Pavlov dunque distinse gli stimoli capaci di provocare delle risposte da parte dell'organismo in:

- *stimoli incondizionati* (provocano le risposte in modo spontaneo, innato, automatico e indipendente dalla volontà del soggetto);
- *stimoli condizionati* (stimoli nuovi che possono riuscire a provocare lo stesso tipo di risposte).

Questi ultimi possono essere: positivi (luce, suono...) o negativi (elettroshock, punture...) e provocano "reazioni" (meglio che "riflessi") condizionate (si veda Tabella 1.2). A loro volta, Pavlov suddivise le "reazioni condizionate" in: *acquisite* (cioè, che si stabiliscono dopo un certo addestramento), e *naturali* (che si attuano in modo per lo più spontaneo).

Tabella 1. 2 Gli stimoli e le reazioni

	<b>Stimolo incondizionato</b>		<b>Risposta incondizionata</b>	
<b>Stimolo neutro +</b>	<b>Stimolo incondizionato</b>			<b>Risposta condizionata</b>
	<b>Stimolo condizionato</b>			

Fonte: De Giorgio Luciano

Le ulteriori indagini e i progressi in campo sperimentale portarono Pavlov a comprendere altri aspetti dei fenomeni studiati. Capì che se si continua a far suonare il campanello senza portare la carne, la salivazione tende a scomparire (fenomeno di estinzione). Se l'esperimento viene interrotto e ripreso successivamente, il campanello può produrre di nuovo la salivazione (fenomeno di recupero spontaneo della risposta precedente). Se si usa un suono più o meno intenso rispetto a quello originario, la salivazione si verifica lo stesso (fenomeno di generalizzazione). Se invece si dà la carne solo col suono più forte e non con quello più debole, al sentire questo ultimo suono il cane non produrrà salivazione (fenomeno di discriminazione). Queste sono le quattro

fasi del processo di condizionamento classico di Pavlov alle quali è bene aggiungere la fase iniziale, più importante, cioè l'acquisizione. Si possono quindi distinguere:

a) **acquisizione**: quando uno stimolo neutro è associato a uno stimolo incondizionato, diventa uno stimolo condizionato che evoca una risposta condizionata;

b) **discriminazione**: quando la risposta condizionata si forma in relazione a un particolare stimolo condizionato, ma non in seguito ad uno con caratteristiche simili ma non uguali;

c) **generalizzazione** (*legge della generalizzazione dello stimolo*): quando la risposta condizionata si ottiene anche con stimoli condizionati simili, ma non uguali a quello originario; si distingue:

- generalizzazione “primaria”: risposta generalizzata in base alla presenza di una somiglianza fisica misurabile;
- generalizzazione “secondaria”: risposta generalizzata in base alla presenza di una somiglianza non fisica, ma appresa (simbolica, espressiva).

d) **estinzione**: si verifica quando, dopo un certo numero di presentazioni di uno stimolo condizionato senza stimolo incondizionato, la risposta condizionata non si presenta più. Si tratta di una inibizione appresa, piuttosto che di un processo di oblio;

e) **riacquisizione**: avviene quando lo stimolo incondizionato, dopo un periodo di estinzione, viene nuovamente associato allo stimolo condizionato producendo nuovamente una risposta condizionata. La velocità della riacquisizione è maggiore rispetto alla prima acquisizione della risposta condizionata.

### 3.2.3 Le componenti del condizionamento classico

Quali sono le condizioni o i limiti entro cui può realizzarsi un condizionamento efficace?

1) Relativamente allo stimolo: deve essere percepibile e d'intensità non troppo elevata per il soggetto che lo percepisce: in caso contrario la risposta sarà di fastidio – disturbo - paura (a meno che non si voglia ottenere intenzionalmente proprio questo condizionamento).

2) Relativamente alla risposta: ogni risposta è possibile, purché sia scelta tra le possibilità di comportamento del soggetto.

- 3) Relativamente al soggetto sperimentale: occorre una motivazione, altrimenti il condizionamento non riesce (ad es. per condizionare un cane con del cibo occorre che sia affamato).
- 4) Relativamente alla metodologia: per eseguire un esperimento occorre che tra una prova e l'altra vi sia un intervallo adeguato, in quanto il susseguirsi ininterrotto di prove rallenta l'apprendimento.
- 5) Relativamente all'aspetto filo-genetico: nella misura in cui si sale la scala zoologica, le possibilità di condizionamento diventano più ampie e complesse.

### 3.2.4 Esempi di condizionamento classico

Molti comportamenti umani nel mondo contemporaneo sono modellati da una coppia di stimoli. Ad esempio, l'odore di una colonia, una certa canzone, il suono del trapano del dentista o la vista di una siringa in preparazione per l'iniezione, si traducono in intense reazioni emotive. Sulla base di quanto detto precedentemente è facile comprendere che l'odore o il canto non sono la causa dell'emozione, ma piuttosto quest'ultima è da ricercarsi in un particolare evento significativo a cui l'odore o il brano è stato accoppiato. Facciamo queste associazioni molto frequentemente, e spesso non ci rendiamo conto del potere che queste connessioni o abbinamenti hanno sui nostri comportamenti. Ad esempio, buona parte dei messaggi pubblicitari ai quali siamo esposti sfruttano proprio tali connessioni.

## 3.3 Apprendimento per “tentativi ed errori” e condizionamento operante

### 3.3.1 L'apprendimento per “tentativi ed errori”

Tale apprendimento è detto per “tentativi ed errori” perché si apprende il metodo per risolvere un problema o affrontare una situazione provando e scartando vari comportamenti o idee, finché non si trova quella più adatta.

Questa forma di apprendimento fu elaborata per la prima volta dall'americano Thorndike, il quale si servì dei risultati di una serie di sperimentazioni sul comportamento degli animali. Nel suo più noto esperimento, Thorndike mise un gatto affamato in una gabbia, al di fuori della quale aveva posto del cibo molto appetitoso. Il

gatto, per poter uscire, doveva escogitare un modo per rimuovere la chiusura dello sportello. A tale scopo l'animale adottò una serie di comportamenti: in un primo momento eseguiva i più svariati tentativi (mordeva, graffiava, spingeva...), in seguito cominciò ad eliminare gradualmente gli errori, finché riuscì ad uscire. Il gatto aveva appreso per "tentativi ed errori".

Venne così formulata la *legge dell'effetto*, secondo cui, quando un animale in una situazione nuova adotta un certo numero di risposte diverse tra loro, le risposte che risultano efficaci vengono selezionate e conservate (acquisite), mentre le altre vengono cancellate. Ciò significa che l'efficacia determina l'acquisizione dell'azione, cioè un atto che ha conseguenze soddisfacenti, acquista maggiori probabilità di essere ripetuto rispetto ad uno che dà effetti non soddisfacenti. I rinforzi, come vedremo in seguito nel dettaglio, favoriscono l'apprendimento dei comportamenti. Sulla scia di Thorndike, altri ricercatori tra cui Skinner, hanno affrontato lo studio dell'apprendimento basato sul condizionamento operante.

### 3.3.2 Il condizionamento operante

Gli studi sull'apprendimento per "tentativi ed errori", sono stati i precursori di ciò che è noto come condizionamento operante. Il termine "operante" si riferisce al modo in cui un organismo opera sull'ambiente, e, di conseguenza, il condizionamento operante deriva dal modo in cui esso risponde a ciò che gli viene presentato nel suo ambiente. Esso può essere pensato come un apprendimento legato alle conseguenze naturali delle azioni. Vedremo che tale forma di apprendimento è basata sulla ricompensa o sulla punizione e si riferisce a una risposta emessa senza la necessità di uno stimolo che la possa attivare (come nel condizionamento classico). È invece legata alla possibilità di ricevere una ricompensa tale da stimolare un comportamento volontario, e quindi è acquisita in seguito all'azione del "rinforzo" (si parla di apprendimento con rinforzo).

Mentre il condizionamento operante (dove la ricompensa o la punizione sono subordinate al verificarsi della risposta) funziona in forza della *legge dell'effetto*, il condizionamento classico (dove lo stimolo incondizionato si verifica indipendentemente dal comportamento del soggetto) funziona, come visto, in forza della *legge di contiguità*. Infine, il condizionamento classico implica risposte involontarie, il cui controllo è affidato al sistema nervoso autonomo, mentre il condizionamento operante è

applicabile prevalentemente a risposte del sistema muscolare e di quello scheletrico o a processi mentali superiori per i quali interviene il sistema nervoso centrale.

Lo studio classico del condizionamento operante si basa su un esperimento noto con il nome di “*box di Skinner*”. Tale box non è altro che una gabbia dotata di una leva o pulsante da azionare per ottenere del cibo. Prima d’iniziare l’esperimento, l’animale viene tenuto a dieta ridotta per un certo periodo di tempo, al fine di motivare la sua ricerca di cibo (si parla di “dieta ridotta”, perché se le condizioni di bisogno sono troppo intense si verifica una caduta di rendimento). L’azione dell’animale è strumentale al raggiungimento di una meta gratificante: l’ottenimento del cibo. Il test ha dimostrato che l’azione si verifica ogniqualvolta l’animale viene introdotto nel box e tanto più velocemente quante più volte l’animale è sottoposto al medesimo esperimento.

Avendo il cibo funzione di stimolo rinforzante dell’azione operativa, il condizionamento viene detto “operante”.

Skinner, dopo numerose prove sperimentali, arrivò alle seguenti conclusioni:

- tanto meglio un comportamento è stato appreso, tanto maggiore è la resistenza alla sua estinzione;
- si può avere un condizionamento molto intenso anche in situazioni che consentono un rinforzo molto diradato nel tempo (si pensi, ad esempio, al comportamento dei giocatori d’azzardo);
- una situazione di apprendimento che sia, entro certi limiti, variabile nelle sue caratteristiche (frequenza, intensità, ritmo del rinforzo, ...), è molto più efficace di una del tutto costante; in quanto la prima tende a riprodurre meglio le situazioni della vita reale;
- il mancato rinforzo (o punizione) facilita l’estinzione del comportamento acquisito. Infatti, se lo scopo del ricercatore è quello di ottenere l’estinzione, è più facile raggiungere il risultato annullando il rinforzo che, ad esempio, usando una scossa elettrica.

Skinner è stato criticato in quanto il suo approccio essenzialmente riduce l’organismo a una macchina. In effetti, il suo metodo è senza dubbio efficace, ma limita le possibilità espressive del soggetto sperimentale. Più che osservare il comportamento dell’animale, il ricercatore cerca di modificarlo secondo le sue aspettative.

### 3.3.3 Il rinforzo, la punizione, il modellamento

Studiando questo tipo di apprendimento, Skinner sviluppò delle definizioni operative che ruotano intorno a tre elementi: il rinforzo, la punizione e il modellamento. Il termine rinforzo è usato in psicologia per indicare qualsiasi cosa che rafforza o aumenta la probabilità di una risposta specifica. Noi tutti applichiamo di continuo rinforzi, la maggior parte delle volte senza nemmeno renderci conto che lo stiamo facendo. Esso può essere classificato secondo la valenza sull'organismo in: positivo (ricompensa) o negativo (shock). Il rinforzo positivo sfrutta il fatto che, se la risposta conduce ad una conseguenza, tanto più la conseguenza è piacevole e positiva, maggiore è la probabilità che si verifichi un cambiamento del comportamento. Il rinforzo negativo, come suggerisce il nome, corrisponde alla presenza di una situazione di disagio (chiamata anche situazione avversa) e alla conseguente esecuzione di una risposta che provoca la cessazione del disagio (fastidio o dolore). Un esempio per meglio chiarire i due concetti. Si prenda in considerazione da una parte un bambino che piange perché vuole una caramella e dall'altra la madre infastidita dal pianto. Per quanto riguarda il bambino, il pianto costituisce la risposta operante e la caramella il rinforzo positivo che lo fa smettere di piangere; mentre, per quanto riguarda la madre, il pianto del figlio costituisce una situazione di fastidio, la consegna della caramella la risposta operante e la cessazione del disturbo il rinforzo negativo.

La punizione ha un'azione diretta sulla diminuzione del comportamento in atto fino alla sua estinzione. Affinché una punizione sia efficace, occorre che sia: tempestiva (somministrata dopo l'atto da eliminare); di giusta intensità (deve avere un giusto grado di sopportabilità da parte del soggetto); coerente con l'atto compiuto e non arbitraria. Un'eccessiva punizione può, al contrario, rafforzare la risposta che si vorrebbe estinguere, con il rischio di indurre altre risposte negative come la rabbia e il risentimento.

Il modellamento (o *shaping*) mira a premiare tutte le risposte che si avvicinano a quella desiderata, aumentando la ricompensa al progressivo avvicinamento alla risposta completa (viene usato, ad esempio, nell'addestramento di animali da circo).

La ricerca di Skinner ha dimostrato che il rinforzo positivo è sicuramente lo strumento migliore per aumentare la probabilità di ottenere una certa risposta; piuttosto che

puntare sulla punizione. Con l'accorgimento che affinché un rinforzo sia efficace questo deve essere adatto al soggetto e rispettarne le caratteristiche ed i bisogni.

### 3.3.4 Esempi di condizionamento operante

Gli esseri umani adottano questo modo di apprendimento quotidianamente nella propria vita. Se immaginiamo l'ultima volta che abbiamo fatto un errore, quando la stessa situazione si ripropone molto probabilmente ci ricordiamo bene l'errore commesso e facciamo in modo di non ripeterlo. In questo senso, si è imparato ad agire in modo diverso in base alle conseguenze naturali delle azioni precedenti. Lo stesso vale per le azioni positive. Se qualcosa che si è fatto si traduce in un risultato positivo, allora c'è una maggiore probabilità di ripetere lo stesso comportamento nello svolgimento dell'attività in questione.

## 3.4 L'apprendimento cognitivo

L'evoluzione del comportamentismo e lo svilupparsi della ricerca sulla cognizione hanno delineato una nuova concezione dell'apprendimento. Innanzitutto sono stati messi in discussione in modo definitivo sia il cosa si apprende (la tipologia degli apprendimenti) sia il come (la modalità). Infatti non si imparano solo comportamenti e abitudini, ma anche concetti, regole e procedure per affrontare diversi compiti. Tali apprendimenti, che si definiscono complessi, non possono essere il frutto di semplici associazioni, ma sono il risultato dell'elaborazione dell'informazione, intesa nella sua accezione più ampia e articolata. Tradizionalmente si era pensato alla memoria come fase successiva a quella dell'apprendimento, ora si ritiene invece che essa consenta l'apprendimento, che può quindi essere spiegato in relazione ad altri processi cognitivi (percezione, attenzione, pensiero, linguaggio), metacognitivi ed emotivo-motivazionali. L'apprendimento ha la caratteristica di essere *costruttivo* poiché nasce dal confronto tra informazioni in arrivo e conoscenze depositate in memoria. La conoscenza viene costruita, e non semplicemente registrata o recepita; è influenzata dalla tipologia della conoscenza precedente e da come questa è organizzata.

Il comportamentismo parte dal presupposto che l'apprendimento possa verificarsi solo se il comportamento desiderato viene rinforzato adeguatamente. Gli studi di Tolman hanno, invece, mostrato come l'apprendimento possa verificarsi anche in assenza di rinforzo o di una specifica motivazione ad apprendere (che porterebbe all'apprendimento intenzionale), introducendo quindi il concetto di apprendimento *latente* (nascosto). L'apprendimento *latente* si verifica senza intenzionalità, per semplice osservazione e imitazione. Viene così denominato in quanto non è strettamente legato alla ricompensa e all'uso immediato di ciò che si è appreso; i soggetti acquisiscono nuove forme di comportamento osservando le azioni altrui e i relativi risultati.

Un'altra corrente di pensiero opposta all'associazionismo è quella della *Gestalt*, rappresentata da M. Wertheimer, W. Kohler e K. Koffka. Secondo questi autori la tipica forma di apprendimento è quella dell'*insight*, un processo in cui compare un improvviso "atto intelligente" a sbloccare la situazione con improvvisa riorganizzazione del campo di esperienza. Uno degli esperimenti più importanti, riguardo a questo tipo di apprendimento, è quello condotto da Harlow (1949). Egli addestrò delle scimmie a risolvere problemi; durante l'esperimento venivano presentati tre oggetti alle scimmie. La scelta giusta era quella di individuare l'oggetto diverso. Dopo aver risolto una serie di questi problemi le scimmie erano in grado di risolvere problemi di dissomiglianza, con oggetti mai visti prima e senza ricorrere a prove ed errori.

In generale gli esperimenti devono seguire regole ben precise, altrimenti il soggetto non ricorre all'uso dell'*insight*:

1. il soggetto deve trovarsi alle prese con una difficoltà;
2. il problema da risolvere deve trovarsi in una fascia adeguata di difficoltà;
3. il soggetto deve poter conoscere gli elementi della situazione utili per risolvere il problema.

A questo punto si può affermare che le capacità iniziali del soggetto svolgono un ruolo di particolare importanza nella determinazione delle condizioni richieste per l'apprendimento successivo. Queste capacità iniziali possono dirsi interne al soggetto e si possono distinguere da quelle esterne che hanno anch'esse un ruolo importante nell'apprendimento. I fenomeni di *insight* sono inoltre fortemente condizionati dall'apprendimento precedente.

### 3.5 Apprendimento *belief-based*

#### 3.5.1 Introduzione

Negli ultimi quarant'anni, le numerose ricerche sulla psicologia dell'apprendimento hanno mostrato che gli individui costruiscono la loro conoscenza a partire dall'esperienza quotidiana nel mondo fisico, naturale e sociale in cui vivono. Da questa premessa è scaturita, nel corso degli anni '70 del secolo scorso, una grande mole di studi dedicati allo studio del ruolo giocato dalle strutture di conoscenza. In questi lavori emerge un paradigma costruttivista che ha continuato ad enfatizzare il ruolo attivo del discente, il quale interpreta, piuttosto che assimilare passivamente, nuove informazioni sulla base di quello che già conosce. L'interesse per l'influenza della conoscenza acquisita si è ampliato spostandosi sul come essa possa portare a delle distorsioni. Da questa ricerca sulla metacognizione è stato introdotto per la prima volta il concetto di "credenze", di "misconoscenze" o "teorie ingenuè". Queste espressioni sono emerse dall'idea che le persone, a tutte le età, interpretano la realtà sulla base di credenze più o meno sistematiche, e che tali credenze siano dei fenomeni psicologici importanti che meritano di essere indagati.

#### 3.5.2 Conoscenza e credenze

Una distinzione comunemente accettata dei termini "conoscenza" e "credenze" è quella che vede la conoscenza come un sapere attendibile, accettato come vero e giustificato; mentre le credenze (opinioni) come idee che l'individuo possiede pur non avendone testato la veridicità [V. Richardson, 1996], ma nel convincimento (o nella speranza) che siano vere.

Alcuni modelli teorici considerano la conoscenza e le credenze come parti di una più ampia conoscenza generale (Nisbett e Ross, 1980), mentre altri prendono in esame maggiormente le credenze costituite, secondo Rokeach (1968), da tre elementi: una componente cognitiva (conoscenza), una componente affettiva (giudizio, valutazione, emozione) ed una componente comportamentale (nel caso in cui sia necessaria un'azione).

P. K. Murphy e L. Mason (2006) ritengono che né la conoscenza né la credenza, da sole, possano rappresentare la realtà nella sua interezza: come per camminare sono

necessarie all'individuo tutte e due le gambe, così per comprendere la realtà c'è bisogno sia della conoscenza che delle credenze. Una caratteristica peculiare delle credenze, sempre secondo Murphy e Mason, riguarda il rilievo ad esse attribuito dagli individui nel mantenerle valide anche di fronte ad evidenze che le contraddicono apertamente [P. K. Murphy e L. Mason (2006)].

### 3.5.3 Le “misconoscenze” o “teorie ingenuie”

Il termine “misconoscenze” o “teorie ingenuie” è stato coniato per indicare quelle rappresentazioni mentali possedute dagli individui, che risultano errate rispetto a quelle scientifiche, e che spesso interferiscono con gli apprendimenti successivi. In una prospettiva costruttivista, comunque, le misconoscenze sono considerate aspetti fondamentali ed inevitabili dell'apprendimento umano. Certe volte servono anche a indicare il fraintendimento di informazioni o una comprensione grossolana ed erronea di un determinato contenuto da apprendere.

### 3.5.4 Esempi del ruolo delle credenze in campo scientifico

Non è difficile produrre esempi tratti dalla pratica scientifica e dalla storia della scienza che mettono in chiaro quanto affermato sopra. Ciò che un osservatore “vede” quando effettua un esperimento non è determinato soltanto dalle immagini sulle proprie retine, ma dipende anche dall'esperienza, dalle cognizioni, dalle attese e dallo stato interiore complessivo di chi osserva.

Gli scienziati più famosi hanno condizionato le loro metodologie di ricerca con le loro credenze, le loro opinioni e le loro intuizioni personali in diversi modi, spesso senza rendersene conto o senza darne esplicita e formale comunicazione. Tale soggettività comprendeva idee, intuizioni, forti credenze, interpretazioni scientifiche di principi di base, che essi avevano elaborato e acquisito durante i propri studi o su cui avevano ricevuto adeguate informazioni. Costoro si fondavano, cioè, su osservazioni precedentemente elaborate da loro stessi o da altri.

Le credenze fanno parte naturale del “fare” scienza e l'ammettere che esistono non necessariamente pregiudica la percepita oggettività delle scienze stesse. Le conclusioni scientifiche sono, pertanto, il risultato della fusione delle credenze e delle

interpretazioni presenti prima di effettuare esperimenti con l'analisi ben più oggettiva di dati sperimentali.

Molti possono rimanere perplessi al pensiero che le conclusioni scientifiche possano dipendere dal "pregiudizio". Ma, anche se il termine pregiudizio ha nel linguaggio comune un significato prevalentemente negativo, in realtà significa semplicemente un giudizio basato su una esperienza acquisita in precedenza.

## 3.6 Apprendimento bayesiano

### 3.6.1 Una definizione di metodo bayesiano

Questo paragrafo descrive sinteticamente un nuovo quadro di riferimento per capire come le persone apprendono i concetti attraverso principi basati sull'inferenza bayesiana. Si tratta di un metodo di apprendimento di concetti basato sul calcolo delle probabilità, i cui possibili campi di applicazione sono molteplici, nelle scienze come in tutti i processi decisionali. Va dal semplice calcolo di medie alla costruzione di modelli complessi come le reti bayesiane e le reti neurali.

Il metodo bayesiano considera l'apprendimento come una forma di inferenza probabilistica, utilizzando le osservazioni per aggiornare la distribuzione delle ipotesi a priori.

I concetti chiave sono: i dati e le ipotesi. I dati sono prove, cioè istanze di alcune o tutte le variabili casuali che descrivono il fenomeno. Le ipotesi sono le teorie probabilistiche di come il fenomeno funziona.

L'apprendimento bayesiano calcola semplicemente la probabilità di ogni ipotesi, sulla base dei dati, e fa previsioni su tale base. In altre parole, le previsioni sono realizzate utilizzando tutte le ipotesi, ponderate con le loro probabilità, piuttosto che utilizzando solo una singola ipotesi "migliore". Ne consegue che l'apprendimento è ridotto a inferenza probabilistica [J. B. Tenenbaum, 1999].

### 3.6.2 Il teorema di Bayes

L'apprendimento bayesiano sfrutta i principi del teorema di Bayes (conosciuto anche come formula di Bayes o teorema della probabilità delle cause), proposto da

Thomas Bayes. Tale teorema deriva a sua volta da due teoremi fondamentali: il teorema della probabilità composta e il teorema della probabilità assoluta. Viene impiegato per calcolare la probabilità di una causa che ha determinato l'evento osservato.

La migliore ipotesi  $h$  appartenente allo spazio  $H$ , date le osservazioni  $D$  e una conoscenza a priori circa la probabilità delle singole  $h$ , può essere considerata come l'ipotesi più probabile, ovvero quella che massimizza la quantità  $P(h|D)$  [J. B. Tenenbaum, 1999].

Il teorema di Bayes ci permette di calcolare la probabilità di ogni ipotesi:

$$P(h|D) = \frac{P(D|h)P(h)}{P(D)} \quad (1.1)$$

dove:

$P(h|D)$  è la probabilità condizionata di  $h$ , noto  $D$ . Viene anche chiamata probabilità a posteriori, visto che è derivata o dipende dallo specifico valore di  $D$ .

$P(h)$  è la probabilità a priori di  $h$ . "Ipotesi a priori" significa che non tiene conto di nessuna informazione riguardo  $D$ .

$P(D|h)$  è la probabilità condizionata di  $D$ , noto  $h$ .

$P(D)$  è la probabilità a priori di  $D$ , e funge da costante di normalizzazione.

Le quantità chiave nell'approccio bayesiano sono le probabilità a priori,  $P(h)$ , e le probabilità dei dati sotto ciascuna ipotesi,  $P(D|h)$ . Intuitivamente, il teorema descrive il modo in cui le opinioni riguardo alle ipotesi  $h$  siano modificate dall'aver osservato l'evento  $D$ .

Usando il teorema di Bayes, date le ipotesi  $h$  appartenenti ad  $H$  e i dati osservati  $D$ , si trova l'ipotesi che massimizza la probabilità a posteriori (MAP):

$$h_{MAP} \equiv \arg \max_{h \in H} P(h|D) = \arg \max_{h \in H} \frac{P(D|h)P(h)}{P(D)} = \arg \max_{h \in H} P(D|h)P(h) \quad (1.2)$$

Se si assume che tutte le  $h$  siano equiprobabili, il problema si riduce alla massimizzazione di  $P(D|h)$  (likelihood o verosimiglianza) e si trova l'ipotesi  $h_{ML}$  di massima verosimiglianza.

Dal teorema di Bayes nasce la statistica Bayesiana, basata appunto sull'idea intuitiva che la probabilità quantifica il grado di fiducia nell'occorrenza di un evento. La

statistica diventa allora uno strumento logico per aggiornare la probabilità alla luce di tutti i differenti tipi di informazione di cui si dispone.

### 3.6.3 *L'apprendimento bayesiano: gli aspetti più importanti*

Riassumendo, l'apprendimento bayesiano ruota attorno alla combinazione di osservazioni e conoscenza a priori. La conoscenza pregressa può essere combinata con i dati osservati per determinare la probabilità finale di un'ipotesi.

Inoltre i metodi bayesiani possono fornire predizioni probabilistiche e nuove istanze possono essere classificate combinando le predizioni di ipotesi multiple, pesate con le loro probabilità.

Per fare questo è evidente che bisogna conoscere molte probabilità, spesso stimate a partire dall'insieme delle esperienze, dei dati disponibili e da assunzioni sulla forma delle distribuzioni.

## 4 **La memoria: una definizione**

La memoria è uno dei più importanti processi mentali. Il cervello è l'organo responsabile di ciò che noi chiamiamo "mente". È la base per pensare, sentire, volere, percepire, apprendere e memorizzare. Si definisce memoria il prodotto di un processo di apprendimento, cioè la traccia concreta (la registrazione) lasciata nelle reti neurali. La memoria è essenziale per l'apprendimento, perché consente di archiviare e recuperare le informazioni che si imparano; senza memoria si è capaci di nient'altro che di semplici riflessi e comportamenti stereotipati.

La memoria umana, come la memoria in un computer, ci permette di memorizzare informazioni per un uso successivo. Per fare questo, però, sono necessarie tre fasi temporali:

**1. la codifica**, cioè quel processo che consente di trasformare le informazioni in modo che possano essere memorizzate. Per un computer questo significa trasferire i dati in "1" e "0". Per noi, significa trasformare i dati in una forma significativa come un'associazione con una memoria già esistente, un'immagine o un suono;

**2. il deposito vero e proprio**, si riferisce a come viene conservata l'informazione codificata. Perché questo abbia luogo, il computer deve scrivere fisicamente i numeri "1" e "0" sul disco rigido. Per l'essere umano la strategia più comune per ritenere l'informazione è quella della reiterazione dell'informazione.

**3. il recupero**, processo finale che inverte il processo di codifica. In altre parole, restituisce le informazioni in una forma simile a quanto memorizzato.

La memoria umana è fondamentalmente associativa. Si possono ricordare meglio nuove informazioni se si possono associare a conoscenze già acquisite, ben radicate nella memoria. E quanto più l'associazione sarà significativa e personale, tanto più ciò aiuterà a ricordare in modo efficace. Quindi il tempo necessario per scegliere un'associazione significativa può pagare nel lungo periodo. Inoltre, contrariamente all'idea che molte persone hanno della memoria come una vasta collezione di dati archiviati, la maggior parte dei nostri ricordi sono in realtà ricostruzioni. Essi non vengono memorizzati nel nostro cervello, come i libri sugli scaffali di una biblioteca, ma ogni volta che vogliamo ricordare qualcosa, dobbiamo ricostruire a partire da elementi sparsi in varie aree del cervello. Così, nella concezione scientifica contemporanea il significato chiave della parola "ricordare" è legato non a un semplice recupero di informazioni, ma piuttosto a un processo continuo di riclassificazione derivante da cambiamenti continui nei percorsi neurali e dall'elaborazione in parallelo delle informazioni nel cervello.

## **5 Diversi tipi di memoria**

### **5.1 Introduzione**

La ricerca suggerisce che, a livello psicologico, vari tipi di memoria sono al lavoro mettendo in gioco diverse parti del cervello. I tipi di memoria possono essere classificati in diversi modi, a seconda del criterio utilizzato. Se si assume come criterio la durata, si possono distinguere almeno tre diversi tipi di memoria: memoria sensoriale, memoria a breve termine e memoria a lungo termine.

La memoria sensoriale prende le informazioni fornite dai sensi e le mantiene con precisione, ma molto brevemente. La memoria sensoriale dura un tempo così breve (da qualche centinaio di millisecondi fino ad uno o due secondi) che è spesso considerata

parte del processo di percezione. Tuttavia, rappresenta un passo fondamentale per la memorizzazione di informazioni nella memoria a breve termine.

La memoria a breve termine registra temporaneamente la successione degli eventi della vita degli individui. Queste informazioni scompaiono in breve tempo per sempre a meno che non si intenda conservarle di proposito. La memoria a breve termine ha una capacità di soli sette elementi e dura solo qualche decina di secondi. Proprio come la memoria sensoriale è un passo necessario per la memoria a breve termine, la memoria a breve termine è un passo necessario verso la prossima fase di conservazione: la memoria a lungo termine (si veda Figura 1.4).

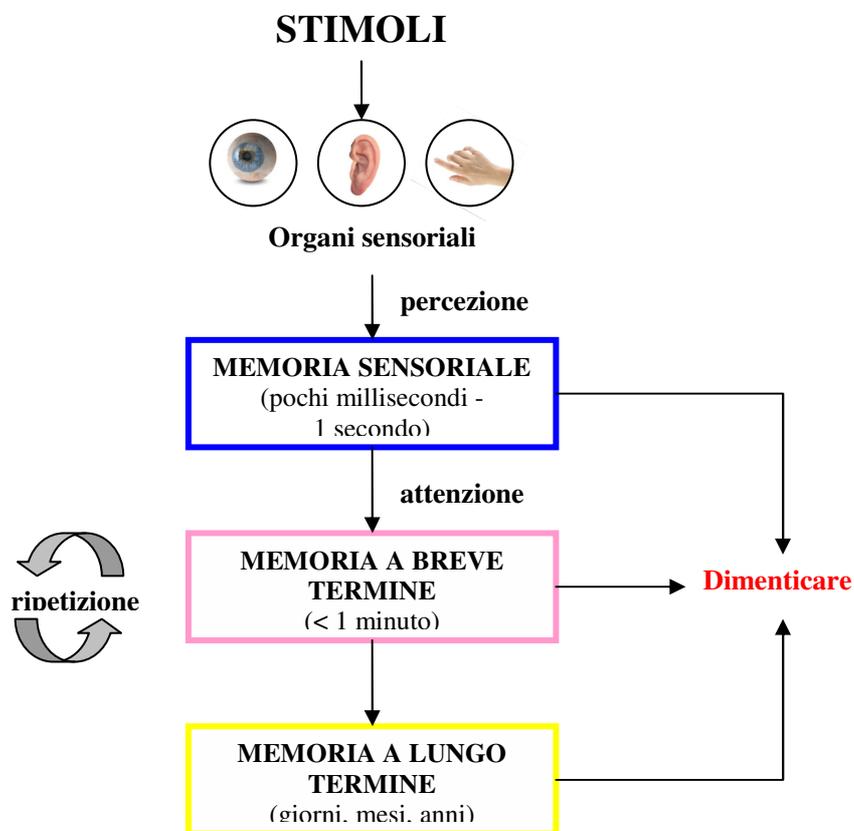


Figura 1. 4 Diversi tipi di memoria

Ma perché un'informazione passa alla memoria di lungo termine?. Quando dobbiamo elaborare le informazioni, diamo un significato ad esse e le informazioni ritenute importanti vengono allora trasferite alla nostra memoria a lungo termine. Ci sono altri motivi per cui vengono trasferite le informazioni. La ripetizione ha un ruolo essenziale in questo processo, in quanto si tende a ricordare le cose tanto più queste vengono

sperimentate. La memoria a lungo termine non solo memorizza tutti gli eventi significativi che segnano la vita delle persone, ma ci permette anche di registrare il significato delle parole e le abilità fisiche che sono state imparate. La sua capacità sembra illimitata, e può durare giorni, mesi, anni, o anche tutta la vita. Ma è tutt'altro che infallibile: a volte distorce i fatti, e tende a diventare meno affidabile con l'età.

Se ciascuno di questi tipi di memoria ha le proprie particolari modalità di funzionamento, tutti cooperano strettamente nel processo di memorizzazione [W. A. Wickelgren, 1981].

## 5.2 La memoria a breve termine

Perché ricordiamo ciò che ricordiamo?. Ci sono in genere sei motivi per cui sono archiviate le informazioni nella nostra memoria a breve termine:

1. *Effetto primato*. Le informazioni che si verificano per prime vengono ricordate più facilmente di quelle che si verificano in seguito.
2. *Effetto attività recente*. Spesso l'ultimo bit di informazione si ricorda meglio a causa del poco tempo trascorso.
3. *Carattere distintivo*. Tutte le informazioni distintive sono più facili da ricordare rispetto a ciò che è sempre simile al solito o banale.
4. *Effetto frequenza*. Le eventuali ripetizioni di un'informazione consentono una migliore memorizzazione.
5. *Associazioni*. Quando si associano le informazioni ad altre diventa più facile ricordarle.
6. *Ricostruzione*. A volte dobbiamo "compilare" gli spazi vuoti nella nostra memoria. In altre parole, quando si cerca di ottenere un quadro completo nella nostra mente, ricostruiamo le parti mancanti, spesso senza rendersi conto che questo sta avvenendo.

## 5.3 Diversi tipi di memoria a lungo termine

La memoria a lungo termine è definita, come spiegato sopra, dal criterio di lunga durata; ma altri criteri possono essere applicati per scomporre il complesso fenomeno della memoria in componenti separate. Uno di tali criteri è se la memoria a lungo

termine in questione può essere “verbalizzata”. Sulla base di questo criterio, possono essere distinte due forme di memoria a lungo termine. La prima è la “memoria dichiarativa” cioè la memoria di tutte quelle cose che si è consapevoli di ricordare (ricordo cosciente) e che si possono descrivere a parole. Questa forma di memoria è anche chiamata “memoria esplicita”, perché è possibile nominare e descrivere in modo esplicito le cose ricordate (eventi passati).

L'altra forma di memoria a lungo termine è la “memoria non dichiarativa”. È nota anche come “memoria implicita”, perché si esprime con mezzi diversi dalle parole. Si tratta di ricordi che sono stati memorizzati a causa di pratica estesa, di condizionamento o abitudini (non richiede ricordo cosciente) [D. L. Schacter, 1987]. Ad esempio, quando ci si lega i lacci delle scarpe, si stanno esprimendo ricordi di capacità motoria che non richiedono l'uso del linguaggio. Tali “ricordi motore” sono solo uno dei tipi di memoria implicita (si veda Figura 1.5).

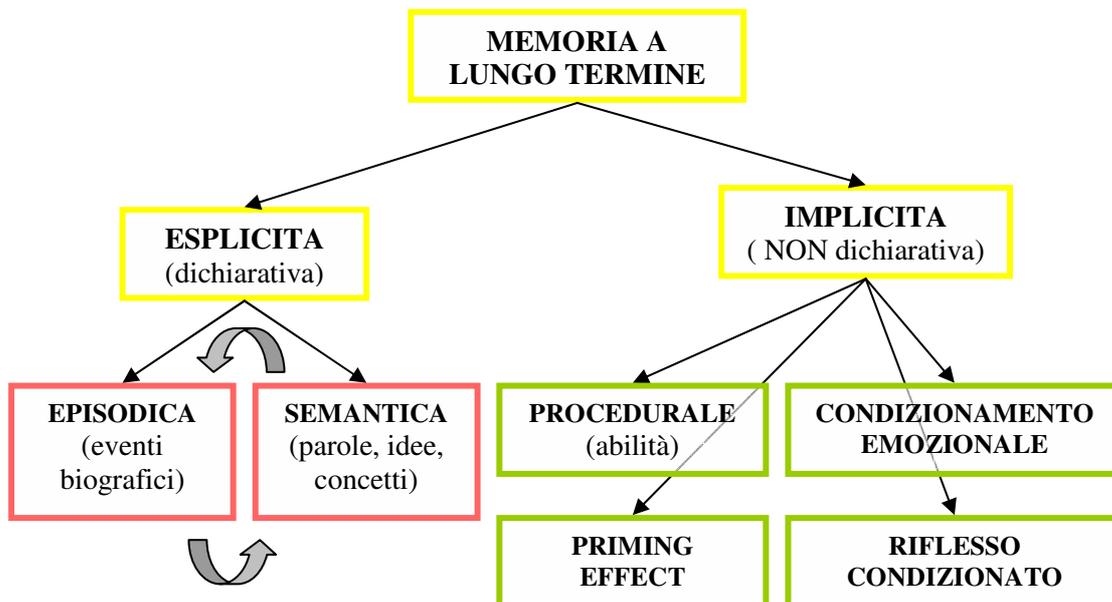


Figura 1. 5 La memoria esplicita e quella implicita

Riassumendo: la memoria di un evento può essere espressa esplicitamente, come ricordo cosciente, o implicitamente, quando precedenti esperienze facilitano lo svolgimento di un'attività senza ricordo cosciente.

La memoria esplicita può essere suddivisa in due sottotipi: la memoria episodica e quella semantica. La memoria episodica (a volte chiamata memoria autobiografica) è quella che maggiormente ci interessa per gli scopi della presente tesi. Essa consente di ricordare gli eventi che personalmente si sono sperimentati in un determinato momento e luogo. La caratteristica distintiva della memoria episodica è che il soggetto si vede come attore negli eventi che ricorda. Dunque si memorizzano non solo gli eventi stessi, ma anche l'intero contesto che li circonda. La memoria semantica, invece, è il sistema che si utilizza per memorizzare la conoscenza. Si tratta di una base di conoscenza che tutti gli individui hanno e alla quale si può accedere in modo rapido e senza sforzo. Essa comprende la memoria dei significati delle parole, permette di ricordare le abitudini, le funzioni delle cose e il loro colore e odore. Tale memoria è indipendente dal contesto spazio-temporale in cui è stata acquisita. Si è visto che la più conosciuta tra i vari tipi di memoria implicita è la memoria procedurale, che permette alle persone di acquisire le abilità motorie e consente gradualmente di migliorarle. La memoria procedurale è inconscia, perché è composta da comportamenti automatici profondamente radicati. La memoria implicita è anche il luogo dove molti dei riflessi e delle risposte emotive condizionate vengono memorizzati. L'apprendimento associativo, che costituisce la base per queste forme di memoria, è un processo che può aver luogo senza l'intervento della mente cosciente. Ciò significa che si formano ricordi impliciti senza rendersi conto che lo si sta facendo. Il *riflesso condizionato*, di cui si è già discusso in modo approfondito (si veda il paragrafo 2.2), è la risposta che il soggetto dà alla presentazione di uno stimolo condizionante che diventa perciò lo "stimolo chiave" che attiva il riflesso condizionato. Il *condizionamento emozionale* è influenzato dallo stato emozionale del soggetto. Lo stato emozionale ha due componenti: una "componente corporea" che è la caratteristica sensazione fisica che si prova durante un'emozione; l'altra è la "componente cosciente", la consapevolezza di provare una determinata emozione. Gli anglosassoni usano in effetti due termini diversi per le due componenti: usano la parola *emotion* per la componente corporea, che è anche la responsabile della comunicazione agli altri del nostro stato emozionale; la parola *feeling* è invece usata per la sensazione consapevole. L'emozione è il risultato di entrambe le componenti. In questo tipo di memoria vengono immagazzinate le "esperienze sensoriali" che provengono dall'ambiente esterno e che l'individuo percepisce e memorizza. Tali esperienze

andranno poi a condizionare i comportamenti successivi. Infine il *priming*, secondo Tulving e Schacter (1990), è definito come la maggiore capacità di pensare ad uno stimolo, come una parola o un oggetto, in conseguenza di un'esposizione recente allo stimolo stesso. Si tratta quindi di sfruttare l'effetto di facilitazione che le esperienze precedenti hanno sulle esperienze successive. Il priming può essere di ripetizione e semantico (o associativo). Nel primo caso la presentazione di un elemento facilita il suo successivo riconoscimento, mentre nel secondo la presentazione di un elemento facilita le risposte ad uno "stimolo bersaglio" se entrambi appartengono alla stessa categoria.

## 5.4 Dimenticare

Non si può parlare di memoria senza menzionare la sua controparte. Dimenticare non è necessariamente un evento negativo ed è un fenomeno abbastanza naturale. Ci sono molte ragioni per cui dimentichiamo le cose e spesso questi motivi si sovrappongono. Può accadere che le informazioni che ci arrivano si perdano prima che possano "attaccarsi" alla memoria di lungo termine oppure che le informazioni svaniscano se non vengono utilizzate per un lungo periodo di tempo. Quando non si riesce a ricordare qualcosa non significa che l'informazione sia andata persa per sempre. A volte le informazioni sono presenti, ma per vari motivi non si è in grado di accedervi in un dato momento. Questo fenomeno può essere causato, ad esempio, da distrazione o da un errore di associazione.



## Capitolo 2 – L'ABITUDINE E L'INERZIA

---

### Premessa

In questo capitolo verranno analizzati in termini generali due aspetti strettamente correlati del comportamento umano: l'abitudine e l'inerzia. Tali tendenze sono chiaramente opposte rispetto all'atteggiamento di un individuo desideroso di apprendere. Infatti nel primo capitolo si è evidenziato come l'apprendimento comporti un cambiamento nel comportamento dell'individuo e, quindi, richieda una propensione a valutare e mettere in pratica nuove alternative. Viceversa, l'abitudine fa sì che il soggetto, nel momento in cui deve prendere una decisione, non si ponga come obiettivo la massimizzazione dell'*utilità attesa*, ma si limiti a ripetere azioni già compiute in passato. Esiste quindi una certa inerzia psicologica, ossia una tendenza ad usare ripetutamente gli stessi schemi mentali e i processi, più o meno consci, che tendono a rafforzarli.

Lo scopo di questo capitolo è quello di presentare una discussione di un tema assai ricco di sfaccettature come quello delle abitudini, ponendosi alcune domande fondamentali, in particolare: “perché si è abitudinari?” e “quando ci si accorge delle abitudini?”. Utilizzando questa chiave di lettura, si vedrà che le abitudini producono soluzioni tendenzialmente semplici e stabili, che molte volte possono risultare efficaci, ma, in qualche caso, possono diventare inefficaci o addirittura finire per costituire esse stesse un problema. È in questi casi che ci accorgiamo delle cattive abitudini. Infine si porrà l'attenzione sull'inerzia come tendenza degli individui a preferire lo *status quo*. Questo atteggiamento di stabilizzazione dei comportamenti è strettamente collegato ad una condizione in cui gli individui tendono ad essere maggiormente preoccupati delle potenziali perdite che dei potenziali guadagni (*avversione al rischio*).

# 1 L'abitudine

## 1.1 Una definizione

La maggior parte del nostro repertorio comportamentale è tendenzialmente messo in atto nello stesso ambiente fisico e sociale. In tali casi, il comportamento acquista in genere un carattere abituale. L'abitudine è la disposizione o l'attitudine acquisita mediante un'esperienza ripetuta in un contesto stabile, con conseguente rafforzamento del collegamento contesto-azione. Grazie alla ripetizione e alla pratica di un comportamento in un determinato contesto, il processo cognitivo diventa automatico e può essere eseguito rapidamente in parallelo con altre attività, richiedendo una minima attenzione, cioè un minimo sforzo mentale [J. A. Ouellette e W. Wood, 1998 ]. Al contrario, l'avvio e l'esecuzione di risposte non abituali o in contesti nuovi, secondo la *teoria dell'Azione Ragionata*, deve essere preceduto da processi decisionali spesso elaborati.

Anche se le risposte abituali sono essenzialmente automatiche, spesso erroneamente si conclude che le abitudini sono quindi non volontarie e non intenzionali. I comportamenti automatici possono essere non volontari, ma possono essere anche il risultato di una decisione basata su una valutazione consapevole. Una volta raggiunta una relativa stabilità, le abitudini volontarie si trasferiscono nella sfera dell'inconscio e diventano automatiche, benché restino sempre soggette a possibili modificazioni. A questo proposito, molti comportamenti di *routine* nella vita quotidiana possono essere volontari (come ad esempio guidare).

Riassumendo, l'abitudine è quel tipo di comportamento ripetitivo che viene attuato automaticamente da una persona. Esso si basa sulla ripetizione di parole e/o azioni inserite in passato nella memoria.

## 1.2 Perché si è abitudinari?

Tutti abbiamo delle abitudini, e il fatto stesso di essere abituati a qualcosa fa sì che si tenda a non farci caso. L'aspetto interessante della domanda è che, nel momento in cui la curiosità si desta e ci si interroga sulle abitudini, si va a mettere in discussione

un meccanismo che altrimenti farebbe il suo corso in automatico. Per esempio nella vita di tutti i giorni, ciascuno di noi inserisce una sorta di “pilota automatico” mentre compie in macchina un percorso abituale (ad es. casa-lavoro). Una deviazione lungo il percorso o un qualsiasi altro elemento insolito ed imprevisto sono sufficienti a disattivare il “pilota automatico” e a riportare la concentrazione sul tragitto da compiere. Quindi, tornando alla domanda, si è abitudinari perché le abitudini consentono di ottimizzare le risorse cognitive, minimizzando lo sforzo mentale necessario per lo svolgimento di un'azione. La prima cosa che si scopre è quindi che le abitudini sono dei comportamenti che funzionano “a risparmio” di attenzione, di ragionamento e di impegno.

Un altro aspetto importante riguarda il riconoscimento delle abitudini da parte dei soggetti che le praticano. In genere ci si accorge delle abitudini quando queste producono qualche risultato inaspettatamente negativo. Finché il “pilota automatico” svolge bene il suo lavoro, si usufruisce dei benefici che ne derivano senza neanche accorgersi di averlo inserito. Ciò significa che ci si accorge quasi esclusivamente delle “cattive abitudini”.

### **1.3 Le "cattive" abitudini**

A volte può accadere che le intenzioni siano in conflitto con le abitudini. Un cambiamento nelle conseguenze di un comportamento o nella valutazione delle conseguenze, può motivare le persone a formare nuove intenzioni. In altre parole, le intenzioni coscienti contrastano gli schemi abituali quando le persone cercano di cambiare le cattive abitudini. Le cattive abitudini rappresentano comportamenti improduttivi o indesiderabili che sono ben radicati e ripetuti automaticamente con il minimo sforzo. Le cattive abitudini rappresentano anche azioni che producono a breve termine risultati che non sono coerenti con le intenzioni e gli obiettivi a lungo termine. Si tratta di tendenze comportamentali che non sono particolarmente apprezzate in se stesse, ma che vengono praticate perché sono facili da eseguire e preferibili rispetto all'impiego di tempo e di energie per individuare e mettere in pratica alternative migliori [J. A. Ouellette e W. Wood, 1998].

In taluni soggetti la natura abitudinaria del comportamento rende l'uso della forza di volontà un tentativo destinato a fallire, provocando una situazione di stallo e di

incapacità di cambiare un'azione che si vorrebbe evitare. Sicuramente un sistema di "premio e punizione" può contribuire a far cessare le cattive abitudini per un certo tempo, salvo poi spesso vederle riapparire quando il ciclo di punizioni e ricompense termina.

## 1.4 Abitudini e automaticità dei comportamenti

I processi comportamentali di tipo automatico presentano alcune caratteristiche fondamentali: sono veloci, non riducono la possibilità di eseguire altri compiti (dato che non richiedono attenzione) e sono "coercitivi", cioè si producono anche quando lo stimolo che li innesca non è frutto di osservazioni volontarie. A questo proposito si pone una domanda fondamentale: lo svolgimento di un'attività può essere veramente indipendente dall'attenzione del soggetto? In realtà, è molto probabile che anche i comportamenti caratterizzati da sequenze di azioni ripetute più e più volte non siano interamente automatici. Le attività possono essere eseguite con una certa rapidità grazie all'esercizio e alla pratica, e a condizione che le caratteristiche dell'ambiente attuale siano simili a quei contesti in cui il comportamento è stato appreso e praticato in passato. Tali contesti, che forniscono un quadro di riferimento "costante" per l'esecuzione di determinate azioni, sono definiti *stabili* e possono variare solo per alcuni aspetti superficiali [J. A. Ouellette e W. Wood, 1998].

In sintesi, l'automaticità è strettamente dipendente dalla costanza dello stimolo e, pertanto, in contesti stabili i comportamenti abituali sono ripetuti per la velocità e la facilità con cui le azioni possono essere eseguite. In realtà non esistono azioni puramente automatiche e azioni puramente controllate o intenzionali. In ogni azione, anche la più automatizzata, c'è sempre una componente cosciente e il ricorso all'uso dell'attenzione.

## 2 Tipologie di abitudini

Una volta definito il concetto di comportamento abituale, si possono identificare diverse tipologie di abitudini, che sono rintracciabili a partire dal mondo animale fino

ad arrivare all'essere umano. Possiamo così distinguere almeno tre grandi categorie di abitudini:

- 1) l'*adattamento*;
- 2) le *abitudini del "saper fare"*;
- 3) le *abitudini del pensiero*.

Tutto il mondo animale è dotato di un'attrezzatura percettiva di base che si attiva per rilevare le variazioni nell'ambiente, e sospende le segnalazioni in assenza di variazioni significative dell'ambiente stesso. È interessante notare che in questa accezione il termine abitudine è sinonimo di *adattamento*: sapersi abituare significa sapersi adattare all'ambiente e quindi essere in grado di sopravvivere meglio di chi non sa abituarsi.

Ci sono poi una serie di abitudini che riguardano il "saper fare", come: camminare, nuotare, danzare, guidare un'automobile e così via. Si tratta di conoscenze pratiche o procedurali, in molti casi anche molto complesse, dove il segreto per una buona riuscita è proprio nel rendere il tutto abituale, vale a dire quanto più possibile automatico. Abituarsi, in questa seconda accezione, significa imparare a fare qualcosa esercitandosi finché non viene eseguita con naturalezza.

Infine, ci sono le *abitudini del pensiero*, tecnicamente definite "euristiche cognitive". Si tratta, in sintesi, di mettere a punto ed utilizzare delle "scorciatoie" nei processi mentali. Si prendono delle scorciatoie innanzitutto perché, nella vita reale, ragionare valutando con logica ineccepibile tutte le possibilità, come farebbe un computer, non è né pratico né conveniente in termini di impiego di risorse di tempo e di pensiero. A ciò si aggiunge il fatto che per un essere umano è impossibile separare la logica dalle emozioni. Il risultato è che ciascuno di noi elabora delle abitudini di pensiero sulla base della propria esperienza di vita personale, giungendo così, attraverso un dato ragionamento, a delle conclusioni sufficientemente affidabili sulle quali basare le proprie scelte. Le abitudini di pensiero, in quanto scorciatoie, rispondono ad un criterio di efficienza, che consiste nel ricercare il miglior risultato possibile con il minimo sforzo.

Emerge quindi che le abitudini sono essenzialmente una strategia di adattamento, cioè tentativi di soluzione efficace dei problemi che l'ambiente quotidianamente ci pone. La strategia di fondo è quella di adattarsi all'ambiente economizzando le risorse attraverso degli automatismi. Detto ciò, anche le abitudini, come qualsiasi altra strategia, hanno i loro inconvenienti. Infatti si è visto che l'abitudine funziona come una semplificazione,

e questo ovviamente comporta degli svantaggi, ad esempio in termini di precisione, di capacità di rispondere agli imprevisti, di flessibilità, ecc.

### 3 Alcune caratteristiche del comportamento abituale

Si possono identificare principalmente tre caratteristiche del comportamento abituale:

- l'automaticità *goal-directed*;
- il ruolo della forza dell'abitudine;
- la costruzione di rappresentazioni mentali.

Le abitudini comprendono spesso un tipo di automaticità *goal-directed*. Ciò significa che i comportamenti abituali sono stimolati dalla presenza di un obiettivo specifico. Per esempio, molti comportamenti spesso praticati come camminare, cucinare e, come si vedrà, la scelta di una modalità di viaggio (o di un percorso in una rete di trasporto), sono generalmente qualificati come automatici, ma richiedono impegno per essere messi in atto. In altre parole, queste azioni automatiche sono strumentali al conseguimento di un determinato obiettivo.

In secondo luogo, nella visione tradizionale della formazione delle abitudini, le esperienze soddisfacenti rafforzano la tendenza a ripetere la stessa procedura in quanto l'azione strumentale diventa più fortemente associata con l'obiettivo che inizialmente si è voluto raggiungere. Inoltre, più intenso è il rinforzo, più forte diventa l'associazione tra obiettivo e azione strumentale. Al contrario, l'insoddisfazione indebolisce il legame tra obiettivo e comportamento, riducendo la probabilità che il soggetto continui ad attuare lo stesso comportamento. Un rinforzo che avviene solo occasionalmente (ad esempio con frequenza mensile o annuale), non può portare al consolidamento di un'abitudine, anche se il comportamento può essere classificato come ricorrente. Pertanto, la forza dell'abitudine aumenta solo a seguito di una frequente ripetitività di rinforzi positivi, anche se risulta difficile valutare quanto regolarmente e frequentemente un comportamento debba essere attuato affinché possa diventare un'abitudine.

In terzo luogo, poiché il concetto di abitudine è fortemente radicato nella teoria comportamentista dell'apprendimento, per lungo tempo si è ritenuto che i processi

mentali (cognitivi) non mediassero l'attivazione automatica delle risposte abituali agli stimoli ambientali. Nella ricerca contemporanea, tuttavia, spesso si sostiene che la cognizione svolge un ruolo nel controllo diretto degli stimoli ambientali sul comportamento abituale. Per esempio, quando le stesse decisioni sono spesso perseguite e attuate in una data situazione, emergerà un'associazione tra la rappresentazione mentale di tale situazione e la rappresentazione delle scelte per soddisfare i rispettivi obiettivi. L'associazione frequente tra una particolare situazione e una particolare scelta, aumenta la forza e l'accessibilità di tale associazione. Pertanto, la ripetizione di una frequente azione in una situazione specifica facilita l'attivazione di rappresentazioni mentali. La fonte di una risposta abituale può essere pensata come una struttura cognitiva che viene appresa, memorizzata e prontamente recuperata dalla memoria in seguito alla percezione degli stimoli opportuni.

Sulla base delle caratteristiche del comportamento abituale sopra descritte, possiamo definire sinteticamente le abitudini come comportamenti automatici *goal-directed* che sono mentalmente rappresentati [H. Aarts, B. Verplanken e A. V. Knippenberg, 1998].

In definitiva, si sostiene che quando un comportamento è effettuato molte volte, le decisioni future e la loro successiva esecuzione sono principalmente guidate dalle abitudini, invece di essere basate su interpretazioni valutative. Una volta stabiliti dei comportamenti abitudinari, non si rende più necessario un vero e proprio processo di ragionamento, ma le azioni sono automaticamente evocate come conseguenza dell'obiettivo di agire. Vedremo in seguito, più specificamente, che quando la stessa decisione è stata presa più e più volte in passato in circostanze simili al fine di raggiungere un certo obiettivo, l'individuo non ha bisogno di formulare una intenzione consapevole. Di conseguenza, la frequenza del comportamento passato può direttamente influenzare il comportamento futuro.

## **4 Il ruolo delle intenzioni coscienti**

### **4.1 La teoria dell'Azione Ragionata**

Le intenzioni possono orientare consapevolmente i comportamenti attraverso processi di ragionamento controllati. I modelli di ragionamento razionale dell'azione illustrano come le risposte sono guidate dalle intenzioni coscienti. Tra le diverse teorie

della scelta razionale emerge la *teoria dell'Azione Ragionata* di Fishbein e Ajzen (1980) che costituisce, probabilmente, il modello più influente e ben documentato. La teoria dell'Azione Ragionata (o della motivazione) individua nell'intenzione il fondamento basilare del comportamento [H. Aarts, B. Verplanken e A. V. Knippenberg, 1998]. L'intenzione è la sintesi di due processi cognitivi paralleli: l'atteggiamento individuale verso il comportamento e le norme soggettive rilevanti. Il ruolo centrale viene attribuito alle norme soggettive (si veda Figura 2.1).

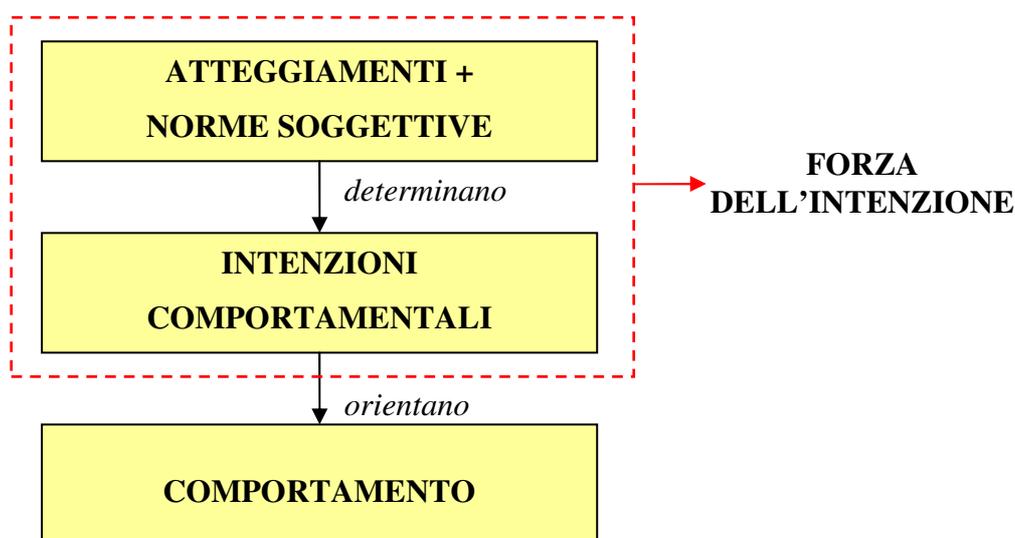
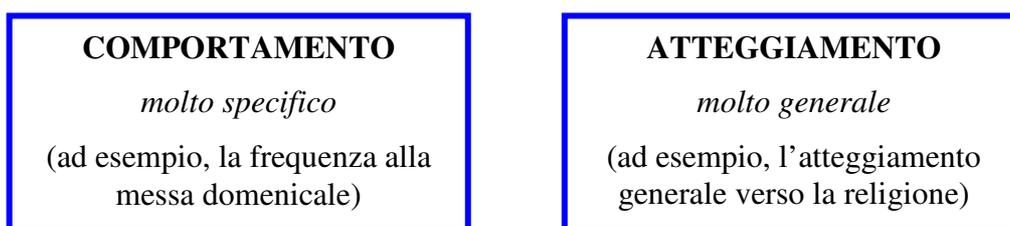


Figura 2. 1 Postulato della teoria della motivazione

L'*atteggiamento* rappresenta un'attitudine cioè un modo di comportarsi e si compone di due aspetti: una credenza (ad esempio si può credere che mangiare frutta faccia bene alla salute) e il valore soggettivo attribuito a tale credenza (ad esempio il voler mantenersi in salute). Un individuo può avere un considerevole numero di attitudini, anche conflittuali, riguardo ad un argomento o a un comportamento. “Ma che differenza c'è tra atteggiamento e comportamento?”. Fishbein e Ajzen hanno notato come ci sia di solito una differenza nel livello di generalità/specificità tra le misure di atteggiamento e il comportamento (ad esempio “Si potrebbe mai prevedere la presenza assidua alla messa domenicale solamente da un atteggiamento generale positivo verso la religione?”) (si veda Figura 2.2).



**Figura 2. 2** Confronto tra comportamento e atteggiamento

Le caratteristiche dell'atteggiamento che rendono possibile prevedere con una buona precisione il comportamento a cui è legato sono: la specificità, l'effetto dell'esperienza diretta e l'accessibilità. La teoria sostiene che le intenzioni specifiche, nel tenere un certo comportamento, sono buoni fattori predittivi di comportamenti specifici. Secondo gli autori, una condizione che occorre soddisfare, affinché gli atteggiamenti possano essere predittivi del comportamento, è che le misure degli atteggiamenti e del comportamento si collochino allo stesso livello di specificità. Altri fattori predittivi sono l'effetto dell'esperienza diretta e l'accessibilità. Gli atteggiamenti plasmati dall'esperienza diretta e che chiamano in causa l'interesse personale sono più affidabili quali fattori predittivi rispetto agli atteggiamenti acquisiti indirettamente e che non coinvolgono l'interesse del soggetto. Da ultima, una veloce accessibilità fa sì che alcuni atteggiamenti vengano in mente con più facilità di altri, al punto che la semplice menzione di un oggetto associato attiverà l'atteggiamento. Inoltre, da alcuni studi sperimentali, emerge che gli atteggiamenti basati su un migliore livello di conoscenza esercitano un'influenza più forte sul comportamento; d'altro canto, si possono avere atteggiamenti su fenomeni di cui non si sa quasi nulla.

Generalmente, ciò che pensiamo e proviamo influenza il nostro modo di agire. In realtà questo legame tra atteggiamenti e comportamento non è così semplice e lineare. Il contesto sociale influenza questa relazione tanto da portare l'individuo ad agire non coerentemente con i propri atteggiamenti (ad esempio l'aver un orientamento sfavorevole all'uso dell'auto privata negli spostamenti urbani e un atteggiamento positivo verso i mezzi pubblici, non è garanzia del fatto che domattina l'auto resterà a casa). Si è così introdotto un secondo fattore causale che contribuisce a determinare le intenzioni comportamentali: le *norme soggettive*. Per norme soggettive si intendono le credenze individuali riguardo al mondo sociale; in altre parole, esse fanno riferimento

alle credenze su come gli altri giudicano il comportamento che vorremmo mettere in atto. Gli atteggiamenti e le norme soggettive precedono le intenzioni.

Le *intenzioni* rappresentano piani di azione nel perseguimento degli obiettivi comportamentali o la probabilità che l'individuo consapevolmente si impegni in un particolare comportamento. L'intenzione è funzione di: atteggiamento nei confronti di un comportamento, percezione soggettiva delle norme sociali, fiducia nella capacità di poter esercitare un controllo sul comportamento. Gli atteggiamenti, le norme soggettive e le intenzioni determinano la forza dell'intenzione [J. A. Ouellette e W. Wood, 1998].

Un assunto di questa teoria è che il soggetto disponga delle risorse, abilità ed opportunità necessarie per intraprendere il comportamento. In realtà non è sempre così. Infatti da questa teoria sembra che il comportamento sia sotto il completo controllo dell'individuo, mentre vi sono svariate situazioni in cui ciò non si verifica, ad esempio: comportamenti che derivano dall'abitudine (es. mangiare carne), comportamenti che sono frutto di dipendenza (es. fumare) e comportamenti che derivano da stati emotivi (es. piangere).

## 4.2 La teoria del Comportamento Pianificato

Ajzen (1985) ha incluso un ulteriore fattore causale rispetto al precedente modello: il *controllo percepito* sul comportamento, che rappresenta la percezione di quanto sia facile o difficile eseguire il comportamento. L'inclusione del controllo percepito sul comportamento ha portato alla *teoria del Comportamento Pianificato* (si veda Figura 2.3).

Nella teoria del Comportamento Pianificato, il comportamento è guidato da considerazioni motivate. Questo significa che la causa del comportamento è l'intenzione ovvero la motivazione della persona che, con consapevolezza, esercita uno sforzo per mettere in atto un comportamento [H. Aarts, B. Verplanken e A. V. Knippenberg, 1998].

Si è deciso di limitarsi a una brevissima inquadratura della teoria del Comportamento Pianificato, in quanto ignora un aspetto decisamente importante per le finalità della tesi, cioè la natura ripetitiva dei comportamenti o meglio, il fatto che le scelte abituali in materia di spostamenti avvengono in modo automatico, risultando difficilmente

modificabili, soprattutto in circostanze in cui la mente è concentrata su altri elementi. Ciò mette in luce un limite della teoria, in quanto essa fa prevalentemente riferimento a situazioni non abituali, ovvero in cui non si verificano risposte comportamentali automatiche (associazione debole o assente). Assumendo, invece, che buona parte delle scelte in materia di spostamenti avvenga in contesti abituali (associazione forte), una relazione inversa lega le abitudini alle intenzioni. Considerata la forte difficoltà a controllare le risposte comportamentali automatiche, al fine di contrastare le abitudini, è indispensabile un livello di attenzione molto elevato. In situazioni in cui l'attenzione sia rivolta ad altri aspetti, un'intenzione contrastante con l'abitudine difficilmente riuscirà a determinare variazioni nella scelta. Inoltre la teoria trascura anche il ruolo delle componenti emozionali e del comportamento passato nell'influenzare il comportamento attuale. Concludendo, questa linea di ragionamento non può applicarsi ai domini comportamentali in cui il comportamento è simile, se non identico, a comportamenti eseguiti molte volte prima e che, di conseguenza, diventano abituali.

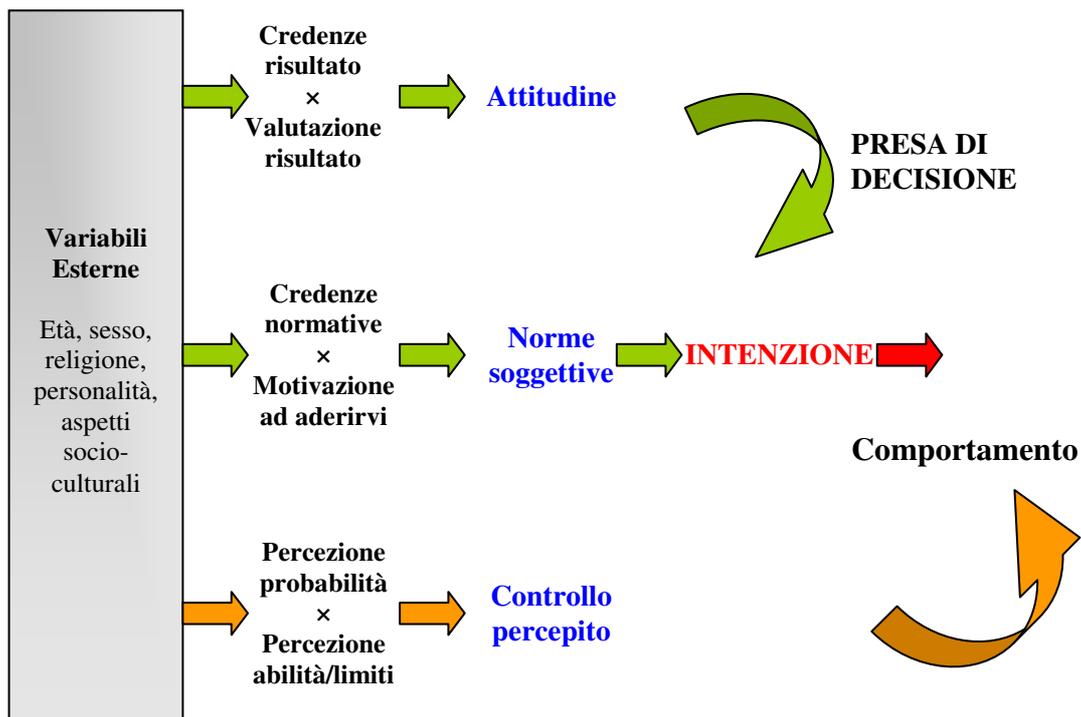


Figura 2. 3 Teoria del Comportamento Pianificato

### 4.3 Le intenzioni nei comportamenti abituali

L'idea che le abitudini possono essere parte di sistemi di comportamento intenzionali può sembrare contro intuitivo. I comportamenti abituali si attivano in risposta a stimoli ambientali, spesso senza la formulazione consapevole di qualsiasi intento nell'impegnarsi in una sequenza specifica di azioni. Per esempio, quando si risponde al telefono, poche persone formano consapevolmente un'intenzione su quale mano usare quando si solleva il ricevitore. Si è così dimostrato, portando come esempio un semplice gesto quotidiano, che le attività praticate spesso e in contesti stabili possono apparire involontarie per diversi motivi senza manifestare alcuna intenzione. Sebbene nelle fasi iniziali di acquisizione di una competenza, le intenzioni possono essere consapevolmente e deliberatamente formate in risposta agli eventi ambientali, con la ripetizione in contesti costanti, i comportamenti simili possono funzionare in modo autonomo. Una volta formate, tuttavia, le intenzioni non richiedono un controllo cosciente e vengono attivate come operazioni automatiche o quasi automatiche. Un altro motivo per cui le intenzioni non sono suscettibili di essere accessibili in un comportamento abituale è che, con la pratica, le intenzioni finiscono per essere inquadrate in generale piuttosto che in termini specifici. Quando, invece, si impara un comportamento o durante l'esecuzione di un comportamento difficile o in contesti imprevedibili, le intenzioni includono dettagli su come avviare, implementare e terminare l'azione [J. A. Ouellette e W. Wood, 1998].

Riassumendo, quando le intenzioni coscienti delle persone coincidono con il loro comportamento abituale, le azioni sono suscettibili di essere svolte direttamente e in modo relativamente automatico. Quando invece le intenzioni si oppongono al comportamento abituale, le risposte sono suscettibili di essere guidate dalle intenzioni solo nella misura in cui queste ultime sono abbastanza "forti" per sostituire le abitudini esistenti.

## 5 Le abitudini e le intenzioni nella previsione di azioni future

Nei paragrafi precedenti si è chiarito che i comportamenti abitudinari sono automaticamente evocati dall'obiettivo di agire e non necessitano, fin tanto che le condizioni al contorno rimangono inalterate, che si verifichi un processo di ragionamento. Più specificamente, quando la stessa decisione è stata presa più e più volte in passato in circostanze simili, al fine di raggiungere un certo obiettivo, il soggetto non ha bisogno di formulare un'intenzione consapevole nel momento in cui deve agire. Il verificarsi di opportuni stimoli attiva strutture mentali che, successivamente, guidano l'avvio immediato del comportamento. Di conseguenza, la frequenza del comportamento passato può influenzare il comportamento successivo in aggiunta all'atteggiamento, alle norme soggettive, al controllo percepito del comportamento e all'intenzione. In particolare, esistono due possibili percorsi attraverso cui l'abitudine influenza il comportamento futuro:

- (a) ripetizione automatica degli atti precedenti;
- (b) ricorso consapevole alle intenzioni comportamentali.

Nel primo caso la frequenza del comportamento passato ha un'influenza diretta sulla generazione di un'iniziativa, mentre nel secondo, al contrario, c'è un'influenza indiretta. Nel tentativo di concettualizzare l'influenza dell'abitudine nel prendere una decisione, Triandis (1980) ha proposto una teoria secondo la quale l'intenzione e l'abitudine interagiscono nel determinare il comportamento successivo. Questo autore ha sostenuto che la probabilità di un atto è una funzione dell'abitudine (cioè il numero di volte che l'atto è stato eseguito in passato), dell'intenzione di impegnarsi nell'atto (ad esempio l'influenza degli atteggiamenti e della pressione sociale) e della facilità apparente ad eseguire il comportamento. Triandis ha ipotizzato che se lo stesso comportamento è stato più frequentemente eseguito in passato (incrementando la forza dell'abitudine), l'individuo è meno guidato dalle intenzioni a svolgere tale comportamento. La forza dell'abitudine può quindi indebolire il rapporto tra concetti basati sulla ragione (atteggiamenti e intenzioni) e conseguente comportamento *goal-directed* [H. Aarts, B. Verplanken e A. V. Knippenberg, 1998]. Pertanto, quando gli individui formano

consapevolmente delle intenzioni, il comportamento passato è un fattore che le influenza (si veda Figura 2.4).

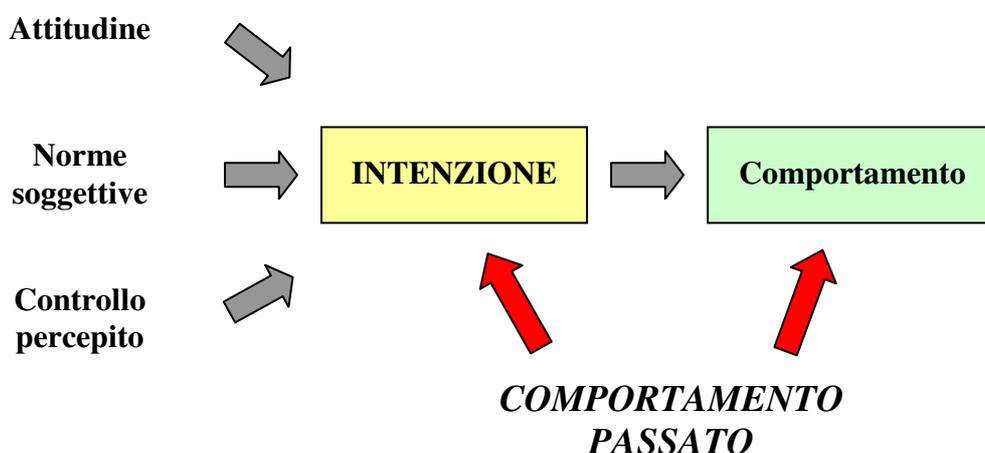


Figura 2. 4 L'influenza del comportamento passato

Esaminando l'interazione tra abitudine e intenzione nella previsione del comportamento successivo, si può affermare che le intenzioni sono meno importanti nel determinare il comportamento nella misura in cui l'abitudine aumenta di forza. In altre parole, quando il comportamento passato è stato praticato frequentemente in contesti costanti può essere eseguito in modo relativamente automatico, e le intenzioni deliberate smettono di guidare il comportamento futuro. Il comportamento futuro è una funzione diretta della frequenza dell'atto passato. Così, in contesti che incoraggiano lo sviluppo di abitudini, queste sono in grado di determinare con una certa sicurezza le risposte future che diventeranno sempre più controllate da un processo cognitivo automatizzato. Al contrario, in contesti in cui le abitudini non sono ben stabilite, o perché il comportamento è nuovo o perché il contesto è difficile o instabile, il comportamento è probabilmente guidato da processi coscienti (richiedendo almeno una minima deliberazione), come postulato nella teoria dell'Azione Ragionata e in quella del comportamento pianificato. Le risposte sono suscettibili di essere guidate da intenzioni consapevolmente formate, dagli atteggiamenti, dalle norme soggettive e dal controllo percepito. In questi ambiti, gli effetti del comportamento passato sul comportamento futuro sono generalmente mediati dalle intenzioni coscienti [J. A. Ouellette e W. Wood, 1998].

In sintesi, il comportamento passato è in grado di determinare il comportamento futuro soprattutto in contesti stabili e ha scarso effetto in contesti instabili, dove invece l'intenzione gioca un ruolo più importante.

## 6 *Decision-making* e rischio

### 6.1 *Decision-making*

La presa di decisioni o *decision-making* è un processo complesso in cui l'individuo deve valutare ed interpretare gli eventi, al fine di scegliere tra possibili azioni tra loro alternative. Ogni giorno e più volte al giorno, ci si trova a dover prendere decisioni che riguardano situazioni diverse, dalle più banali, come gli acquisti quotidiani, a quelle maggiormente rilevanti, come ad esempio la scelta di un nuovo lavoro. Quando si deve prendere una decisione è necessario considerare ed elaborare una notevole quantità di informazioni per generare delle alternative di scelta ed individuare quella più opportuna. Decidere significa, dunque, pervenire ad un giudizio definitivo, dopo aver ponderato una serie di possibili opzioni.

La presa di decisione è un processo di ragionamento che può essere compiuto in modo pianificato o meno. Scelte ponderate richiedono l'adozione di strategie deliberate basate su confronti ed ipotesi prima di giungere ad una decisione, mentre scelte automatiche, come si è visto, presuppongono la messa in atto di procedure già sperimentate senza un'approfondita analisi della situazione e delle alternative. Quest'ultima modalità di scelta viene frequentemente utilizzata in situazioni note e già sperimentate precedentemente o in situazioni in cui il decisore si sente sotto pressione, come quando percepisce di avere poco tempo per effettuare la scelta.

Lo studio dei comportamenti decisionali si può far risalire agli inizi degli anni '50 del secolo scorso: lo scopo principale delle ricerche sul tema era quello di descrivere come un soggetto dovrebbe prendere le decisioni se si comportasse in maniera "razionale". Tale approccio, chiamato *normativo*, prevede l'ottimizzazione delle risorse disponibili ed ipotizza la completa razionalità del processo decisionale, tentando di individuare i principi cui l'individuo dovrebbe attenersi. D'altra parte, l'approccio *descrittivo* allo studio della presa di decisioni è strettamente legato agli studi compiuti agli inizi degli anni '70 da: A. Tversky, P. Slovic, B. Fischhoff, S. Lichtenstein e D. Kahneman. A

differenza delle ricerche precedenti, tali autori non solo tentano di valutare se e in quali condizioni le preferenze espresse dagli individui violano le teorie normative, ma cercano anche di elaborare un modello psicologico a cui attribuire tali violazioni. Tale approccio mira, pertanto, a costruire modelli in grado di descrivere e prevedere il processo decisionale e ad individuare i fattori che lo condizionano [P. Slovic, B. Fischhoff e S. Lichtenstein, 1977]. Uno dei sostenitori della necessità di rivedere i modelli normativi classici è stato H. A. Simon, che ha formulato il noto concetto di *razionalità limitata*. Secondo H. A. Simon (1956), gli individui hanno una limitata capacità di elaborare le informazioni a causa dei vincoli del sistema cognitivo umano. Di conseguenza, il processo decisionale si conclude solitamente con la scelta di un'alternativa non ottimale, ma soddisfacente. Tale concetto, di fondamentale importanza all'interno dell'approccio descrittivo, ha posto le basi per lo studio sistematico delle principali "scorciatoie di pensiero" che guidano, e spesso determinano, le decisioni degli individui [H. A. Simon, 2000].

Di seguito vengono presentati i modelli normativi e quelli descrittivi, evidenziando in particolare l'evoluzione storica degli studi sull'argomento a partire dalla teoria classica della decisione.

### 6.1.1 Modelli normativi

**Il principio del valore atteso.** I modelli normativi della decisione si basano sulla nozione di *valore atteso* [D. Bernoulli, 1954], che consiste nella valutazione delle possibili conseguenze di una determinata scelta, tenendo conto del momento in cui si verificheranno e della probabilità che questi eventi si verifichino effettivamente. In altre parole, il valore atteso sintetizza ciò che il decisore può attendersi da ogni opzione di scelta. Secondo il principio del valore atteso, il decisore dovrebbe optare per l'opzione che gli consente di ottenere il valore monetario più elevato. In questo senso, la razionalità del decisore viene valutata sulla base della massimizzazione di un valore monetario.

**Il principio dell'utilità attesa.** Il principio del valore atteso si è rivelato inadeguato dal punto di vista predittivo. Non è infatti sempre possibile applicare tale principio ad ogni situazione. In particolare, non è sempre possibile convertire un risultato in valore

monetario ed, inoltre, lo stesso valore monetario può avere per persone diverse un diverso valore. A tal proposito, D. Bernoulli ha evidenziato un concetto, apparentemente ovvio, e cioè che non esiste una semplice equivalenza tra il valore monetario dei beni e il valore che questi ultimi hanno per le persone che li possiedono. In altre parole, le decisioni sono determinate più dall'interesse o utilità che gli esiti hanno per il decisore, ciò che l'autore chiama il "valore morale", piuttosto che dal loro semplice valore monetario.

La nozione di *utilità attesa* si basa sul principio che una scelta è "razionale" nella misura in cui massimizza l'utilità derivante dall'esito della scelta stessa. In altre parole, secondo questo modello teorico, le persone dovrebbero scegliere l'opzione alla quale è associata l'utilità attesa più elevata, cioè l'alternativa che in assoluto offre i guadagni più elevati o le perdite più basse.

La debolezza dei modelli normativi consiste nel non considerare i limiti del decisore umano. Tali modelli infatti, presuppongono che l'individuo abbia sempre ben delineate le proprie credenze e preferenze rispetto ad una situazione decisionale per massimizzare l'utilità attesa attraverso strategie di ottimizzazione. Non solo è discutibile il fatto che un decisore abbia preferenze chiare e coerenti, ma anche il fatto di non considerare il contesto decisionale e la capacità limitata del sistema cognitivo del decisore nell'elaborare informazioni. Si può quindi affermare che le teorie normative sono inadeguate non solo nel descrivere, ma anche nel predire il comportamento effettivo, a causa della loro "insensibilità" rispetto al contesto e al funzionamento del sistema cognitivo [H. A. Simon, 2000].

### 6.1.2 Modelli descrittivi

**Il rovesciamento delle preferenze.** A partire dagli inizi degli anni '70, la psicologia della decisione si è indirizzata sempre più verso lo studio di come effettivamente le persone prendono le decisioni, al fine di identificare meccanismi che rendano conto di un dato comportamento e ne consentano la previsione. L'*approccio descrittivo* ha prodotto i primi risultati con un lavoro condotto da S. Lichtenstein e P. Slovic (1971) in cui viene approfondito il cosiddetto fenomeno del *rovesciamento delle preferenze*. Tale fenomeno è stato dimostrato in diversi esperimenti in cui si osserva che, quando i soggetti devono scegliere fra due scommesse, essi preferiscono quella con

la più alta probabilità di vittoria, che però garantisce una piccola vincita. Tuttavia, quando viene chiesto loro di indicare quanto pagherebbero per queste stesse scommesse, essi stabiliscono un prezzo superiore per la scommessa con la più bassa probabilità di vittoria, che però offre una vincita più elevata. In altre parole, una stessa opzione viene giudicata diversamente in funzione del compito proposto. Nei compiti di scelta i soggetti sembrano focalizzare l'attenzione sulle informazioni relative alla probabilità della vincita, mentre nei compiti di valutazione l'elemento focale sembra diventare l'ammontare della vincita. Si può quindi affermare che gli individui considerano gli esiti come non equiprobabili [P. Slovic, B. Fischhoff e S. Lichtenstein, 1977].

**La teoria del prospetto e l'effetto framing.** La *teoria del prospetto* di D. Kahneman e A. Tversky (1982) è una delle prime teorie alternative a quella dell'utilità attesa e si basa sull'idea che gli individui interpretino e valutino le *prospettive* o le opzioni proposte in termini di scarto da un dato punto di riferimento. In altre parole, a prescindere dalle caratteristiche dello specifico contesto decisionale, sembra che i soggetti abbiano bisogno di individuare un punto di riferimento che funga da termine di paragone in base al quale valutare le opzioni a loro disposizione. Il processo decisionale si articola in due fasi successive. In primo luogo, il decisore procede ad una analisi del problema decisionale. In secondo luogo, il soggetto mette a confronto diverse prospettive al fine di stimarne il valore e di individuare quella con il valore più alto, che infine viene scelta [D. Kahneman e A. Tversky, 1979].

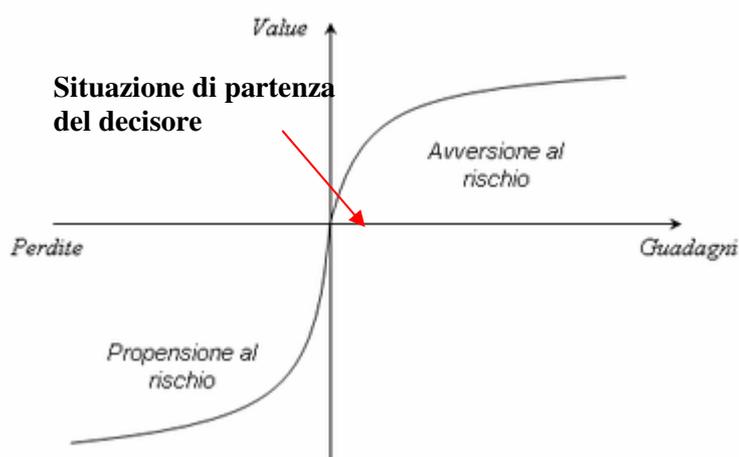
La teoria del prospetto differisce per almeno tre importanti aspetti dalla teoria dell'utilità attesa. In primo luogo, nella formulazione della teoria del prospetto il concetto di "valore" sostituisce la nozione di "utilità". Mentre l'utilità è generalmente definita solo in termini di massimo guadagno raggiungibile, il valore è definito in termini di guadagni o di perdite ovvero di scarti, con segno positivo o negativo, rispetto ad una certa posizione assunta come punto di riferimento neutro. La seconda differenza riguarda il modo in cui vengono considerate le probabilità associate agli esiti. La teoria dell'utilità attesa assume che il decisore valuti il 50% di probabilità di vincere una data somma come un'opportunità di vincere che ha esattamente la probabilità di verificarsi pari al 50%. Al contrario, la teoria del prospetto considera le preferenze come una funzione dei "pesi decisionali", cioè della valutazione soggettiva delle differenti

opzioni di scelta, e assume che tali pesi non corrispondano sempre ad effettive probabilità. La teoria del prospetto postula, infatti, che le persone non trattino le probabilità come sono realmente, ma ne utilizzino delle distorsioni. In particolare, gli individui tendono a sovrastimare le piccole probabilità e a sottostimare le probabilità medie o elevate. Infine, la teoria del prospetto afferma che le alternative per cui opta il soggetto dipendono dal tipo di rappresentazione mentale del problema decisionale (*effetto framing*). Secondo Tversky e Kahneman, infatti, i soggetti “costruiscono” i problemi, cioè elaborano *frames* in maniera differente a seconda del modo in cui viene strutturata la situazione problematica. Un'opzione di scelta corrisponde ad un guadagno o a una perdita in funzione del punto di riferimento adottato (*status quo*). Se il punto di riferimento è stabilito in modo tale che un certo esito venga considerato come un guadagno (si veda in Figura 2.5, l'asse positivo delle ascisse), allora il decisore tenderà ad essere avverso al rischio; per contro se il punto di riferimento è stabilito in modo tale che un certo esito venga visto in termini di perdita (si veda in Figura 2.5, l'asse negativo delle ascisse), allora il decisore tenderà a essere propenso al rischio (si veda la Figura 2.5, in cui la funzione "valore" risulta convessa per le perdite e concava per i guadagni). Questo significa che piccole variazioni vicine al punto di partenza (in entrambe le regioni) hanno un impatto maggiore sulla scelta rispetto a grosse variazioni lontane dal punto stesso. La teoria del prospetto postula, inoltre, che le perdite abbiano maggior valore dei guadagni per il decisore o in altre parole che un guadagno e una perdita dello stesso valore assoluto non hanno lo stesso effetto sulla scelta, ma una perdita ha proporzionalmente un impatto maggiore (si veda la Figura 2.5, in cui la curva ha una pendenza maggiore nella regione delle perdite). Questa proprietà è chiamata *avversione alle perdite* e gioca un ruolo fondamentale nello studio della presa di decisione.

Ricapitolando, le persone sono avverse al rischio nel caso dei guadagni (ad esempio, preferiscono una vincita certa ad una scommessa), mentre sono propense al rischio nel caso delle perdite (preferiscono una scommessa ad una perdita certa).

La teoria del prospetto può essere utilizzata per spiegare due fenomeni che costituiscono una violazione della teoria classica della decisione: il *sunk cost* e l'*endowment*. Il primo riguarda la tendenza degli individui a basare le proprie scelte su ciò che è stato deciso precedentemente, cioè in funzione dei costi che sono già stati sostenuti (*sunk cost*), piuttosto che sulle valutazioni delle conseguenze future, come prescrivono i modelli

normativi. Il secondo fenomeno, invece, si riferisce alla tendenza degli individui a ritenere che gli oggetti posseduti (*endowment*) abbiano un valore superiore a quello che avevano al momento dell'acquisto. In tal senso, le perdite vengono valutate più dei guadagni (ad esempio chi compra un oggetto è disposto a pagare una somma inferiore a quella che è disposto ad accettare chi vende). Riassumendo Kahneman e Tversky hanno posto l'accento su due importanti fenomeni psicologici: *l'effetto framing* e l'avversione alle perdite, introducendo una *value function*. In tale funzione le probabilità degli eventi possibili vengono ponderate attraverso un valore che rappresenta il “peso” che ogni esito ha nella valutazione dell'individuo.



**Figura 2. 5 Funzione di valore utilizzata nella teoria del prospetto**

**Fonte: D. Kahneman e A. Tversky, 1979**

## 6.2 Il rischio

### 6.2.1 Definizioni di rischio

Il rischio è un concetto di non facile definizione. Una definizione comune di rischio è: la possibilità che si verifichi un danno o una perdita. Tuttavia bisogna sottolineare che, ciò che per qualcuno è una perdita, per qualcun altro può essere un guadagno. Inoltre, anche se due individui considerano lo stesso esito una perdita, può esistere ugualmente una differenza nel significato attribuito a tale perdita. Analizzando la letteratura relativa al *decision-making*, è più facile trovare definizioni differenti piuttosto che una definizione singola di questo costrutto. Ad esempio, alcuni autori, tra cui B. Brehmer (1987), hanno definito il rischio come un fenomeno che si traduce nella

scelta di un'opzione conoscendo le probabilità di perdita ad essa associate. Altri lo hanno definito come un costrutto corrispondente alla probabilità con cui si può verificare una perdita oppure alla grandezza della perdita, ovvero quanto una perdita viene considerata un potenziale effetto negativo. Come sottolinea B. Brehmer, tutte le definizioni di rischio hanno in comune il fatto che si basano su termini astratti come probabilità e perdita. Naturalmente ciò che acquista rilievo nelle scelte in cui è implicato un rischio è la determinazione del rischio medesimo, ossia una valutazione della probabilità che il decisore possa subire una perdita [O. Renn, 1998].

### 6.2.2 Propensione al rischio

Per propensione al rischio si intende la predisposizione di un individuo a prediligere scelte rischiose. In letteratura esistono due differenti teorie che hanno tentato di concettualizzare questo costrutto. La prima definisce la propensione al rischio come un tratto della personalità stabile nel tempo e nelle diverse circostanze (B. Fischhoff e S. Lichtenstein, 1977). Individui propensi al rischio tendono a compiere scelte rischiose con alte poste in gioco e a provare piacere da tali scelte. L'osservazione opposta può essere fatta per individui avversi al rischio. Una concettualizzazione alternativa consiste nel vedere la propensione al rischio come una tendenza comportamentale, piuttosto che come un puro tratto di personalità (S. B. Sitkin e A. L. Pablo, 1992). Da questa prospettiva, la propensione al rischio non è solo influenzata dalle preferenze personali per il rischio, ma anche dal giudizio soggettivo sul fatto che valga la pena o meno rischiare al fine di aumentare la probabilità di ottenere vantaggi [S. B. Sitkin e A. L. Pablo, 1992].

## 7 L'inerzia o avversione al rischio

In fisica, l'inerzia di un corpo è la proprietà che determina l'opposizione alle variazioni dello stato di moto, ed è quantificata dalla sua massa inerziale. Allo stesso modo l'inerzia nel prendere le decisioni è la tendenza degli individui a preferire di restare nello *status-quo*. L'inerzia può essere anche caratterizzata come avversione alle

perdite, in quanto si suppone che la perdita dello *status-quo* ha un impatto maggiore che il guadagno di una opzione alternativa.

Gli approfondimenti psicologici sulla natura del comportamento e delle preferenze indicano una possibile tendenza a rimanere nello *status-quo* per due motivi:

1. preferenze precise e ben definite;
2. preferenze confuse e non ben definite.

### 1. Preferenze precise e ben definite

Se ci si chiede quale opzione dovrebbe essere scelta da un individuo che ha la stessa valutazione per le opzioni A e B, sembra chiaro che le persone che sono indifferenti tra due opzioni devono scegliere lo *status-quo*. Per esempio, anche in assenza di costi di transazione, non si dovrebbe essere sorpresi, nel contesto delle preferenze precise e ben definite, se la gente “preferisce” mantenere lo *status-quo* piuttosto che cambiarlo. Questo perché sia gli psicologi che gli economisti riconoscono che il comportamento delle persone è indirizzato secondo *motivi psicologici* (ad esempio ragioni, obiettivi, incentivi, ecc). Da questa idea di base consegue che le persone non agiscono per modificare lo *status-quo* a meno che non siano spinte a farlo per qualche motivo. Quanto discusso sopra è formalizzato nella *legge di inerzia psicologica*, che recita: “Una persona tenderà a mantenere lo *status-quo* a meno che sia spinta a modificare lo *status-quo* da un motivo psicologico”. La necessità di una forza psicologica, o motivo, per modificare lo *status-quo* implica che ci si può aspettare che le persone manifestino la preferenza di mantenere lo *status-quo* quando sono indifferenti tra le opzioni (si veda Figura 2.6). Tuttavia, tale effetto è improbabile che sia molto “robusto” nel contesto delle preferenze precise e ben definite, perché tali preferenze rendono la probabilità di indifferenza tra due opzioni non identiche estremamente bassa [D. Gal, 2006].

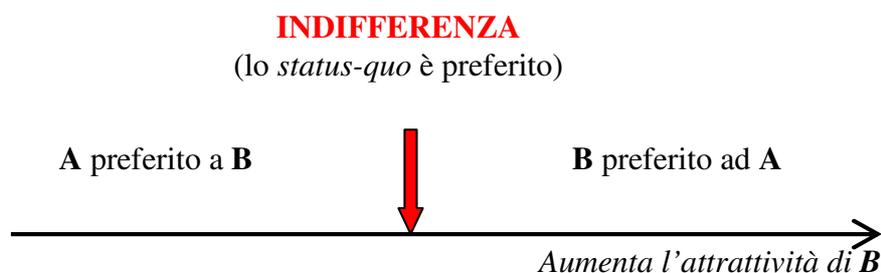
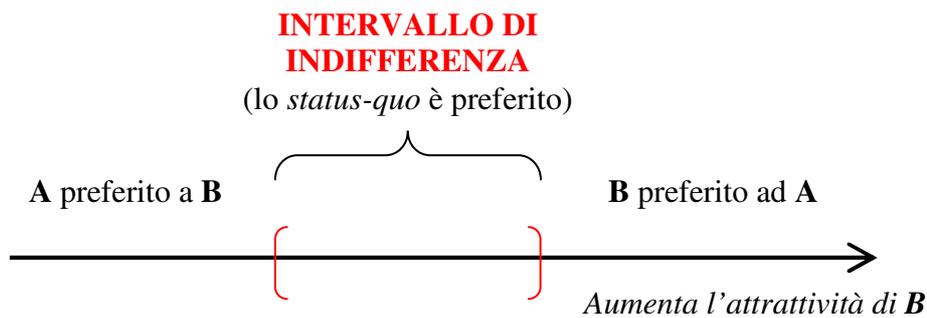


Figura 2. 6 Preferenze precise e ben definite

Fonte: D. Gal, 2006

## 2. Preferenze confuse e non ben definite

In questo caso le persone non sono in grado di giudicare con precisione il valore delle opzioni in un senso assoluto. Per esempio, quando due opzioni sono classificate allo stesso modo in termini di attrattiva, le persone tendono a rinviare la scelta, piuttosto che scegliere una delle due opzioni. Questo fa pensare che non sono in grado di giudicare precisamente l'attrattiva assoluta delle opzioni e, di conseguenza, non hanno un ordine preciso delle preferenze sulle opzioni che consenta loro di giustificare la scelta di una opzione rispetto all'altra. Se applichiamo questo ragionamento a una scelta tra qualsiasi due opzioni, A e B, allora possiamo supporre che le persone possono essere indifferenti (vale a dire, non hanno chiara preferenza) tra le opzioni A e B (si veda Figura 2.7), almeno fino a quando la differenza di attrattività tra le opzioni stesse rimane all'interno di un certo intervallo di valori.



**Figura 2. 7** Preferenze confuse e non ben definite

Fonte: D. Gal, 2006

La natura piuttosto confusa e non ben definita delle preferenze implica che le persone hanno spesso poco chiare le preferenze tra le opzioni, e, quindi, la propensione a rimanere nello *status-quo* è un effetto “robusto” [D. Gal, 2006].



## Capitolo 3 – LA MODELLAZIONE DELL'APPRENDIMENTO NELL'ANALISI DELLA DOMANDA DI TRASPORTO

---

### Premessa

Gli esperimenti e le relative scoperte nell'ambito della psicologia del trasporto sembrano richiedere una revisione degli approcci convenzionali costruiti sulla base dell'ipotesi di comportamento razionale del viaggiatore. Il problema di come i viaggiatori imparano, e come tale apprendimento influenza il loro comportamento, rappresenta una nuova sfida per la ricerca sulla domanda di trasporto.

In questo capitolo, si intende sottolineare il ruolo della ricerca, dell'informazione, dell'apprendimento e della conoscenza nel processo decisionale delle scelte di viaggio. Nella prima parte si concentra l'attenzione su tre tipologie di apprendimento: l'apprendimento rinforzato, l'apprendimento *belief-based* e quello bayesiano, in quanto sono quelli maggiormente utilizzati nelle applicazioni riguardanti l'analisi delle scelte individuali di trasporto. Oltre a ciò, vengono presentate anche alcune considerazioni in merito alla memoria limitata dei viaggiatori che, in una qualche misura, influenza il loro processo decisionale.

Nella seconda parte si discute come, in situazioni di scelta del percorso, diversi aspetti psicologici e comportamentali giocano contemporaneamente un ruolo importante. Questi si riferiscono al modo in cui il viaggiatore impara non solo dalle esperienze passate ma anche dalle informazioni. In altre parole l'esperienza e le informazioni di viaggio sono considerate input per il processo di apprendimento del viaggiatore. A questo scopo viene descritta la sperimentazione di E. Ben-Elia e Y. Shiftan (2010) che, attraverso una semplice ma non banale situazione, dimostra la complessità di prevedere correttamente le scelte di percorso dei viaggiatori in condizioni di incertezza. I risultati in questo campo rivestono particolare importanza per i sistemi ATIS.

Infine si riporta l'esempio del programma *Spitsmijden*, un esperimento particolarmente complesso, che ha come scopo la riduzione della congestione in un tratto autostradale attraverso la distribuzione di premi ai partecipanti. Si scoprirà che la pratica, poco

diffusa, di utilizzare incentivi per incoraggiare i pendolari a cambiare il loro comportamento funziona realmente.

## **1 Il ruolo dell'apprendimento nell'analisi della domanda di trasporto**

L'apprendimento è il processo attraverso il quale la conoscenza dell'individuo viene aggiornata da nuove esperienze e/o informazioni, ed è essenziale in vista dello sviluppo di tale conoscenza. Nel contesto della scelta del percorso, il processo di apprendimento consente agli individui di mettere in relazione le esperienze passate con i tempi di viaggio sperimentati attualmente, in modo da aggiornarne le stime o le percezioni.

I viaggiatori accumulano in continuazione informazioni, pertanto è fondamentale prendere in considerazione, nel processo di apprendimento, l'importanza relativa delle informazioni "vecchie" rispetto a quelle "nuove". Le informazioni più recenti, in genere, sono più rilevanti di quelle ottenute in passato. Tuttavia, il fatto che gli individui non cambiano bruscamente comportamento in seguito a un evento improvviso, implica che le informazioni più "vecchie" mantengono comunque la loro efficacia per un certo periodo di tempo.

I processi di apprendimento possono portare anche a cambiamenti nell'incertezza percepita connessa alle stime dei tempi di viaggio, che, di conseguenza, influisce sugli atteggiamenti e sulle percezioni di rischio. L'apprendimento e l'attitudine al rischio (si veda il capitolo 4) sono due aspetti fondamentali del processo decisionale. Dal momento che le esperienze passate influenzano la percezione degli utenti, modellare i meccanismi mediante i quali gli utenti integrano o imparano dalle esperienze passate e dalle informazioni è importante. I risultati di tali modelli forniscono un valido contributo agli studi che si occupano di impatto dei sistemi informativi ATIS sulle scelte di viaggio degli utenti.

## 2 Teoria dell'apprendimento rinforzato: imparare dalle sole esperienze

### 2.1 Introduzione

Nel primo capitolo si è detto che, nell'ambito della teoria comportamentista, le associazioni Stimolo-Risposta sono la forma tipica del modello di apprendimento con rinforzo. In ambienti complessi, le scelte individuali sono guidate da queste associazioni che si formano, e continuamente si adattano attraverso l'apprendimento innescato dall'interazione dell'individuo con l'ambiente. Nell'ambito della psicologia dei comportamenti di viaggio, secondo la teoria dell'apprendimento rinforzato, il viaggiatore (o "agente") impara dalle esperienze di viaggio con l'obiettivo di ottenere risultati soddisfacenti. Grazie alle esperienze passate, i viaggiatori acquistano una migliore conoscenza dell'ambiente con il quale interagiscono, e sviluppano strategie di adattamento per far fronte all'evoluzione del sistema di trasporto. Naturalmente un viaggiatore conosce il suo costo di viaggio nel giorno corrente, attraverso la sua esperienza, ma non può conoscere i costi relativi ai percorsi che non ha utilizzato.

La ricerca e la memoria svolgono un ruolo chiave nella fase di apprendimento. Attraverso la ricerca l'individuo esplora le opportunità di scelta nel suo ambiente e, dopo aver scelto e utilizzato l'opzione che ritiene più vantaggiosa, mantiene una registrazione in memoria degli effetti associati alle azioni. Le azioni che producono effetti positivi hanno un ruolo di rinforzo, pertanto hanno una maggiore probabilità, in simili condizioni, di essere ripetute in futuro. Invece, le azioni con risultati negativi tendono ad essere evitate. Gli effetti vengono modellati attraverso una *funzione di ricompensa* che simula i risultati delle azioni attuate in termini di un valore numerico, il quale esprime la misura in cui il risultato soddisfa gli obiettivi individuali. Si noti che le ricompense possono cambiare nel tempo. Assumendo un certo grado di comportamento razionale, l'obiettivo dell'agente è di massimizzare la ricompensa ottenuta.

Uno dei primi modelli, in cui le decisioni attuali vengono prese facendo riferimento alle informazioni dei costi di viaggio raccolte in passato, è stato proposto da J. L. Horowitz (1984), che propone un modello di scelta di percorso di forma lineare, introducendo una somma pesata dei costi di viaggio misurati nelle precedenti esperienze e un termine di errore aleatorio. Viene anche presentato un modello per simulare le scelte di percorso in

una rete di trasporto astratta [A. T. Rocha e A. L. C. Bazzan, 2012], in cui l'algoritmo proposto si basa sul cosiddetto *Q-learning*, una tecnica di apprendimento per rinforzo.

## 2.2 L'apprendimento per rinforzo

L'apprendimento per rinforzo, RL (*Reinforcement Learning*), modella tipicamente il caso di un agente che percepisce ed agisce in un certo ambiente, con lo scopo di imparare a fare la scelta ottimale, o la scelta che lo avvicina di più al suo obiettivo. In altre parole, l'agente percepisce lo stato dell'ambiente, sceglie un'azione disponibile in tale stato e quindi riceve immediatamente un segnale di rinforzo dall'ambiente, legato al nuovo stato raggiunto. In figura 3.1 si illustra un problema di apprendimento per rinforzo modellato come un *processo di decisione di Markov* (MDP). In tale processo, un agente, che si muove in un ambiente (rappresentabile mediante un insieme discreto di stati  $S$ ), è in grado di percepire un vettore di ingresso, o percezione, che lo informa dello stato  $s$  in cui si trova. L'esecuzione di un'azione  $a \in A$  (insieme discreto di azioni eseguibili dagli agenti) produce una *transizione di stato*  $T: S \times A \rightarrow \Pi(S)$  (dove  $\Pi(S)$  è una distribuzione di probabilità su  $S$ ) e una *funzione di ricompensa*  $R: S \times A \rightarrow \mathcal{R}$ . Con  $T(s, a, s')$  si intende la probabilità di passare dallo stato  $s$  allo stato  $s'$  dopo aver eseguito un'azione  $a$  in  $s$ .

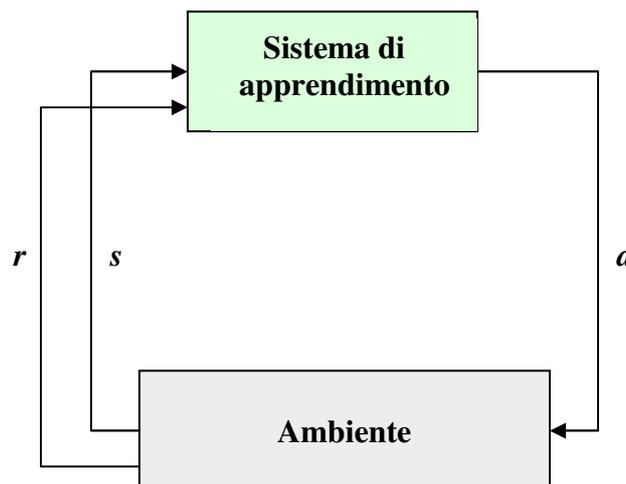


Figura 3. 1 Apprendimento per rinforzo secondo il processo di decisione di Markov

Per scegliere in ogni istante l'azione da eseguire, l'agente fa uso di una *strategia*, definita come  $\pi: S \times A \rightarrow \mathcal{R}$ , che associa l'attuale stato  $s$  ad una azione  $a$  eseguita dall'agente. Tale politica è ottenuta sottoforma di tabella stati/azioni (*Q-table*). Per agire l'agente deve valutare in ogni stato, e per ogni azione intrapresa, il *valore atteso* della ricompensa futura. È proprio questa l'informazione che l'agente deve apprendere cioè: una *value function*  $V: S \rightarrow \mathcal{R}$ , oppure una *value-action function*  $Q: S \times A \rightarrow \mathcal{R}$ . Il *valore ottimale* di uno stato,  $V^*(s)$ , è la somma delle ricompense che l'agente guadagna a partire dallo stato  $s$  e seguendo l'orientamento ottimale. La politica ottimale  $\pi^*$  rappresenta l'associazione degli stati alle azioni che massimizza la ricompensa futura [A. T. Rocha e A. L. C. Bazzan, 2012].

### 2.3 Il modello decisionale di scelta del percorso di J. L. Horowitz

J. L. Horowitz (1984) è stato uno dei primi studiosi ad indagare la stabilità dell'equilibrio stocastico in una rete di trasporto semplificata, concentrandosi sulla stima del costo di viaggio medio percepito attraverso una media pesata dei costi realizzati nei periodi precedenti (l'impatto delle informazioni di viaggio non è stato trattato). Nei modelli stocastici, i costi dei percorsi oggettivi e quelli percepiti dai viaggiatori differiscono di un residuo aleatorio, legato agli effetti degli errori di percezione nella stima dei costi. L'autore propone tre modelli per studiare il processo decisionale che porta alla scelta del percorso, e per ognuno indaga la *stabilità* dell'equilibrio. Nello specifico, se si assume che  $V_{it}$  sia il volume di traffico del link  $i$  nel periodo di tempo  $t$  ( $t = 1, 2, \dots$ ) e che  $V_{ie}$  sia l'*unico* volume di equilibrio dello stesso link  $i$ , l'equilibrio è stabile se per tutti i link:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} V_{it} = V_{ie} \quad (3.1)$$

a prescindere dal volume iniziale dei link o dai costi di viaggio percepiti iniziali [J. L. Horowitz, 1984].

Il problema della stabilità dell'equilibrio nelle reti di trasporto è estremamente complesso in quanto legato alla varietà e alla complessità dei modi in cui le decisioni di viaggio possono dipendere dagli esiti delle esperienze passate. Pertanto, per una trattazione più semplice, nello studio di Horowitz sono state adottate le seguenti *ipotesi*:

- la rete di trasporto è costituita da due soli link che collegano l'origine alla destinazione;
- i viaggiatori si spostano dall'origine alla destinazione in una sequenza di periodi  $t = 1, 2, \dots$ ;
- i costi dei link sono dipendenti dai flussi, pertanto i costi reali non sono noti ai viaggiatori fin tanto che il viaggio non si verifica. Ciò comporta che le scelte di percorso devono essere basate sulle informazioni riguardanti i costi di viaggio dei periodi precedenti;
- il flusso della domanda totale origine destinazione è noto e fissato.

Di seguito, si considera il primo modello che tiene conto della relazione tra i costi di viaggio con cui il viaggiatore si è confrontato nelle esperienze precedenti, e le scelte di percorso correnti. Il modello viene così formulato:

$$\hat{C}_{it} = \sum_{k=1}^{t-1} w_k (t-k) C_{ik} + \varepsilon_{it}; i = 1,2 \quad (3.2)$$

dove:

$\hat{C}_{it}$  = costo di viaggio percepito del link  $i$  nel periodo  $t$  in cui il viaggiatore deve decidere quale percorso utilizzare;

$C_{ik}$  = costi di viaggio oggettivi del link  $i$  nei periodi  $k$  precedenti al momento della decisione;

$\varepsilon_{it}$  = residuo aleatorio ;

$w_k (t-k)$  = peso (non negativo)<sup>1</sup>.

In parole: le decisioni di scelta di percorso si basano su una media pesata dei costi di viaggio misurati nei periodi di tempo precedenti il periodo in cui viene presa la decisione (cioè per  $t \leq t-1$ ). I pesi, attribuiti ai costi dei percorsi sperimentati in precedenza, descrivono l'influenza dei costi passati, lontani e recenti, sulla percezione corrente del viaggiatore. In particolare, se le percezioni dell'individuo al tempo  $t$  sono determinate principalmente dai costi recenti (con tendenza a dimenticare quelli più lontani), allora sarà lecito supporre che  $w_1(t-1) < w_2(t-1) < \dots < w_{t-1}(t-1)$ . Al contrario, se  $w_1(t-1) > w_2(t-1) > \dots > w_{t-1}(t-1)$  allora ciò significa che il viaggiatore attribuisce un maggior peso alle esperienze più lontane nel tempo che hanno contribuito allo sviluppo di forti abitudini. Dal momento che l'abitudine è strettamente legata all'apprendimento

---

<sup>1</sup> Per ogni periodo  $t$ , deve essere verificato che la somma di tutti i pesi deve essere pari a uno.

per rinforzo e alla memoria nella sua fase iniziale di formazione, una volta consolidata, la misura in cui il processo di apprendimento si verifica diminuisce. In questo caso la scelta di percorso sarà influenzata dall'inerzia, e non sarà facilmente condizionata dagli eventi recenti tanto più il viaggiatore è sfavorevole alla sperimentazione di nuove alternative.

Si è detto che la stabilità dell'equilibrio dipende dalla relazione tra i costi di viaggio oggettivi misurati nelle esperienze passate, e le scelte di percorso correnti dei viaggiatori. In questo modello, la stabilità dipende da come i viaggiatori assegnano i pesi ai costi passati (recenti e distanti). Se i pesi sono opportunamente bilanciati la stabilità è assicurata, altrimenti se troppo sbilanciati a favore delle esperienze recenti o di quelle passate, l'equilibrio non è stabile.

Per concludere, si propongono delle brevi considerazioni sul modello appena descritto. Il primo aspetto riguarda lo scarso approfondimento nella definizione dei pesi. L'autore accenna al fatto che i pesi devono essere valori positivi, senza precisare da cosa dipendono. Un altro aspetto è legato al parametro  $k$ , la cui variazione ( $k = 1, 2, \dots, t-1$ ) fa presumere che l'autore assuma che il viaggiatore abbia una capacità illimitata nel ricordare gli eventi passati. Per quanto riguarda il primo aspetto, Horowitz assume una formulazione del tipo:  $w = \frac{1}{t}$ , in cui tanto più l'evento appartiene a un passato lontano tanto più il peso associato ad esso diminuirà. In altre parole, è più logico pensare che rinforzi lontani nel tempo pesino di meno di quelli più recenti. Altrimenti, i pesi possono derivare da un'analisi psicologica secondo il seguente concetto: se l'azione (in questo caso la scelta di percorso) comporta un premio (risultato positivo) allora il peso sarà alto in modo da indurre l'utente a compiere la medesima scelta. Altrimenti, in caso di "punizione" (risultato negativo), il peso sarà basso in modo da scoraggiare il viaggiatore. L'assunzione di memoria illimitata non è plausibile, in quanto la memoria di un evento decade nel tempo. Esistono modelli che includono il cosiddetto "parametro di recuperabilità" che rappresenta la facilità con cui la traccia dell'evento può essere recuperata dalla memoria. Quindi in una qualche misura la memoria limitata dei viaggiatori influenza i comportamenti di scelta del percorso.

## 2.4 Un esempio di modello di apprendimento con rinforzo per simulare le scelte di percorso

### 2.4.1 Introduzione

In questo paragrafo, l'assegnazione del traffico è modellata come un problema di apprendimento rinforzato in cui gli agenti prendono decisioni sulla base della sola esperienza acquisita [A. T. Rocha e A. L. C. Bazzan, 2012]. Gli agenti devono fare una scelta tra diversi percorsi disponibili e ricevono una ricompensa legata al percorso selezionato. In questo processo ripetitivo, emerge un meccanismo di apprendimento-adattamento che guida la scelta successiva del decisore sulla base dei premi ricevuti precedentemente. Si assume l'assenza di comunicazione tra gli agenti e si considera solo ed esclusivamente l'influenza dell'esperienza sul processo decisionale, senza tener conto della possibile disponibilità di informazioni di viaggio.

Lo studio di Rocha e Bazzan intende analizzare come, in uno scenario complesso e competitivo, gli agenti imparano a scegliere i percorsi considerando gli altri soggetti come parte dell'ambiente. Per tale ragione è stato scelto uno scenario di pendolarismo, in cui è sensato supporre che i viaggiatori scelgono i percorsi indipendentemente dagli altri utenti e basandosi sulla propria esperienza personale. I pendolari giornalieri di solito hanno un'idea piuttosto precisa del tempo necessario per arrivare alla loro destinazione e, se raggiungono la destinazione in un tempo congruente con le loro aspettative, allora il tempo di viaggio viene considerato ragionevole. Da un punto di vista globale, è opportuno che i veicoli siano distribuiti nella rete stradale proporzionalmente alla capacità di ciascuna strada. Trovare un buon compromesso tra prestazione individuale (tempi di viaggio) e globale (occupazione della strada) non è sempre semplice. I risultati sperimentali dimostrano che, utilizzando l'algoritmo proposto, si ottengono ragionevoli tempi di percorrenza individuali (nell'intervallo delle aspettative dei viaggiatori) e i veicoli si distribuiscono nella rete stradale in modo da utilizzare in maniera efficiente le capacità disponibili.

### 2.4.2 L'algoritmo

L'algoritmo proposto da A. T. Rocha e A. L. C. Bazzan (2012) si basa sul *Q-learning*, una tecnica di apprendimento per rinforzo il cui obiettivo è apprendere una

*value-action function* che dia il valore atteso dell'utilità derivante dallo scegliere una data azione in un certo stato seguendo una strategia fissata. L'algoritmo è provvisto di una funzione per calcolare la qualità di una certa coppia stato-azione:  $Q: S \times A \rightarrow \mathbb{R}$ . Prima che l'apprendimento inizi,  $Q$  restituisce un valore fisso, scelto dal modellista. Poi, ogni volta che l'agente riceve una ricompensa vengono calcolati nuovi valori per ogni combinazione stato-azione. Il cuore dell'algoritmo fa uso di un processo iterativo di aggiornamento e correzione basato sulla nuova informazione:

$$Q(s_t, a_t) \leftarrow \underbrace{Q(s_t, a_t)}_{\text{vecchio valore}} + \underbrace{\alpha_t(s_t, a_t)}_{\text{learning rate}} \times \left[ \underbrace{R_{t+1}}_{\text{ricompensa}} + \underbrace{\gamma}_{\text{fattore di sconto}} \underbrace{\max_{a_{t+1}} Q(s_{t+1}, a_{t+1})}_{\text{valore futuro massimo}} - \underbrace{Q(s_t, a_t)}_{\text{vecchio valore}} \right] \quad (3.3)$$

dove:  $\alpha_t(s_t, a_t)$  è il tasso di apprendimento (o *learning rate*),  $\gamma$  è il fattore di sconto e  $R_{t+1}$  è la ricompensa osservata dopo aver eseguito  $a_t$  in  $s_t$ .

Ogni iterazione dell'algoritmo segue i passi illustrati in figura 3.2.

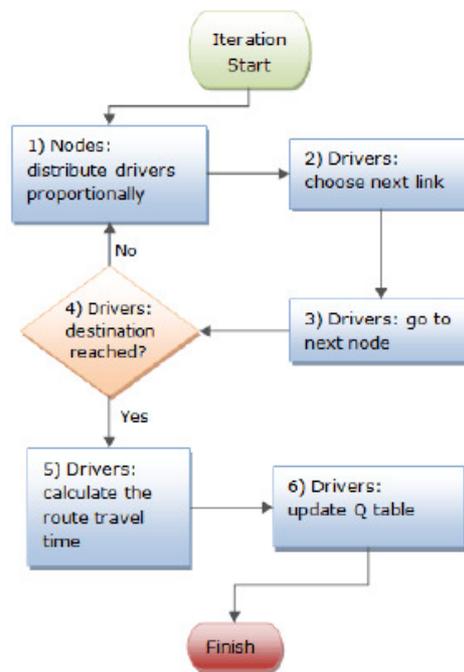


Figura 3. 2 Diagramma di flusso per l'algoritmo RL

Fonte: A. T. Rocha e A. L. C. Bazzan, 2012

Nella fase di inizializzazione, i viaggiatori vengono distribuiti casualmente tra le coppie OD, e ognuno calcola il percorso più breve  $P^*$  per la sua coppia<sup>2</sup>. Per ciascun conducente, il tempo di percorrenza previsto  $et_{P^*}$  è calcolato sommando i tempi di percorrenza<sup>3</sup> di ogni arco appartenente al percorso  $P^*$  sulla base del numero atteso di conducenti  $ex$  sullo stesso. Durante l'esecuzione vengono seguiti i passi dall'1 al 6. Al passo 1, i conducenti sono ipoteticamente distribuiti tra i link in uscita dei nodi contenenti veicoli. Questa distribuzione ipotetica è proporzionale alla capacità di ogni collegamento. In seguito (passo 2), gli agenti scelgono quale link percorrere, decidendo se seguire la loro politica sfruttando ciò che conoscono, ovvero le *value-function* (*exploit*), o se fare qualcosa di diverso esplorando lo spazio delle alternative a disposizione (*exploration*). La soluzione più logica sembra quella di esplorare molto inizialmente, e relativamente poco successivamente. Il più semplice metodo per selezionare un'azione è il cosiddetto metodo  $\epsilon$ -greedy (“avido”), il quale impiega un algoritmo in cui l'agente ad ogni passo prende la decisione che in quel momento appare essere la migliore. Vale a dire che l'agente fa una scelta localmente ottima, nella speranza che questa porterà ad una soluzione globalmente ottima. Una volta raggiunta la destinazione del link scelto (passo 3), se questo nodo è la destinazione finale del conducente (passo 4), il viaggio si conclude, altrimenti i passi dall'1 al 4 vengono ripetuti. Al passo 5, ogni conducente calcola il tempo di percorrenza effettivo  $at_P$  del percorso scelto P, dato dalla somma dei tempi di percorrenza degli archi che appartengono al percorso P. Infine al passo 6, i conducenti aggiornano i valori di *Q-table* con le voci corrispondenti ai link nel percorso P, secondo la formula di aggiornamento *Q-learning*:

$$Q(a_t) = (1 - \alpha_t) \cdot Q(a_t) + \alpha_t \cdot [R_{t+1} + \gamma \cdot \max Q(a_{t+1})] \quad (3.4)$$

dove  $Q(a)$  è il *Q-value* per aver agito scegliendo il link  $a$ . Si noti che l'espressione è la stessa vista precedentemente (3.3), ma formulata in modo diverso. Giunti a questo punto è opportuno descrivere nel dettaglio le tre variabili che influenzano l'algoritmo:

---

<sup>2</sup> Dato che non ci sono pesi associati ai collegamenti di rete, il percorso più breve è quello con il minor numero di link tra origine e destinazione.

<sup>3</sup> Il tempo di viaggio si calcola per ciascun percorso utilizzando la formulazione BPR.

1. il *learning rate* ( $\alpha$ ) determina con quale estensione le nuove informazioni acquisite sostituiscono le vecchie informazioni. In particolare per:  $\alpha \rightarrow 0$ , l'agente non apprende; al contrario per  $\alpha \rightarrow 1$ , l'agente si interessa solo delle informazioni recenti;
2. il *fattore di sconto* ( $\gamma$ ) determina l'importanza delle ricompense future. Un fattore pari a 0 rende l'agente in grado di considerare solo le ricompense attuali, mentre un fattore che tende ad 1 rende l'agente attento anche alle ricompense che riceverà in un futuro a lungo termine;
3. la *funzione di ricompensa* ( $R$ ) ha l'obiettivo di incentivare gli agenti ad assumere diversi comportamenti. Percorrendo una strada, un conducente riceve un premio  $R$ , definito come:

$$R = s(R_{tt}) + (1 - s)(R_{occ}) \quad (3.5)$$

dove  $R_{tt}$  è la componente di premio per quanto riguarda il tempo di viaggio,  $R_{occ}$  è la componente di premio per quanto riguarda l'occupazione della strada e  $s$  è un coefficiente di *selfishness* (o "egoismo"). Il coefficiente di egoismo determina se il conducente privilegerà il proprio benessere, cercando di minimizzare il suo tempo di viaggio (infatti se  $s \rightarrow 1$  allora  $R$  dipende solo da  $R_{tt}$ ), o il benessere sociale tendendo a scegliere strade con meno occupazione (infatti se  $s \rightarrow 0$  allora  $R$  dipende solo da  $R_{occ}$ ). Per maggiori dettagli si veda la Tabella 3.1.

Un altro importante parametro da prendere in considerazione nel caso in cui si adotti la strategia  $\epsilon$ -greedy è la probabilità  $\epsilon$ . I partecipanti, al passo 2, possono scegliere un link arbitrario con probabilità  $\epsilon$ , o scegliere il migliore collegamento, secondo il *Q-table*, con probabilità  $(1 - \epsilon)$ .

Tabella 3. 1 Le componenti del premio

	Componente del premio relativa al tempo di viaggio	Componente del premio relativa all'occupazione della strada
<b>Formulazione matematica</b>	$R_{tt} = -t_a(x) \times W,$ $W = \frac{at_p}{et_{p^*}}$	$R_{occ} = \left( \frac{c_a}{x_a} \right) - 1$
<b>Variabili in gioco</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>t_a(x)</math> = funzione di tempo di percorrenza;</li> <li>- <math>W</math> = peso del percorso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>c_a</math> = capacità del link;</li> <li>- <math>x_a</math> = numero effettivo di veicoli sul link.</li> </ul>
<b>Considerazioni</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se il tempo di viaggio effettivo <math>at_p</math> è maggiore di quello atteso <math>et_{p^*}</math>, <math>W</math> cresce e <math>R_{tt}</math> cresce in valore assoluto <math>\rightarrow</math> il premio <math>R</math> cala;</li> <li>- <math>R</math> diminuisce all'aumentare del tempo di viaggio <math>t_a(x)</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>R_{occ} &gt; 0</math> se il conducente sceglie un arco non congestionato (<math>c_a &gt; x_a</math>) <math>\rightarrow</math> il premio <math>R</math> cresce;</li> <li>- <math>R_{occ} &lt; 0</math> se il numero di veicoli sul link è maggiore della sua capacità.</li> </ul>
<b>Nell'equazione</b> $R = s(R_{tt}) + (1-s)(R_{occ})$	<b>quando <math>s \rightarrow 1</math></b>	<b>quando <math>s \rightarrow 0</math></b>
	I conducenti cercano di minimizzare i tempi di viaggio individuali facendo <i>scelte egoistiche</i> . Quindi verrà scelto comunque un percorso congestionato se conduce più velocemente di altri alla destinazione.	I conducenti fanno scelte che tengono conto del <i>benessere sociale</i> , alleggerendo il flusso di traffico sulla rete e riducendo così la congestione.

### 2.4.3 Lo scenario di test

La rete stradale astratta utilizzata negli esperimenti si compone di 10 nodi e 24 link, come illustrato nella figura 3.3. I nodi 1, 2 e 3 sono le possibili origini (ipotetici quartieri in cui vivono i partecipanti) mentre i nodi 8, 9 e 10 sono le possibili destinazioni (ipotetici posti di lavoro); di conseguenza si hanno nove possibili coppie OD che rimangono fisse per uno stesso partecipante durante tutto l'esperimento. Ogni iterazione dell'esperimento rappresenta lo spostamento quotidiano. I collegamenti di

rete hanno lo stesso peso, ciò significa che non c'è alcuna differenza nella loro lunghezza.

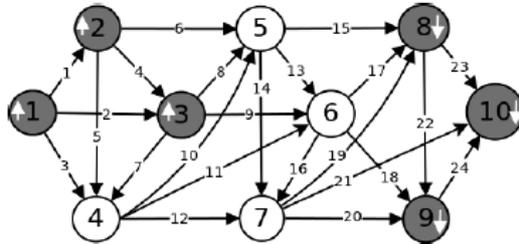


Figura 3. 3 Rete stradale utilizzata nei test

Fonte: A. T. Rocha e A. L. C. Bazzan, 2012

Nello studio qui descritto si applica il concetto di *learners* indipendenti in un sistema multi-agente competitivo, in quanto gli agenti competono per una risorsa: la rete stradale. Ciò significa che un agente considera gli altri utenti come parte dell'ambiente. Così l'apprendimento, e il conseguente cambiamento di comportamento degli altri utenti, viene inteso come una variazione della dinamica dell'ambiente. Per questo motivo, gli agenti seguono il concetto di discenti indipendenti.

Il processo di decisione di Markov per questo problema è modellato come segue: c'è un unico stato (lo scenario non cambia) quindi non c'è bisogno di una funzione di transizione; l'insieme delle azioni comprende la selezione dei link in uscita dai nodi della rete; non tutti i link sono disponibili in fase di scelta in quanto ciò dipende dal nodo della rete in cui il conducente si trova.

#### 2.4.4 I risultati

In questi esperimenti, l'obiettivo era quello di testare l'effetto del coefficiente  $s$  sul comportamento di 1001 conducenti. I valori dei parametri dell'algoritmo sono:  $\alpha = 0.5$ ,  $\gamma = 0.4$  e  $\varepsilon = 0.1$ . Per il tempo di percorrenza:  $\alpha = 1$  e  $\beta = 2$  (parametri della funzione BPR); ciò significa che, all'aumentare del numero di agenti su un link, il tempo di percorrenza aumenta con legge quadratica. La costante  $f_a$ , ovvero il tempo a *free-flow* (parametro della funzione BPR), è impostata pari a 5 minuti per tutti i link. La capacità delle strade è assegnata casualmente nell'intervallo [130;250] all'inizio della

simulazione. Al fine di valutare il *Q-learning*, i risultati verranno presentati in termini di tempi di viaggio individuali e di distribuzione di veicoli nella rete stradale.

La figura 3.4 mostra come il parametro APDIFF (pari al valore assoluto della differenza tra la distribuzione effettiva dei veicoli in rete e quella ottenuta da una ipotetica distribuzione proporzionale alla capacità dei link) cresce al crescere del coefficiente di *selfishness*. Ciò significa che, quando i conducenti si sforzano di evitare le strade congestionate (valori più bassi di  $s$ ), la loro distribuzione sulla rete stradale si avvicina alla proporzionale. La figura 3.5 mostra l'utilizzo della rete stradale per  $s = 0$ , in cui è evidente che il numero effettivo e proporzionale dei veicoli sono molto simili per la maggior parte dei link. Questo non avviene quando  $s = 1$ , come mostrato in Figura 3.6.

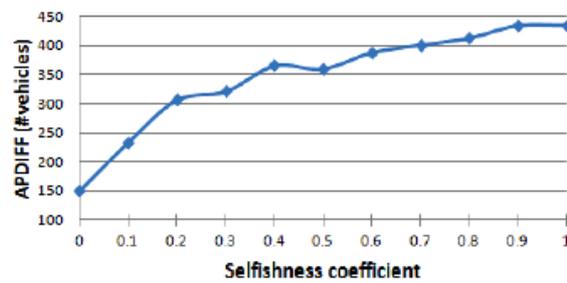


Figura 3. 4 Andamento della distribuzione dei veicoli in relazione al coefficiente di *selfishness*

Fonte: A. T. Rocha e A. L. C. Bazzan, 2012

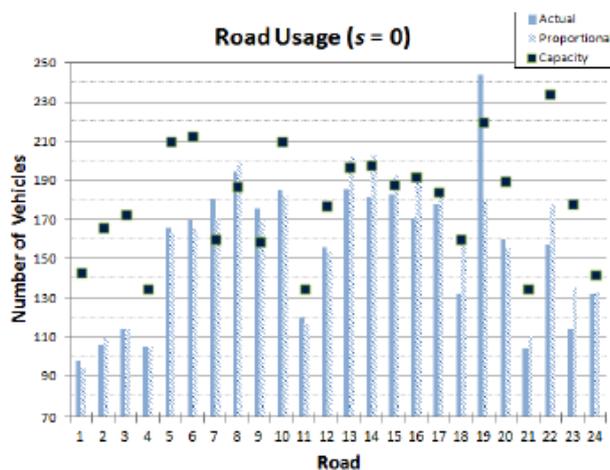


Figura 3. 5 Uso della strada con  $s = 0$

Fonte: A. T. Rocha e A. L. C. Bazzan, 2012

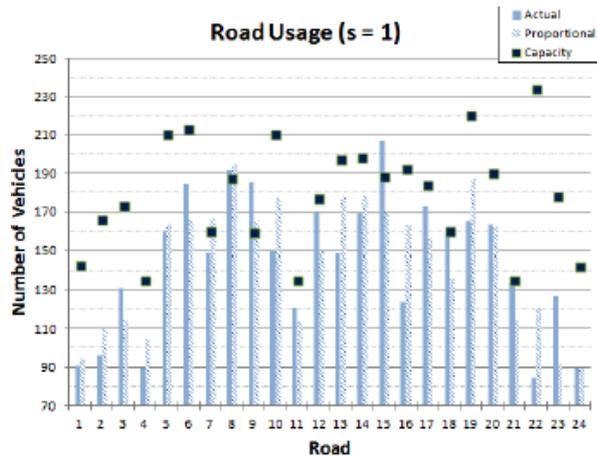


Figura 3. 6 Uso della strada con  $s = 1$

Fonte: A. T. Rocha e A. L. C. Bazzan, 2012

Nella Figura 3.6, nonostante le differenze tra distribuzione effettiva e proporzionale, solo poche strade sono congestionate e nessuna è severamente congestionata.

La Figura 3.7 mostra come il parametro  $xATT$  (pari alla media dei tempi di viaggio medi di tutti i conducenti sul numero delle iterazioni) decresce man mano che il coefficiente di egoismo cresce. Il tempo di percorrenza diventa superiore a quello previsto solo quando i conducenti trascurano totalmente i tempi di percorrenza e si sforzano di trovare strade non congestionate (cioè per  $s = 0$ ).

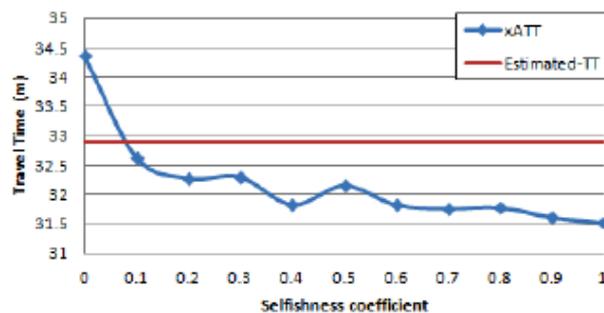


Figura 3. 7 Andamento del tempo di viaggio

Fonte: A. T. Rocha e A. L. C. Bazzan, 2012

Il grafico di figura 3.8 mostra come il parametro AEDIFF (pari alla differenza tra la media del tempo di viaggio effettivo e la media del tempo di viaggio previsto per tutti i conducenti sulla stessa coppia OD) è influenzato da  $s$  solo quando i conducenti hanno una scarsa considerazione del tempo di percorrenza ( $0 < s < 0,1$ ) e quando smettono di

considerare l'occupazione della strada ( $0,9 < s < 1$ ). In questo secondo *range* di valori, i viaggiatori della coppia OD 2-8 iniziano ad avere tempi di percorrenza ragionevoli, infatti è auspicabile che tale parametro raggiunga valori negativi e quindi tempi di viaggio effettivi inferiori alle aspettative dei conducenti. Di conseguenza dal grafico emerge che i conducenti delle coppie 1-9, 1-10, 3-8 e 3-9 non sperimentano tempi di percorrenza ragionevoli. Nel peggiore dei casi, il tempo di viaggio è di 11,58 minuti al di sopra delle aspettative (coppia OD 2-8 e  $s = 0$ ).

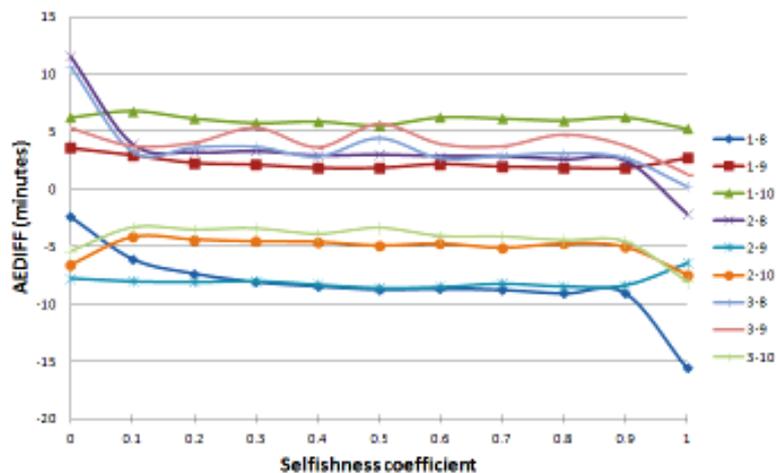


Figura 3. 8 Andamenti del parametro *AEDIFF*

Fonte: A. T. Rocha e A. L. C. Bazzan, 2012

Riassumendo, dal confronto dei grafici relativi sia all'utilizzo della strada che ai tempi di viaggio, si conclude che l'uso di  $s = 1$  è una buona scelta, in quanto i tempi di percorrenza sono più piccoli, e può essere raggiunta una buona distribuzione dei veicoli nella rete stradale. Al contrario per  $s = 0$ , i tempi di viaggio non sono ragionevoli e molte strade sono congestionate. Ciò dimostra che, sebbene i conducenti non si curino del benessere sociale quando  $s = 1$ , cercando di evitare le strade congestionate per migliorare i tempi di viaggio, alla fine si distribuiscono in modo efficiente nella rete, anche quando l'obiettivo non è di ottenere una distribuzione perfettamente proporzionale.

Lo studio appena presentato ha analizzato come l'individuo apprende dalle sole esperienze personali senza considerare la disponibilità di informazioni di viaggio.

L'analisi dell'effetto combinato delle esperienze passate e delle informazioni sul processo di apprendimento verrà discusso nel paragrafo 5.

## 3 L'apprendimento *belief-based*

### 3.1 Introduzione

I modelli di apprendimento *belief-based* sono una classe di modelli che intendono descrivere il modo in cui gli individui prendono decisioni considerando non solo le esperienze fatte in passato, ma anche le credenze sui possibili esiti che una scelta rispetto a un'altra può portare. Queste convinzioni circa i risultati di un evento non sono immutabili, infatti ogni volta che un individuo fa osservazioni o riceve informazioni su un evento, o si verifica una nuova situazione, le sue convinzioni in merito agli esiti dello stesso possono cambiare. In particolare, la fornitura di informazioni di viaggio può causare alterazioni delle credenze degli individui e di conseguenza influenzarne il processo decisionale. Tuttavia, questi cambiamenti dipendono dal tipo e dall'affidabilità delle informazioni ricevute.

Lo scopo è quindi quello di sviluppare un modello di *mappa mentale*. La mappa mentale di un individuo è definita come la rappresentazione mentale dell'ambiente in cui si muove, e comprende le credenze circa i valori degli attributi che caratterizzano le alternative disponibili. È rappresentata come una rete di credenze bayesiana (BBN cioè *Bayesian Belief Network*), mentre il modello di apprendimento cognitivo consiste nell'aggiornamento delle credenze della rete, in risposta alle informazioni percepite dall'individuo.

### 3.2 Fornitura di informazioni di viaggio e aggiornamento delle credenze

#### 3.2.1 L'impatto delle informazioni sul comportamento dei viaggiatori

In generale, si assume che gli individui prendono decisioni sulla base della loro percezione della realtà, della conoscenza dell'ambiente con cui interagiscono e delle loro esperienze passate. La fornitura di informazioni di viaggio può cambiare le convinzioni, accrescere la conoscenza dell'ambiente e far conoscere nuove alternative (gli utenti non sono, in genere, a conoscenza di tutte le alternative possibili). Tuttavia, la credibilità delle informazioni fornite può essere messa in discussione dal viaggiatore, qualora le informazioni ricevute siano percepite come una rappresentazione poco fedele

dello stato reale dell'ambiente. Al contrario, un'elevata affidabilità delle informazioni di viaggio può ridurre l'incertezza del viaggiatore sullo stato della rete di trasporto [Z. Parvaneh, T. Arentze e H. Timmermans, 2012]. Si consideri un individuo che pianifica un programma di attività di viaggio e, nel metterlo in atto, ha la possibilità di scegliere se ricevere o meno informazioni e, eventualmente, di ricevere informazioni di diversi tipi. Oltre a ciò, ha convinzioni sullo stato della rete e sulla credibilità delle informazioni ricevute, potenzialmente aggiornabili grazie alle osservazioni che fa nell'ambiente in cui si muove. Il primo aspetto che si intende approfondire è il comportamento del viaggiatore in relazione alla presenza o meno di sistemi di informazione. Nel caso in cui non esiste alcuna fornitura di informazioni di viaggio, il viaggiatore deve osservare la situazione reale e confrontarla con quella di riferimento attesa. Se dalla comparazione emerge che la situazione reale è come quella attesa, allora l'individuo non apporta alcun cambiamento al suo programma di viaggio (orario di partenza, percorso, ecc.). Viceversa, nel caso di riscontro di una differenza tra le due situazioni, l'individuo ha la possibilità, se ciò è conveniente, di cambiare i suoi programmi. Nel caso, invece, di presenza di sistemi di informazione, l'obiettivo delle informazioni è di aiutare gli utenti a compiere scelte di viaggio informate e razionali, fornendo una visione più chiara della situazione della rete, se possibile in tempo reale. Se la situazione corrente, questa volta fornita dal sistema informativo, è come quella prevista dall'individuo, allora il viaggiatore porta a termine il programma pianificato prima dell'acquisizione dell'informazione. Se invece esiste una differenza sostanziale tra le credenze e le informazioni sullo stato del sistema, allora l'individuo deve riconsiderare il suo programma. Da questa analisi, si nota che anche quando non ci sono informazioni, gli individui possono cambiare il loro programma di viaggio, considerando la situazione *osservata* della rete di trasporto.

Il secondo aspetto che si intende descrivere, è il comportamento di un viaggiatore di fronte alla fornitura di diversi tipi di informazioni: collettiva o individuale e descrittiva o prescrittiva. L'*informazione collettiva* viene inviata a un ampio gruppo di utenti (attraverso ad esempio bollettini radio, pannelli a messaggio variabile, ecc.), di conseguenza chi la riceve è consapevole di non essere il solo a disporre di quella specifica informazione. Il viaggiatore che si trova in una simile condizione, generalmente, agisce in modo strategico sulla base delle convinzioni circa il

comportamento degli altri utenti informati, scegliendo l'opzione che massimizza la sua utilità attesa. Nel caso invece di *informazione individuale*, essendo destinata a un gruppo ristretto di utenti (è il caso dei navigatori), gli individui abbandonano le strategie e sono guidati dalle credenze, dalle preferenze e dalle esperienze passate e ovviamente dalle informazioni ricevute. La differenza tra informazione descrittiva e prescrittiva, in generale, sta nel consigliare o meno l'utente su come rispondere a un evento imprevisto. In altre parole, l'*informazione descrittiva*, come dice il nome, descrive la situazione (se possibile in tempo reale) fornendo informazioni aggiornate sullo stato della rete e lascia all'utente la possibilità di scegliere come comportarsi. Ne risulta che l'individuo elabora le informazioni ricevute e aggiorna le sue convinzioni circa lo stato della rete. In altre parole, le informazioni impattano direttamente sulle credenze individuali e possono portare a cambiare le attività di viaggio pianificate. L'*informazione prescrittiva*, invece, fornisce un consiglio (ad esempio un percorso alternativo in caso di incidente) su come rispondere ad un imprevisto, introducendo, alle volte, nuove alternative di scelta per l'individuo. Quindi il viaggiatore dovrà non solo confrontare attentamente il programma pianificato (noto) con il programma consigliato, ma anche, nel momento in cui adotta quest'ultimo, prendere in considerazione una serie di ulteriori programmi alternativi, che includono la raccomandazione.

Concludendo, la fornitura di informazioni di viaggio può causare alterazioni delle credenze degli individui e di conseguenza influenzare il loro processo decisionale. Tuttavia, questi cambiamenti dipendono non solo dal tipo di informazione ricevuta, ma anche dall'affidabilità delle informazioni. Si è già detto che in presenza di informazioni di viaggio, l'individuo possiede delle convinzioni circa la loro credibilità, che riflette le credenze di un individuo riguardo a come le informazioni ricevute rappresentano lo stato reale della rete. La percezione degli individui circa la credibilità delle informazioni riguardanti un certo evento si può rappresentare mediante una probabilità condizionata. Si consideri l'esempio in cui un evento si riferisce al tempo di percorrenza di un percorso, e l'informazione ricevuta riguarda il tempo di percorrenza dello stesso percorso. Una totale affidabilità esiste quando l'informazione ricevuta è completamente identica al tempo di viaggio reale, mentre è pari a zero quando il tempo di viaggio ricevuto è completamente casuale.

### 3.2.2 Aggiornamento bayesiano delle credenze

Si parte dal presupposto che un individuo ha delle convinzioni circa l'esito di un evento e lo stato dell'ambiente. Le convinzioni, riguardo il livello di certezza che un determinato risultato sarà sperimentato, sono rappresentate in termini di una distribuzione di probabilità. Formalmente, se con  $Y$  ci si riferisce all'evento (incerto) e si usa  $y_i$  per riferirsi a un possibile risultato, allora la convinzione dell'individuo che  $Y = y_i$ , al momento della decisione  $t$ , è rappresentata dalla probabilità  $P'(y_i)$ . Queste convinzioni circa gli esiti di un evento non sono costanti, così come le probabilità che le rappresentano. Ogni volta che un individuo riceve informazioni su un evento, o si verifica una situazione nuova, le convinzioni sui risultati dell'evento possono cambiare. Vale a dire, che gli individui apprendono quando viaggiano. Per rappresentare il rapporto tra il processo di apprendimento cognitivo degli individui e le informazioni di viaggio, si utilizza un approccio denominato *Bayesian Belief Network* (BBN), in cui per aggiornare la probabilità condizionata, che rappresenta le credenze del tempo di viaggio sotto la fornitura di informazioni, si utilizza il metodo bayesiano come segue:

$$P_t(t_m | t_i') = \frac{P(t_i' | t_m)P(t_m)}{\sum_{m=1}^n P(t_i' | t_m)P(t_m)} \quad (3.6)$$

dove:

$P(t_m)$  è la credenza a priori che il tempo di viaggio del percorso sia uguale a  $t_m$ ;

$P_t(t_m | t_i')$  è la credenza aggiornata dopo aver ricevuto l'informazione  $RT_t^r = t_i'$ ;

$P(t_i' | t_m)$  è la probabilità di ricevere l'informazione  $RT_t^r = t_i'$  quando  $TT_t^r = t_m$ ;

$TT_t^r$  è il tempo di viaggio reale del percorso  $r$  al momento  $t$ ;

$RT_t^r$  è il valore del tempo di viaggio del percorso  $r$  al tempo  $t$  che viene fornito dal fornitore di servizi di informazioni;

$n$  è il possibile stato di  $TT_t^r$  e  $RT_t^r$ .

Secondo il teorema di Bayes, le probabilità condizionate,  $P(t_i' | t_m)$ , sono note al viaggiatore. In parole: la conoscenza a priori svolge un ruolo importante nell'acquisizione di conoscenze "nuove", infatti se combinata con i dati osservati, in questo caso le informazioni ricevute, consente di aggiornare le credenze. Pertanto le conoscenze precedenti hanno un effetto sui risultati dell'apprendimento. Nel caso

estremo in cui l'informazione sia completamente inaffidabile, dall'equazione (3.6) si ottiene una probabilità pari a  $1/n$ . In altre parole, le credenze aggiornate rimangono uguali alle credenze a priori, cioè l'informazione non ha alcun impatto sulle convinzioni del viaggiatore. Questo caso equivale a quello in cui l'utente non riceve nessuna informazione. Viceversa, quando l'informazione è considerata credibile, allora dall'equazione (3.6) si ottiene una probabilità pari ad 1 per  $i = m$ , ciò significa che l'informazione riduce completamente l'incertezza. Si noti che la credenza aggiornata,  $P(t_m | t_i)$ , è la credenza a priori nella fase successiva di fornitura di informazioni, evidenziando così la natura incrementale dell'apprendimento [Z. Parvaneh, T. Arentze e H. Timmermans, 2012].

In una BBN, le variabili sono rappresentate come nodi e le relazioni di dipendenza tra di loro come collegamenti. Ad esempio, un collegamento che collega A a B sta a indicare che B è dipendente da A; il nodo A è detto "nodo padre" di B. Considerando che le informazioni di viaggio possono essere fornite nella forma di una raccomandazione o di una specificazione del valore di un certo attributo (ad es. il valore del tempo di viaggio), gli autori di questo studio hanno proposto la rete illustrata in figura 3.9 per evidenziare l'impatto delle informazioni di viaggio sulla percezione individuale dei tempi di viaggio reali. In figura è rappresentato il processo di aggiornamento delle credenze in seguito alla fornitura delle informazioni di viaggio, dipendente dalle variabili elencate:

- il nodo  $R$  rappresenta la *raccomandazione* che è data dal fornitore di servizi di informazioni di viaggio;
- il nodo  $TT_t^r$  rappresenta il tempo di viaggio reale del percorso  $r$  al momento  $t$ ;
- il nodo  $RT_t^r$  rappresenta il valore del tempo di viaggio del percorso  $r$  al tempo  $t$  che viene fornito dal fornitore di servizi di informazioni;
- il nodo *Others resp.* rappresenta le credenze individuali riguardo il comportamento degli altri utenti dopo aver ricevuto le informazioni;
- il nodo *Type* indica se l'informazione disponibile è pubblica o personale;
- il nodo *objective* indica se l'obiettivo della strategia di gestione è quello di ottimizzare le prestazioni della rete di trasporto o di prendere in considerazione le preferenze individuali;

- il nodo  $TT_{t+1}^r$  rappresenta il tempo di viaggio reale del percorso  $r$  al momento  $t+1$  dopo che tutti gli utenti hanno ricevuto le informazioni di viaggio e risposto ad esse.

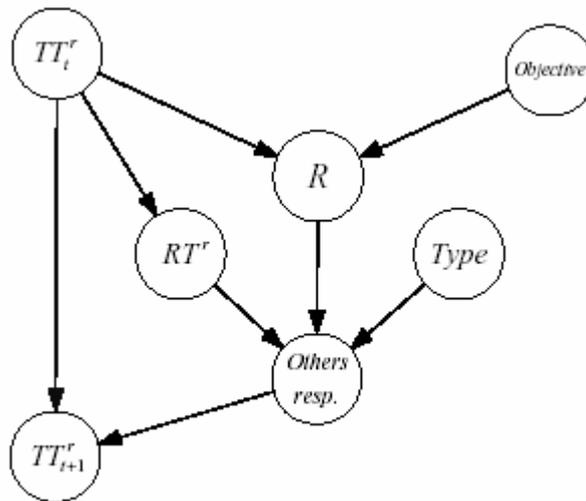


Figura 3. 9 Il processo di aggiornamento delle credenze a causa delle informazioni

Fonte: Z. Parvaneh, T. Arentze e H. Timmermans, 2012

Dall'analisi della rete emerge un collegamento diretto del tempo di viaggio reale di un percorso,  $TT_t^r$ , sia con la raccomandazione,  $R$ , che con le informazioni ricevute,  $RT_t^r$ . Questi due collegamenti mettono in evidenza il fatto che l'utente può decidere se utilizzare un'informazione descrittiva o prescrittiva. In particolare, si ponga attenzione al fatto che la raccomandazione dipende dal nodo *Objective* ovvero dalle politiche di gestione, per esempio l'obiettivo di raggiungere l'equilibrio per l'intera rete di trasporto, che può essere o meno coerente con le preferenze individuali. Il tipo di informazione (nodo *Type*) che influenza l'atteggiamento degli utenti, dovrebbe essere specificato considerando i servizi disponibili sulla tratta in questione e sulla base del tipo di informazioni che l'utente intende utilizzare. Dopo aver ricevuto le informazioni di viaggio, il tempo di percorrenza del percorso,  $TT_{t+1}^r$ , sarà aggiornato una volta che tutti gli utenti hanno ricevuto le informazioni di viaggio e risposto ad esse tenendo conto delle credenze degli altri utenti (nodo *Others resp.*).

### **3.3 Conclusioni**

In conclusione, si vuole sottolineare come la fornitura di informazioni di viaggio può indurre cambiamenti nell'utilizzazione della rete di trasporto. Per garantire che questi cambiamenti siano efficaci nella direzione desiderata dai decisori, si deve capire in che misura le informazioni di viaggio cambiano i comportamenti individuali. A tale scopo, è necessario comprendere le credenze degli individui riguardo alle informazioni di viaggio, in particolare riguardo alla loro affidabilità.

## **4 L'apprendimento bayesiano**

### **4.1 Introduzione**

Nel contesto della scelta del percorso, i processi di apprendimento, oltre a mettere in relazione le esperienze passate con le scelte attuali, possono anche portare a cambiamenti nell'incertezza percepita dagli individui, con conseguente variazione della percezione del rischio nel tempo. La varianza e l'incertezza associate alle stime dei tempi di viaggio sono particolarmente importanti, in quanto possono influenzare in modo significativo la sensazione di affidabilità percepita dall'utente riguardo un certo percorso. In altre parole, sia la media che la varianza del tempo di viaggio determinano il grado di attrattività di un'alternativa, che quindi non può essere espresso da un modello che rappresenta la percezione dei conducenti attraverso il solo tempo di percorrenza medio. Pertanto per tener conto sia dell'integrazione dei tempi di percorrenza che dell'incertezza associata, è stato proposto da M. Jha, S. Madanat e S. Peeta (1998) un modello di aggiornamento bayesiano per l'aggiornamento del tempo medio percepito e della varianza alla luce delle esperienze e dell'effetto delle informazioni di viaggio.

### **4.2 Imparare attraverso l'esperienza**

Il presente paragrafo si concentra su un modello di apprendimento che considera i concetti di inferenza statistica bayesiana. Come detto al capitolo 1, tale approccio ipotizza che la conoscenza a priori relativa ad un evento incerto (ad esempio, il

verificarsi di un qualche tempo di viaggio per un determinato percorso) può essere rappresentata tramite una funzione di densità di probabilità su tutti i possibili tempi di viaggio. Data una qualche forma di osservazione, sia essa l'esperienza di un tempo di viaggio in un dato giorno o la ricezione di una stima del tempo di viaggio fornita da un servizio di informazioni, un individuo aggiorna questa conoscenza iniziale, o "a priori", in una funzione di densità di probabilità "a posteriori". Questo processo di aggiornamento segue la legge bayesiana delle probabilità condizionate secondo la quale i tempi di viaggio percepiti aggiornati sono una media pesata di conoscenze pregresse e di osservazioni, in cui i pesi riflettono l'affidabilità associata ad essi.

Nell'ambito dell'apprendimento bayesiano, la media e la varianza di una distribuzione vengono aggiornate nel momento in cui vengono acquisite nuove osservazioni. Nel contesto della scelta del percorso, i tempi di viaggio percepiti dagli utenti vengono aggiornati alla luce delle esperienze di viaggio realizzate in un particolare giorno  $d$  e per tutti i giorni dopo l'ultimo aggiornamento. Il *tempo di viaggio percepito aggiornato* può essere espresso come segue:

$$T_{n,k}^u = \tau_{n,k}^u + \varepsilon_{n,k}^u, \forall k \in K, n \in N \quad (3.7)$$

dove:

$T_{n,k}^u$  è il tempo di viaggio percepito *aggiornato* per la persona  $n$  sul percorso  $k$ ;

$\tau_{n,k}^u$  è la media dei tempi di viaggio percepiti *aggiornata*;

$\varepsilon_{n,k}^u$  : errore casuale che è distribuito normalmente  $\sim N(0, \sigma_{n,k}^u)$ .

Conseguentemente,  $T_{n,k}^u$  è distribuito normalmente con media  $\tau_{n,k}^u$  e varianza  $\sigma_{n,k}^u$ ; ovviamente i parametri della distribuzione variano tra gli individui, e per uno stesso individuo saranno legati al percorso preso in esame.

Nel momento in cui gli individui sperimentano nuovi tempi di viaggio,  $\tau_{n,k}^u$  e  $\sigma_{n,k}^u$  sono aggiornati in conformità al modello di apprendimento bayesiano. Come il tempo di viaggio percepito aggiornato  $T_{n,k}^u$ , anche il tempo di viaggio sperimentato  $T_{n,k}^{e,d}$  si assume sia distribuito normalmente  $\sim N(\tau_{n,k}^{e,d}, \sigma_{n,k}^{e,d})$ . Si assume che  $T_{n,k}^u$  e  $T_{n,k}^{e,d}$  abbiano la stessa varianza, cioè che  $\sigma_{n,k}^{e,d} = \sigma_{n,k}^u$ . Dal punto di vista comportamentale, questo implica che gli individui percepiscono i tempi di viaggio sperimentati con lo stesso errore dei tempi di viaggio che imparano o aggiornano in memoria. Tutto ciò implica

che l'incertezza associata ai giudizi dei tempi di viaggio presenti nella memoria influenza la percezione dei tempi di viaggio sperimentati. Così, il tempo di viaggio percepito di un percorso sperimentato dall'utente è correlato ai tempi di viaggio sperimentati in passato per lo stesso percorso.

La distribuzione a posteriori di  $T_{n,k}^u$  (*post-aggiornamento*), alla luce dei tempi di viaggio sperimentati  $T_{n,k}^{e,d}$  (osservazioni) si ipotizza essere di forma normale con i seguenti parametri (media, varianza e pesi):

$$\tau_{n,k}^{u'} = \beta(\tau_{n,k}^u) + (1 - \beta) \cdot \left(\overline{T_{n,k}^{e,d}}\right) \quad (3.8)$$

$$\sigma_{n,k}^{u'} = \frac{\sigma_{n,k}^u \cdot \sigma_{n,k}^{e,d}}{\sigma_{n,k}^{e,d} + D_s \sigma_{n,k}^u} \quad (3.9)$$

$$\beta = \frac{(\sigma_{n,k}^u)^{-1}}{(\sigma_{n,k}^u)^{-1} + D_s (\sigma_{n,k}^{e,d})} \quad (3.10)$$

dove  $\tau_{n,k}^{u'}$  e  $\sigma_{n,k}^{u'}$  sono la media e la varianza a *posteriori* del tempo di percorrenza percepito aggiornato;  $\tau_{n,k}^u$  e  $\sigma_{n,k}^u$  sono la media e la varianza a *priori* del tempo di viaggio percepito;  $\overline{T_{n,k}^{e,d}}$  e  $\sigma_{n,k}^{e,d}$  sono la media campionaria e la varianza del tempo di viaggio sperimentato il giorno  $d$ , in cui il campione è costituito da tutti i tempi di viaggio non integrati prima del giorno  $d$ , e  $D_s$  è il numero di tempi di viaggio sperimentati in questo campione. Se il numero di esperienze è inferiore a tre ( $D_s \leq 3$ ):  $\sigma_{n,k}^{u'}$  è assunto pari a  $\sigma_{n,k}^u$ .

Si noti che, a differenza dell'apprendimento per rinforzo che considera solo *payoff* positivi, l'apprendimento bayesiano integra in fase di aggiornamento sia le esperienze soddisfacenti (premi) sia quelle negative (perdite).

Per considerare le conseguenze comportamentali dell'aggiornamento statistico bayesiano, si definisce un parametro  $\alpha$  chiamato "*confidence*" che è pari all'inverso della varianza. Le equazioni (3.8)-(3.10) possono essere riscritte come segue:

$$\tau_{n,k}^{u'} = \left[ \frac{\alpha_{nk}}{\alpha_{nk} + D_s \alpha_{n,k}^e} \right] \cdot (\tau_{n,k}^u) + \left[ \frac{D_s \cdot \alpha_{n,k}^e}{\alpha_{n,k} + D_s \alpha_{n,k}^e} \right] \cdot \left(\overline{T_{n,k}^{e,d}}\right) \quad (3.11)$$

$$\sigma_{n,k}^{u'} = \frac{\sigma_{n,k}^u \cdot \sigma_{n,k}^{e,d}}{\sigma_{n,k}^{e,d} + D_s \sigma_{n,k}^u} = \frac{1}{1/\sigma_{n,k}^u + D_s/\sigma_{n,k}^{e,d}} = \frac{1}{\alpha + D_s \alpha_{n,k}^e} \quad (3.12)$$

$$\alpha_{n,k} = 1/\sigma_{n,k}^u \quad (3.13)$$

$$\alpha_{n,k}^e = 1/\sigma_{n,k}^{e,d} \quad (3.14)$$

Dall'analisi delle nuove espressioni ricavate si possono trarre i seguenti risultati: quando la varianza dei tempi di viaggio percepiti degli utenti aumenta (cioè  $\sigma_{n,k}^u$  e  $\sigma_{n,k}^{e,d}$  aumentano di valore) la “confidence” diminuisce (si vadano le eq. 3.13 e 3.14). Viceversa, se la varianza del termine di errore diminuisce, allora la “confidence” nei tempi di percorrenza medi ( $\tau_{n,k}^u$  e  $\tau_{n,k}^{e,d}$ ) aumenta. Inoltre l'aggiornamento a posteriori del tempo di viaggio percepito, secondo l'equazione 3.11, è la media ponderata dei precedenti tempi di viaggio percepiti aggiornati e la media campionaria di tempi di viaggio percepiti sperimentati, dove i pesi sono proporzionali alla “confidence” a posteriori  $\alpha$  e alla confidenza campionaria dei tempi di viaggio sperimentati percepiti ( $D_s \alpha_{n,k}^e$ ). Questo porta a tre importanti proprietà:

1. per ogni tempo di viaggio percepito sperimentato, la varianza associata al tempo di viaggio aggiornato percepita diminuisce sempre (dal momento che  $\sigma_{n,k}^{e,d}$  e  $D_s$  sono sempre positive) e quindi la “confidence” aumenta sempre;
2. maggiore è il numero di tempi di viaggio sperimentati, maggiore è la fiducia associata alla distribuzione dei tempi di viaggio percepiti aggiornati a posteriore  $\alpha_{n,k}$ ;
3. quando la fiducia associata alla distribuzione a posteriori del tempo di viaggio aggiornato percepito  $\alpha_{n,k}$  aumenta in modo tale che  $\alpha_{n,k} \gg \alpha_{n,k}^e$ , i nuovi tempi di viaggio sperimentati non hanno un effetto sui tempi di viaggio percepiti aggiornati dagli utenti [R. B. - G. Chen, 2007].

### 4.3 Dimenticare: il ritorno alla probabilità a priori

Si è appena visto come gli individui mentre viaggiano ricevono informazioni sul sistema dei trasporti mediante tecnologie di comunicazione e aggiornano la

rappresentazione mentale dell'ambiente che hanno costruito in memoria. La memoria limitata dei viaggiatori può influenzare notevolmente questo processo di aggiornamento. I processi che portano a dimenticare corrono in direzione opposta rispetto ai processi di aggiornamento delle percezioni. Di seguito viene proposta la modellazione della dimenticanza degli attributi secondo S. Cenani, T. A. Arentze e H. J. P. Timmermans (2012):

$$P_{jks}^{t+1} = P_{jks}^t + \alpha_{jk}^t (P_{ks}^0 - P_{jks}^t) \quad (3.15)$$

dove  $P_{jks}^t$  è la probabilità che l'attributo  $X_{jk}$  abbia valore  $x_s$  al tempo  $t$ ,  $P_{ks}^0$  è il livello di probabilità precedente all'aggiornamento e quindi alla fornitura di informazioni e  $\alpha$  è un parametro *step-size*, che quando è uguale o vicino a 1 suggerisce che in fase di aggiornamento l'utente, a causa della scarsa memoria, non vede cambiare la probabilità a priori, cioè  $P_{jks}^{t+1} = P_{ks}^0$ . In parole: il processo che porta a dimenticare viene inteso come un graduale ritorno alla probabilità a priori, ovvero le probabilità ritornano ai valori che avevano prima che l'individuo imparasse.

I risultati degli autori hanno rivelato che, come ci si aspetta intuitivamente, le scelte maggiormente frequenti si conservano nella memoria più a lungo rispetto a quelle meno frequenti [S. Cenani, T. A. Arentze e H. J. P. Timmermans, 2012].

#### 4.4 L'aggiornamento bayesiano delle percezioni

Nel presente paragrafo, viene presentato un modello di apprendimento che considera gli effetti delle esperienze e della fornitura di informazioni sul comportamento di scelta di viaggio [M. Jha, S. Madanat e S. Peeta, 1998]. Il modello in questione si basa sui principi dell'inferenza bayesiana per catturare il meccanismo con cui i viaggiatori aggiornano le percezioni dei loro tempi di viaggio da un giorno all'altro, alla luce delle informazioni fornite da un sistema informativo ATIS e della loro esperienza precedente. Come nello studio precedente, viene presa in esame la fiducia dei conducenti nella stima del tempo viaggio, in quanto, come già detto, sia la media che la varianza del tempo di viaggio determinano il grado di attrattività di un'alternativa. Nell'approccio bayesiano, il tempo percepito derivante dall'esperienza e le informazioni riguardanti il tempo di viaggio sono rappresentate da variabili casuali, le

cui varianze sono indicatori della fiducia dei viaggiatori. Pertanto, tale approccio tiene conto sia delle stime di tempo di viaggio che dell'incertezza associata.

La figura 3.10 schematizza il quadro concettuale del modello di comportamento di viaggio in questione, che utilizza modelli di scelta disaggregati per selezionare il percorso e l'orario di partenza e per aggiornare le percezioni.

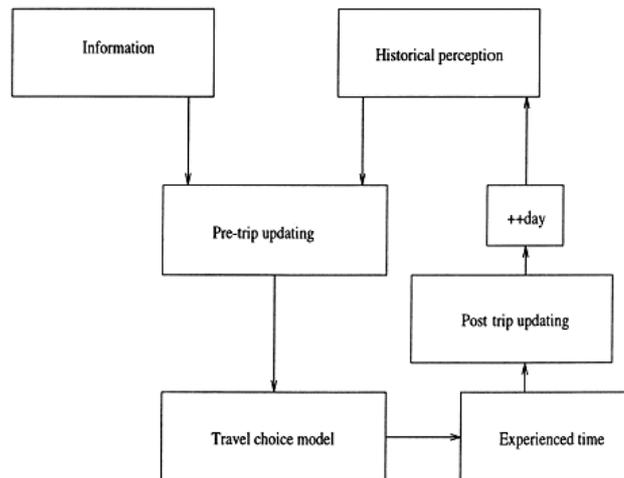


Figura 3. 10 Processo decisionale individuale

Fonte: M. Jha, S. Madanat e S. Peeta, 1998

Lo studio empirico condotto dagli autori si rifà all'utilizzo di un simulatore di traffico che rappresenta il modello delle prestazioni della rete e fornisce le condizioni correnti del traffico, sulla base delle quali vengono fornite le informazioni ai conducenti. Le informazioni in tempo reale sono integrate con le percezioni storiche (conoscenza a priori) durante la fase di *aggiornamento pre-viaggio*. Le decisioni di viaggio, in termini di scelta dell'orario di partenza e del percorso, si basano sul tempo di viaggio percepito aggiornato. Dopo aver eseguito il viaggio, il simulatore fornisce il tempo sperimentato per ogni viaggiatore, poi combinato con la percezione precedente ottenuta dall'aggiornamento pre-viaggio nello stesso giorno. Questa fase è chiamata *aggiornamento post-viaggio* e la percezione aggiornata costituisce la percezione storica per il giorno successivo. Il processo di aggiornamento si verifica nello stesso modo per il giorno successivo e così via. La descrizione della formulazione matematica del modello di aggiornamento bayesiano viene omessa in quanto concettualmente identica a

quanto visto al paragrafo 3, dove invece delle credenze si vanno ad aggiornare i tempi di viaggio medi percepiti e le relative varianze.

Per concludere, si noti che lo studio fa l'ipotesi che gli individui aggiornano i tempi di percorrenza percepiti ogni volta che vengono ottenute nuove informazioni, o che nuovi tempi di percorrenza sono sperimentati. Questa ipotesi è irragionevole dal momento che l'operazione di aggiornamento comporta un costo per l'utente, in termini di sforzo mentale e tempo. Pertanto, è opportuno prendere in considerazione solo le esperienze e/o le informazioni particolarmente significative. Così facendo, invece di aggiornare ad ogni esperienza, gli individui possono apprendere in modo selettivo e l'aggiornamento viene attivato, per esempio ogni  $N$  giorni, quando una nuova esperienza è molto diversa da quelle precedenti, o quando la fiducia nel tempo di percorrenza percepito è bassa.

## **5 Il processo di apprendimento sotto informazioni: effetto combinato di informazioni ed esperienza**

### **5.1 Introduzione**

La modellazione degli impatti delle informazioni sul processo di scelta degli utenti di un sistema di trasporto è un passo essenziale per migliorare la progettazione di un efficiente sistema avanzato di informazione dei viaggiatori (ATIS, *Advanced Traveler Information Systems*) e per valutarne le prestazioni. I sistemi avanzati di informazione dei viaggiatori, parte integrante dei sistemi di trasporto intelligenti (ITS, *Intelligent Transportation Systems*), hanno lo scopo di migliorare la mobilità delle persone, la sicurezza e la produttività del trasporto. I sistemi ATIS possono svolgere un ruolo fondamentale nel ridurre la congestione del traffico che, oltre a penalizzare i movimenti quotidiani dei pendolari, rallenta la distribuzione dei beni con conseguente aumento dei costi per il consumatore ed effetto negativo sull'economia di un Paese.

I servizi principali di ATIS sono informazioni pre-viaggio e in viaggio riguardanti le condizioni del traffico (ad esempio luoghi di incidenti, condizioni meteo, percorsi ottimali, velocità consigliate, restrizioni di corsia, ecc.), e informazioni di tipo "pagine gialle" relative a luoghi di interesse e servizi vari. Lo sviluppo di questi sistemi è dovuto principalmente ai progressi tecnologici nel settore del controllo del traffico, della comunicazione e dell'informatica, che consentono il monitoraggio del traffico e delle

condizioni ambientali. I dati vengono trasferiti ad una centrale operativa del traffico (TOC, *Traffic Operations Center*), che li elabora e poi invia informazioni aggiornate agli utenti e ai gestori del traffico.

L'impatto degli ATIS è particolarmente dipendente dal comportamento dei viaggiatori e dalla risposta dei conducenti alle informazioni ricevute, dunque è opportuno comprendere a fondo gli aspetti psicologici e comportamentali dei viaggiatori. Cosa accadrebbe infatti se i viaggiatori percepissero come false le informazioni fornite dai sistemi ATIS? La risposta è semplice: ci sarebbe uno spreco di capitali investiti in tali sistemi. Viene quindi sottolineato il beneficio derivante dall'incorporare le conoscenze della ricerca sugli aspetti comportamentali per migliorare le stime ottenute dai modelli di scelta dei viaggiatori. A questo scopo viene presentato l'esperimento condotto da E. Ben-Elia e Y. Shiftan (2010) per analizzare il comportamento dei partecipanti che si trovano a dover scegliere tra soli due possibili percorsi basandosi non solo sulla loro esperienza personale, ma anche su informazioni fornite in tempo reale.

## **5.2 L'interazione delle informazioni in tempo reale con l'apprendimento e gli atteggiamenti degli utenti rispetto al rischio**

### *5.2.1 Introduzione*

Nella prima parte del capitolo, si è esaminato il comportamento del viaggiatore che impara dalle sole esperienze di viaggio basandosi sui risultati che hanno prodotto. La ricerca comportamentale ha messo in luce come l'apprendimento dalle esperienze e le informazioni di viaggio svolgono un ruolo importante nel processo decisionale. Si intende, pertanto, presentare un modello di apprendimento, elaborato da E. Ben-Elia e Y. Shiftan (2010), che si basa sul comportamento di scelta del percorso incorporando gli effetti delle informazioni fornite in tempo reale. A questo scopo è stato progettato un esperimento di laboratorio che riproduce una situazione molto frequente: quale strada scegliere tra due possibili alternative. Questa sperimentazione, come si vedrà successivamente, dimostra la complessità di prevedere correttamente le scelte di percorso dei viaggiatori in condizioni di incertezza, sulla base di una semplice, ma comunque non banale, situazione. I partecipanti sono stati sottoposti a una lunga serie di prove di scelta del percorso sulla base di informazioni fornite in tempo reale e

dell'apprendimento derivante dalla loro personale esperienza. Utilizzando i dati dell'esperimento, è stato applicato un modello di scelta discreto denominato Logit misto (MXL).

### 5.2.2 Lo studio di E. Ben-Elia e Y. Shiftan

L'esperimento prevedeva che i partecipanti scegliessero tra due possibili percorsi: un percorso più veloce ("*Route F*") ed un percorso più lento ("*Route S*"). Le informazioni, fornite in tempo reale, riguardavano il tempo medio di percorrenza, che sulla tratta veloce era di 25 minuti e sul percorso più lento era di 30 minuti (si veda la Tab. 3.2). Si assumeva che il viaggiatore non avesse l'obbligo di arrivare in destinazione ad un orario specifico, ma ovviamente voleva farlo nel minor tempo possibile. Un sistema ATIS forniva informazioni in tempo reale riguardanti gli intervalli di tempo di viaggio (la deviazione intorno al valore medio). Gli intervalli possibili erano  $\pm 5$  o  $\pm 15$  minuti per ogni percorso. Di conseguenza, il partecipante era di fronte a tre possibili scenari di tempo di viaggio che prendevano il nome di "*Fast & Safe*", "*Fast & Risky*" e "*Low-Risk*". Ogni scenario includeva 100 scelte, quindi in totale ogni partecipante ha sostenuto 300 prove.

I 49 partecipanti (studenti universitari) sono stati divisi in modo casuale tra due gruppi: "informati" e "non informati" (il gruppo di controllo). Per ogni scenario, il gruppo informato (N = 24) ha ricevuto informazioni in tempo reale sull'intervallo di tempo di viaggio (tempi di percorrenza minimo e massimo) per ciascuno dei due percorsi secondo la Tabella 3.2. In seguito alla scelta, è stato dato in risposta l'*effettivo* tempo di viaggio del percorso scelto, ma non di quello alternativo. Il gruppo di controllo (N = 25) ha ricevuto la stessa risposta, ma nessuna altra informazione per quanto riguarda i possibili tempi di percorrenza sui percorsi.

Si noti che prima dell'esperimento è stata effettuata un'indagine per avere indicazioni sulle caratteristiche socio-demografiche e sul comportamento di viaggio abituale di ogni partecipante. Tuttavia si è riscontrato che, essendo il campione omogeneo (tutti studenti), questi fattori non incidono sui risultati finali, pertanto non stati presi in considerazione in fase di modellazione. L'obiettivo delle ricerche future sarà quindi quello di prendere in esame un campione più vasto ed eterogeneo.

**Tabella 3. 2 Tre scenari ipotetici di tempi di viaggio**

Scenario	Travel Time Ranges (minutes)	
	Route F – 25 min.	Route S – 30 min.
Fast & Safe	±5	±15
Fast & Risky	±15	±5
Low-Risk	±5	±5

Fonte: E. Ben-Elia e Y. Shiftan, 2010

### 5.2.3 I risultati

Dai risultati emerge chiaramente come le informazioni e l'esperienza abbiano un effetto combinato sul comportamento di scelta dei viaggiatori. Per una migliore comprensione della questione, si osservi la figura 3.11. I grafici mostrano, per ogni scenario, l'andamento di tre importanti parametri: il *tasso di massimizzazione* (inteso come media delle quote di utenti sul percorso FAST), il *tasso di esplorazione* (cioè la quota media di cambiamento del percorso) e il *payoff* (cioè l'esito ottenuto come media dei tempi di viaggio). Per entrambi i gruppi e in tutti e tre gli scenari, il tasso di massimizzazione è superiore al 50% e aumenta gradualmente al crescere del numero delle prove, fino a raggiungere la convergenza a uno stesso valore. Ciò nonostante, si possono notare notevoli differenze tra i comportamenti dei due gruppi. Il comportamento dei partecipanti appartenenti al gruppo "senza informazioni" è simile in tutti e tre gli scenari. Il tasso di massimizzazione aumenta perché, grazie alla pratica, i partecipanti gradualmente apprendono che il percorso FAST è in media il migliore. Mentre il tasso di esplorazione e i tempi di percorrenza gradualmente diminuiscono. È evidente che il tasso di massimizzazione è più alto quando il livello di variabilità è basso su entrambi i percorsi (*Low Risk*), mentre, negli altri due scenari, l'alta variabilità di uno dei due percorsi riduce la capacità di apprendimento, con conseguente maggiore esplorazione e cambiamento del percorso. Questi risultati indicano che, in assenza di informazioni, il comportamento è molto sensibile all'effetto di variabilità degli esiti. Il comportamento dei partecipanti nel caso "con informazioni", è molto diverso da quanto appena detto. In primo luogo, le quote FAST sono significativamente più alte (in due scenari su tre) nel breve periodo (cioè nelle prime 10 prove). In secondo luogo, il tasso di esplorazione è inferiore, in quanto le informazioni hanno contribuito ad accelerare l'apprendimento e hanno dunque ridotto la necessità di dedicare ulteriori prove

all'esplorazione. In terzo luogo, l'informazione sembra incoraggiare, nel breve periodo, i comportamenti propensi al rischio (notare la quota maggiore in "*Fast & Risky*" rispetto al "*Fast & Safe*"). Tuttavia, nel lungo periodo, dato che i partecipanti hanno più esperienza sulle distribuzioni dei tempi di percorrenza, l'effetto delle informazioni diminuisce e le differenze tra i due gruppi diventano meno rilevanti. In quarto luogo, nonostante la crescita del tasso di massimizzazione e i bassi tassi di esplorazione, quando la variabilità è alta in uno dei due percorsi ("*Fast & Safe*", "*Fast & Risky*"), le informazioni non contribuiscono a tempi di percorrenza più bassi, mentre quando la variabilità è bassa ("*Low Risk*") il vantaggio delle informazioni è chiaramente visibile.

Riassumendo, si può affermare che le informazioni accelerano il processo di apprendimento, aumentano il tasso di massimizzazione e riducono il tasso di esplorazione. Viceversa, la mancanza di informazioni porta ad un adattamento più lento e a un più lungo processo di apprendimento. Per quanto concerne la sensibilità alla variabilità/incertezza e l'attitudine al rischio, i risultati suggeriscono che "senza informazioni" un aumento nella variabilità dell'ambiente di scelta, limita la capacità di apprendere e porta a un tasso più basso di massimizzazione rispetto al risultato "con informazioni". Inoltre, l'atteggiamento prevalente verso il rischio "senza informazione" è l'avversione al rischio e una maggiore sensibilità verso la variabilità dei tempi di viaggio.

Di seguito si approfondirà come i partecipanti informati tendono a basare le decisioni sulla memorizzazione dei risultati passati, rispetto ai partecipanti non informati che tendono a fare affidamento soprattutto sui risultati recenti.

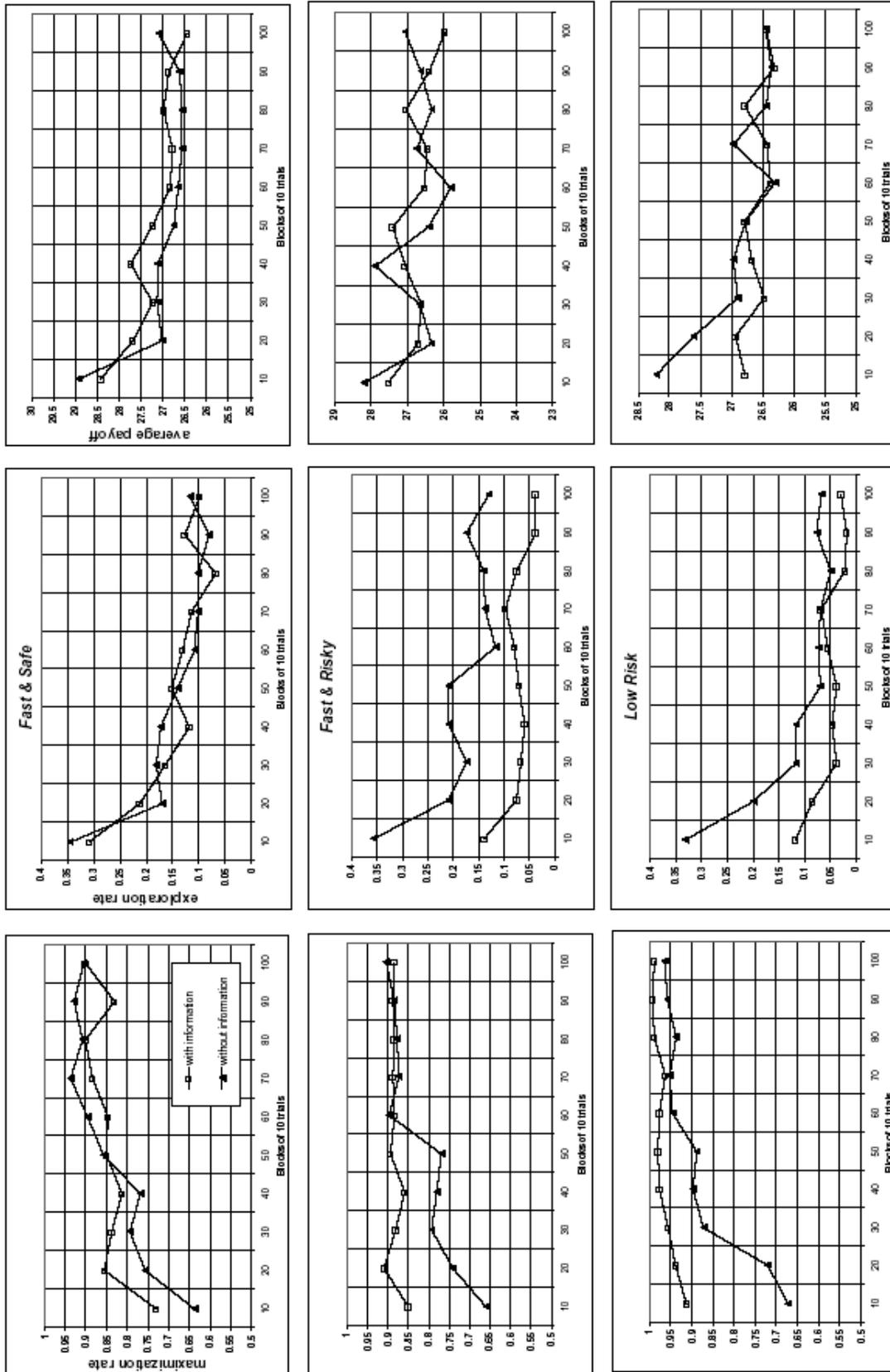


Figura 3. 11 Risultati dell'esperimento di scelta del percorso

Fonte: E. Ben-Elia e Y. Shifan, 2010

#### 5.2.4 Il modello logit misto

Dall'analisi dei risultati dell'esperimento sopra descritto è emerso che l'apprendere dall'esperienza e dalle informazioni influisce sul processo decisionale degli individui. Gli autori hanno poi formulato un modello comportamentale di scelta che incorpori questi effetti, per fornire uno strumento in grado di prevedere il comportamento dei conducenti in situazioni simili. I recenti sviluppi sui modelli di scelta discreta, come ad esempio il modello logit misto, forniscono una maggiore flessibilità di modellazione, che permette l'inserimento di fattori comportamentali come: l'apprendimento, le esperienze e le informazioni. Questi fattori sono piuttosto difficili da determinare correttamente nel contesto delle formulazioni tradizionali dei modelli di utilità casuale, principalmente a causa di ipotesi relative all'indipendenza tra le osservazioni. Di conseguenza, un logit misto è stato applicato per analizzare i dati.

Il logit misto tiene conto delle correlazioni esistenti nelle sequenze di scelta ripetute condotte dallo stesso gruppo di partecipanti. Inoltre, è abbastanza flessibile da poter includere variabili dipendenti ritardate (LDV, *Lagged Dependent Variables*) che sono importanti per la modellazione degli effetti dell'apprendimento.

In termini formali nel modello di scelta discreta, l'utilità  $U$  di un individuo  $n$  che si trova a scegliere l'alternativa  $i$  dal suo insieme di scelta è definita come:

$$U_{ni} = \beta X_{ni} + \varepsilon_{ni} \quad (3.16)$$

dove:  $X_{ni}$  è un vettore di variabili note relative all'individuo  $n$  e all'alternativa  $i$ ,  $\beta$  è il vettore dei coefficienti di queste variabili per il singolo individuo e ne rappresenta i "gusti", e  $\varepsilon_{ni}$  è un termine di errore stocastico che rappresenta i fattori incogniti.

Il logit misto esprime la probabilità di scelta dell'alternativa  $i$  da parte dell'individuo  $n$  come:

$$P_{ni} = \int \frac{e^{\beta X_{ni}}}{\sum_{j=1}^J e^{\beta X_{nj}}} f(\beta) d\beta \quad (3.17)$$

In parole: la probabilità calcolata con il logit misto è una media ponderata della funzione logit valutata secondo diversi valori di  $\beta$ , con i pesi dati dalla funzione di densità  $f(\beta)$ .

Nel caso di *scelte ripetute*, l'utilità dell'alternativa  $i$  per l'individuo  $n$  al tempo  $t$  è definita come:

$$U_{nit} = \beta_n X_{nit} + \varepsilon_{nit} \quad (3.18)$$

In questo caso l'integrando richiede un prodotto di termini di forma logit, uno per ogni periodo di tempo:

$$P_{ni} = \int \prod_{t=1}^T \left[ \frac{e^{\beta_n X_{nit}}}{\sum_{j=1}^J e^{\beta_n X_{njt}}} \right] f(\beta) d\beta \quad (3.19)$$

La principale difficoltà nella *specificazione* del modello riguarda l'inserimento degli effetti di apprendimento e di esperienza, la sensibilità alla variabilità, nonché gli effetti comportamentali derivanti dall'utilizzo di informazioni in tempo reale. La specificazione del modello include due funzioni di utilità lineari, una per ogni alternativa di percorso (FAST e SLOW):

$$\begin{cases} U_S = \beta_{MEAN} MEANS + \beta_{TIMES} (\sigma_{TIMES}) TIMES \\ U_F = \beta_{MEAN} MEANF + \beta_{TIMEF} (\sigma_{TIMEF}) TIMEF + \beta_{LOWRISK} (\sigma_{LOWRISK}) LOWRISK + \\ + \beta_{RISKY} (\sigma_{RISKY}) RISKY + \beta_{LOW} LOW + \beta_{HI} HI + \beta_{STICK} (\sigma_{STICK}) STICK + \\ + \beta_{CWA} (\sigma_{CWA}) CWA \end{cases} \quad (3.20)$$

L'alternativa di riferimento è il percorso SLOW, e tutte le costanti relative ai fattori citati precedentemente sono specificate nella funzione di utilità FAST. Di seguito viene presentata una descrizione dei fattori inclusi nel modello. Le *caratteristiche individuali* riguardano: sesso, età, frequenza settimanale di utilizzo dell'auto, ecc. Non sono aspetti particolarmente significativi, probabilmente ciò può essere dovuto al campione di partecipanti che, essendo piccolo e omogeneo (tutti studenti), era caratterizzato da una modesta variabilità di tali caratteristiche. Di conseguenza queste variabili non sono incluse nei risultati finali. Gli *attributi di percorso* presi in considerazione sono i tempi di viaggio (TIMEF, TIMES) e i tempi di viaggio medi (MEANF, MEANS). L'*apprendimento* è stato specificato separatamente per il breve periodo (passato recente) e lungo periodo (memoria). Imparare nel breve periodo (STICK) comporta la ripetizione di un comportamento recente. Ciò riflette la *legge degli effetti* (Thorndike, 1898) in cui si afferma che un esito positivo aumenta la probabilità di ripetere l'azione che lo ha provocato. In contrasto, l'apprendimento a lungo termine è stato definito come

una funzione di tutti i risultati precedenti che riflettono l'effetto di memorizzazione. Formalmente, una media cumulativa ponderata (CWA) delle scelte precedenti di ciascun partecipante  $n$  e in ogni scenario  $s$  è specificata e calcolata con una media armonica (basata sul rango inverso di ciascuna osservazione):

$$CWA_{nst} = \frac{1}{\sum_{i=2}^{t-1} 1/i-1} \left( \sum_{i=2}^{t-1} (Y_{ins} \times 1/i-1) \right), t = 3, \dots, 100 \quad (3.21)$$

dove:  $Y$  è 1 se la scelta è FAST e 0 altrimenti, e  $i$  è il rango inverso delle precedenti osservazioni per la prova  $t$  (*in ordine inverso*). Per chiarire il calcolo si riporta un esempio per la 15 esima prova ( $t = 15$ ). Si vuole comprendere tutte le 14 scelte precedenti e pesarle con il loro rango inverso: vale a dire che  $Y_{14}$  è classificata come  $i = 2$ ,  $Y_{13}$  è classificata come  $i = 3$ , ecc. Si noti che, se tutte le scelte sono FAST allora CWA è uguale a 1, mentre se alcune scelte sono SLOW allora CWA è inferiore a 1. Questo calcolo è fatto per ogni prova in modo ricorsivo. I *livelli di esperienza* sono suddivisi in: bassa esperienza (LOW) che rispecchia le scelte nelle prime 10 prove, e alta esperienza (HI) che riflette le scelte nelle ultime 50 prove. Il valore di riferimento è stimato nella fascia media tra l'11 esima e la 49 esima prova. La *sensibilità alla variabilità* dei tempi di viaggio è stata specificata utilizzando le combinazioni di intervalli di tempo di viaggio che sono disponibili in ogni scenario. In ogni prova gli intervalli possibili per ogni percorso sono: basso (10 minuti) o alto (30 minuti) a seconda dello specifico scenario (si veda la tabella 3.2). Le tre combinazioni possibili sono quindi: basso-basso ( $F = 10, S = 10$ ), basso-alto ( $F = 10, S = 30$ ) e alto-basso ( $F = 30, S = 10$ ).

Riassumendo, l'apprendimento, associato a fattori nel breve e nel lungo periodo, ha un effetto significativo sul comportamento di scelta. Infatti nel gruppo "senza informazioni", i partecipanti hanno basato le loro decisioni per lo più sui risultati recenti, mentre l'apprendimento a lungo termine è stato ostacolato a causa dell'ulteriore sforzo necessario all'esplorazione. Al contrario, nel gruppo "con informazioni", i partecipanti hanno basato le loro scelte sia sull'apprendimento a breve che sul lungo periodo. Questo risultato è importante in quanto significa che fornire informazioni contribuisce alla memorizzazione dei risultati precedenti. Questo suggerisce che la credibilità di un sistema informativo è una questione cruciale nell'attuazione e funzionamento dei sistemi ATIS.

### 5.3 Conclusioni

Dall'esame dei precedenti studi emerge chiaramente come l'integrazione di aspetti psicologici e comportamentali può fornire buoni risultati in termini di sviluppo di modelli di comportamento di viaggio basati prevalentemente su un approccio empirico e che hanno meno limitazioni sulle ipotesi di comportamento. Lo studio di E. Ben-Elia e Y. Shiftan (2010) ha consentito di analizzare l'effetto dell'apprendimento in due diverse scale temporali (breve e lungo periodo), come pure l'interazione delle informazioni in tempo reale con l'apprendimento e gli atteggiamenti degli utenti verso il rischio. Dallo studio sono emersi i seguenti aspetti: dapprima il riconoscimento dell'importanza del contenuto delle informazioni. Fornire solo il tempo medio, o aggiungere anche un'indicazione della variabilità dei tempi, comporta una diversa distribuzione del traffico. In secondo luogo, l'impatto principale delle informazioni è nelle situazioni poco familiari cioè quelle in cui i viaggiatori non hanno una grande esperienza delle condizioni di traffico. Infine, dato che i viaggiatori informati tendono a memorizzare i risultati precedenti, la credibilità del sistema di informazione è importante. Se le previsioni del sistema di informazione sono percepite come scarsamente attendibili, i viaggiatori potrebbero ignorarle con conseguente spreco dei capitali investiti.

Lo studio di M. Jha, S. Madanat e S. Peeta (1998), a conferma di quanto detto prima, sostiene che la varianza del tempo medio di viaggio percepito diminuisce man mano che gli utenti ricevono più informazioni. Tuttavia si noti che il modello in questione assume che la fiducia dei conducenti nei sistemi informativi ATIS non cambia nel tempo, un'ipotesi non del tutto realistica.

## 6 Esempio di esperimento basato sull'impiego di ricompense per ridurre la congestione

### 6.1 Introduzione

L'efficacia di premi (o ricompense) come strumento per rinforzare un comportamento desiderabile, è supportata da una grande quantità di prove empiriche, tuttavia, nel campo della gestione della domanda di trasporto, l'utilizzo di premi risulta

scarsamente rappresentato. Gli incentivi negativi, o punizioni (ad esempio le multe, i pedaggi, le tariffe di parcheggio, ecc.), sono più ampiamente documentati. Lo scopo di questo paragrafo, che riassume lo studio di E. Ben-Elia e D. Ettema (2011), non è discutere quale politica (premi oppure punizioni) sia più efficace, anche se alcuni ricercatori, tra cui il più eminente *behaviourist* B. F. Skinner, sostengono che le persone rispondono in modo più favorevole, e sono più motivate, quando sono premiate piuttosto che punite. L'obiettivo principale è quello di analizzare ed esplorare i cambiamenti nel comportamento indotti dall'uso di ricompense, e identificare i fattori chiave che influenzano la risposta ai premi. In altre parole, ci si chiede se gli stimoli prodotti dalle ricompense possono essere un possibile strumento di controllo del comportamento di viaggio degli utenti di un sistema di trasporto.

Nei Paesi Bassi l'idea di usare premi come politica per modificare il comportamento di viaggio degli utenti pendolari è stata attuata nella seconda metà del 2006 con il programma *Spitsmijden* (termine olandese che significa "evitare il picco di traffico"). Ai partecipanti sono stati forniti premi giornalieri (monetari e materiali) al fine di incoraggiarli a evitare di guidare durante le ore di punta della mattina. Dall'analisi dei dati raccolti, integrati con campagne di misura pre-test e post-test, è risultato che la ricompensa è la principale motivazione utile per scoraggiare la guida nell'ora di punta. Ciò nonostante la scelta di come cambiare il comportamento è influenzata anche da altri fattori, tra cui: le caratteristiche socio-economiche, la flessibilità nella pianificazione delle attività di viaggio, il comportamento abituale, gli atteggiamenti in relazione all'utilizzo di mezzi diversi dall'auto e la disponibilità di informazioni di viaggio.

## **6.2 Lo studio *Spitsmijden***

### *6.2.1 Gli obiettivi*

Il programma *Spitsmijden* si propone di fornire una risposta alla domanda: "gli automobilisti possono essere persuasi ad evitare il traffico dell'ora di punta?". Lo studio ruota attorno al fatto che le ricompense soddisfacenti contribuiscono ad innalzare i tassi di motivazione degli individui nell'adottare un comportamento desiderato da colui che distribuisce gli incentivi. Alla luce di quanto appena detto, l'esperimento consiste nel premiare i partecipanti ogni qualvolta evitano la congestione della mattina sul tratto

olandese della A12 da Zoetermeer verso La Hague. L'effetto della ricompensa ha prodotto buoni risultati dato che il numero dei partecipanti che guidavano nell'ora di punta si è ridotto di circa la metà, facendo emergere un sostanziale cambiamento del comportamento dei pendolari che spostavano gli orari di partenza prima o dopo l'ora di punta, usufruivano maggiormente dei trasporti pubblici o di altri modi o, se era possibile, lavoravano rimanendo a casa.

### 6.2.2 I partecipanti

Hanno scelto di partecipare volontariamente all'esperimento 341 abitanti del comune di Zoetermeer che per lavoro dovevano recarsi a The Hague. La motivazione più importante, che li ha portati a scegliere di partecipare allo studio, è stata la ricompensa prevista, nonostante fossero stati proposti altri motivi tra cui: la possibilità di modificare il loro comportamento di viaggio e contribuire a trovare una soluzione al problema della congestione.

In fase di registrazione i partecipanti hanno dovuto selezionare la ricompensa che preferivano tra: una somma di denaro (variabile dai 3 ai 7 euro) e la possibilità, alla fine dell'esperimento, di avere uno smartphone (chiamato Yeti) tramite l'acquisizione di crediti. 232 partecipanti (di cui il 60% uomini) appartengono al gruppo denominato "money" e 109 (di cui il 74% uomini) al gruppo "Yeti" [E. Ben-Elia e D. Ettema, 2011]. La definizione di questi gruppi ha consentito di studiare l'effetto della tipologia di ricompensa sulla capacità di modificare il comportamento di viaggio e la sua stabilità. Inoltre, come di seguito verrà descritto, per una stessa ricompensa verranno evidenziati diversi trattamenti. Si faccia particolare attenzione al fatto che coloro che erano in possesso dello "Yeti" avevano accesso continuo alle informazioni di viaggio. Queste informazioni consistevano nei tempi di percorrenza in tempo reale sulla autostrada A12 e in una mappa on line che mostrava i livelli di congestione sulle altre strade della zona. Al contrario, gli appartenenti al gruppo "money" hanno avuto accesso alle informazioni a disposizione di tutti gli altri utenti: pre-viaggio attraverso internet e in viaggio dai pannelli a messaggio variabile lungo l'autostrada.

### 6.2.3 La procedura

I partecipanti sono stati informati che potevano evitare il pendolarismo nell'ora di punta della mattina, definita tra le 7:30 e le 9:30, o spostando i loro orari di partenza (anticipando o ritardando), o scegliendo altre modalità di viaggio (ad es. bicicletta, car pooling, trasporto pubblico), o lavorando da casa. L'esperimento è durato per un periodo di 13 settimane, di queste le prime due (pre-test) e l'ultima (post-test) erano senza ricompensa.

Ai partecipanti sono stati assegnati casualmente diversi *trattamenti* a seconda del gruppo di appartenenza. Gli utenti "Yeti" hanno potuto acquistare crediti per una durata di 5 settimane consecutive (*credit*). Se guadagnavano abbastanza credito relativamente ad una soglia, determinata dalla loro classe di ricompensa, potevano tenere lo smartphone. Le altre 5 settimane erano senza crediti (*no credit*), con il solo accesso alle informazioni sul traffico. Anche il gruppo "money" è stato suddiviso in trattamenti per studiare l'effetto della quantità del premio sul comportamento del partecipante. Ogni partecipante è stato sottoposto a ciascun trattamento, ma con ordine casuale. I tre trattamenti sono: una ricompensa di 3 € (della durata di 3 settimane), un premio di 7 € (della durata di 4 settimane) e una ricompensa mista (della durata di 3 settimane) fino a 7 €, di cui 3 € per evitare il picco dalle 8:00-9:00 e ulteriori 4 € per evitare gli orari precedenti e seguenti tale picco (7:30-8:00 e 9:00-9:30).

Oltre ai trattamenti, a ciascun partecipante è stata assegnata anche una *classe di ricompensa* che determina la massima ricompensa ammissibile. Questo premio è basato sul comportamento quotidiano dei partecipanti misurato durante il periodo di riferimento, prima dell'inizio delle 13 settimane. Ai partecipanti che hanno adottato delle misure per evitare il periodo di punta della mattina rispetto al loro comportamento consueto è stata assegnata una ricompensa. Di conseguenza, a ogni partecipante è stata destinata una delle quattro classi di ricompensa possibili. Dalla tabella 3.3 emerge che la maggioranza dei partecipanti appartiene alle classi A e B e la minoranza alle classi C e D; tuttavia le donne sono più frequenti nelle classi con frequenze di viaggio più basse.

**Tabella 3. 3 Numero dei partecipanti (per sesso) in ogni classe**

		Money				Yeti				
		A	B	C	D	A	B	C	D	
Thresholds <sup>b</sup>		5	4	2	1	15	20	23	25	
N	Men	83	33	13	11	34	27	13	7	221
		62%	54%	57%	79%	72%	87%	59%	78%	65%
	Women	51	28	10	3	13	4	9	2	120
		38%	46%	44%	21%	28%	13%	41%	22%	35%
	Total	134	61	23	14	47	31	22	9	341

<sup>a</sup> A: 3.5-5, B: 2/5-3.5, C: 1-2.5, D: 0-1 trips/week.

<sup>b</sup> Money: maximum number of eligible rewards per week; Yeti: number of credits at the end of 5 weeks required to keep the phone.

**Fonte: E. Ben-Elia e D. Ettema, 2011**

#### 6.2.4 I risultati

I risultati dimostrano che premiare, almeno nel breve periodo, è uno strumento efficace per ridurre i fenomeni di congestione. Quindi, in accordo con la teoria della motivazione, i premi influenzano la motivazione ad evitare l'ora di punta. Inoltre, la decisione di come esercitare questo cambiamento di comportamento sembra essere determinato da altri fattori non correlati al tipo o livello di ricompensa. Tuttavia nel post-test, una volta cessati i premi, le quote di coloro che non guidano nell'ora di punta scendono ed i partecipanti tornano più o meno al loro comportamento abituale di guida nelle ore di punta.

A dimostrazione di quanto appena detto, in fig. 3.12 sono riassunte le misurazioni medie delle risposte e le differenze tra i due gruppi. Le risposte sono state suddivise in quattro categorie distinte ed esclusive: guida nell'ora di punta (RD), guida precedente (DE) o successiva (DL) all'ora di punta, e non guida (ND), che comprende tutte le modalità di viaggio senza l'auto (trasporto pubblico, bicicletta, car pooling, ecc.) così come il telelavoro. Per quanto concerne i gruppi si considerano le seguenti misurazioni: pre-test, tre livelli di trattamento (3, 7, 3-7 €) e post-test nel gruppo "money"; e pre-test, due livelli di trattamento (*credit*, *no credit*) e post-test nel gruppo "Yeti". Si noti che l'esplorazione ha avuto un ruolo importante durante la fase di pre-test (senza ricompensa). La pratica di evitare l'ora di punta durante il pre-test è stata riportata da quasi un terzo dei partecipanti (in entrambi i gruppi), ed è una spiegazione per il drastico calo del numero di partecipanti in RD rispetto al solito comportamento dichiarato nell'indagine preliminare.

Una rapida analisi della fig. 3.12 A mette subito in chiaro come il comportamento dei pendolari è diverso nel momento in cui i partecipanti vengono premiati. I livelli di premisurazione (relativi all'indagine preliminare "*Preliminary Survey*") del RD sono sostanzialmente più elevati che durante i trattamenti, per entrambi i gruppi. In altre parole, i conducenti che hanno ricevuto un premio, per ogni volta che evitavano di guidare nelle ore di punta, hanno molto meno probabilità di unirsi all'ingorgo del mattino sulla A12. L'effetto principale del premio è una diminuzione di RD di circa il 50% ed un aumento di tutte le altre forme (DE, DL, ND). Quindi possiamo affermare che la natura della ricompensa ("*money*" e "*Yeti*") non ha alcuna influenza apparente sulla scelta di *come* evitare l'ora di punta.

Si procede con un'analisi più approfondita dei quattro grafici. In fig. 3.12 A, per il gruppo "*money*", tutti i trattamenti monetari sono significativi. In particolare si nota che il trattamento 7 € ha il più grande effetto complessivo su RD, ma il più grande effetto marginale è associato al trattamento 3 €. Questo significa che una ricompensa monetaria moderata sembra essere sufficiente a favorire un cambiamento relativamente sostanziale del comportamento. Mentre per i partecipanti che hanno scelto lo smartphone: il 31% di loro sono stati osservati a guidare in RD in assenza di ricompensa (*no credit*), la percentuale si è ridotta al 15% nel caso di ricompensa (*credit*). Per quanto riguarda le altre categorie di risposta (si veda fig. 3.12 B-D), i premi fanno crescere sia le quote di guida in momenti diversi dal picco, sia quelle di "non guida". Tuttavia i dati mostrano come i partecipanti preferiscono guidare in un altro momento della giornata (con una propensione per DE). Pertanto lavorare da casa, andare in bicicletta o prendere il trasporto pubblico (ND) sono alternative poco attraenti per la maggior parte dei partecipanti. Ciò può derivare dalla concomitanza dello studio con la cattiva stagione che ha scoraggiato i ciclisti, o da problemi di accesso al servizio ferroviario regionale. Dal confronto tra i grafici B e C, è evidente che si ha un calo delle risposte medie (più elevate in DE rispetto a DL) per il gruppo "*money*" rispetto al gruppo "*Yeti*", già evidente in fase di pre-test. Tali differenze fanno emergere una diminuzione della sensibilità al denaro.

Gli utenti "*Yeti*" hanno riportato maggiori quote nel post-test rispetto al gruppo "*money*" grazie agli accordi con i datori di lavoro che hanno acconsentito ad orari di lavoro più flessibili. Perciò, è possibile che questa misura di sostegno abbia permesso loro una

maggiore flessibilità nel comportamento, con una conseguente maggiore propensione a guidare dopo (DL). In genere, però, la maggior parte dei partecipanti ha ripreso il vecchio comportamento dopo la conclusione del programma. Le possibili spiegazioni di questo fenomeno sono dovute ad alternative poco attraenti o al fatto che gli accordi conclusi con i datori di lavoro, o altri membri della famiglia, sono terminati dopo che l'esperimento era completato.

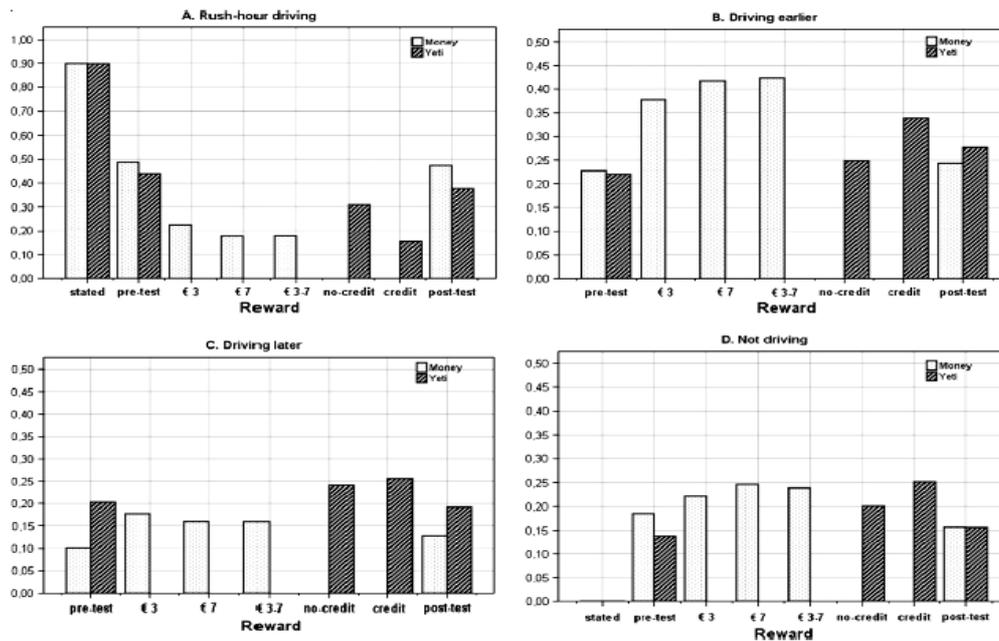


Figura 3. 12 Misurazioni medie delle risposte e differenze tra i due gruppi

Fonte: E. Ben-Elia e D. Ettema, 2011

In genere, la risposta degli individui alle ricompense è influenzata anche da altri fattori, tra cui: le caratteristiche socio-economiche, la flessibilità nella pianificazione delle attività di viaggio, il comportamento abituale, gli atteggiamenti in relazione all'utilizzo di mezzi diversi dall'auto e la disponibilità di informazioni di viaggio. I risultati del programma *Spitsmijden* fanno chiarezza sulla questione. In particolare dimostrano come le *caratteristiche personali e sociali* (ad esempio sesso, livello di istruzione, reddito personale o composizione dell'unità familiare) possono sostenere o ridurre l'impatto potenziale dei premi. Ad esempio, il reddito influenza la motivazione nel caso di ricompensa monetaria. Infatti, come si è detto, la diminuzione della sensibilità al denaro suggerisce che i partecipanti con redditi più alti sono meno motivati a cambiare il comportamento per un guadagno piuttosto marginale. Per quanto riguarda invece la

*programmazione degli impegni*, come i doveri domestici (ad esempio portare a scuola i figli), e tempi di lavoro inflessibili si è visto che influenzano le risposte degli individui. Soprattutto le donne, che in genere hanno la custodia dei figli, possiedono una limitata capacità di modificare il comportamento, anche quando motivata dalla ricompensa. Anche i fattori relativi al *comportamento abituale* sono particolarmente significativi. L'effetto del comportamento abituale si manifesta nelle classi di ricompensa, nell'orario di partenza (nel caso di spostamento dei tempi di guida), nonché nell'uso di altri modi (nel caso di modalità di viaggio senza l'auto e telelavoro). Si è notato infatti che i partecipanti appartenenti alle classi A e B (2,5-5 viaggi a settimana → alta frequenza pendolare) erano maggiormente propensi a continuare a guidare durante le ore di punta rispetto a quelli delle classi C e D (0-2,5 viaggi a settimana → bassa frequenza pendolare). Una possibile spiegazione, alquanto intuitiva, sostiene che cambiare comportamento per i conducenti ad "alta frequenza" comporta un considerevole sforzo che solitamente viene evitato dai viaggiatori (che preferiscono risposte a basso sforzo). Sicuramente, come verrà meglio discusso nel prossimo capitolo, le informazioni di viaggio in tempo reale possono essere utili nel ridurre lo sforzo percepito e promuovere la capacità di evitare le ore di punta. Gli *atteggiamenti nei confronti del trasporto pubblico e della bicicletta*, come alternative realistiche per la guida al lavoro, sono importanti. Per fare un esempio, i partecipanti con un atteggiamento positivo verso il trasporto pubblico sono meno propensi a cambiare comportamento guidando prima o dopo l'ora di punta. Non da ultimo anche la *disponibilità di informazioni* ha effetti significativi. Le informazioni di viaggio in tempo reale accelerano l'apprendimento in ambienti non familiari e riducono l'esplorazione iniziale. A questo proposito, lo smartphone, fornendo l'accesso alle informazioni sul traffico, aumenta il controllo percepito della situazione e il proprietario è più motivato nel cambiare il comportamento. Dal grafico di fig. 3.12 C, gli utenti "Yeti", che utilizzano con frequenza le informazioni sul traffico, hanno maggiori probabilità di guidare dopo rispetto agli altri partecipanti che hanno dovuto acquisire le stesse informazioni con uno sforzo maggiore. Tuttavia, come già osservato, questo risultato potrebbe anche essere influenzato da accordi preliminari sul posto di lavoro che sono maggiormente dominanti nel gruppo "Yeti".

### 6.3 Conclusioni

La conclusione principale sull'uso delle ricompense per incoraggiare i pendolari a cambiare il loro comportamento di viaggio è positiva. I premi sono efficaci motivazioni esterne di cambiamento del comportamento di viaggio (nel caso in esame evitare l'ora di punta). Tuttavia, rimane ancora una questione aperta relativamente alla durata, cioè se gli effetti dei premi continuano ad essere efficaci per un periodo di tempo più lungo. Una seconda conclusione che si può trarre da questo studio è che la tipologia di cambiamento, ovvero scegliere di evitare l'ora di punta spostandosi in altri momenti, passando a un altro mezzo di trasporto o lavorando da casa, è determinata da diversi fattori esterni. Si è rilevato infatti che, anche se la ricompensa è la motivazione principale della potenziale scelta di partecipare a un simile programma, la mancanza di flessibilità nei programmi giornalieri è stata la ragione principale del rifiuto. Si è inoltre confermata l'importanza della flessibilità a casa e al lavoro, per esempio attraverso il coinvolgimento dei datori di lavoro.

Concludendo, si può affermare che il programma *Spitsmijden* è riuscito nel suo obiettivo cioè quello di ridurre i volumi di traffico nei periodi di punta; le questioni non risolte riguardano la durata degli effetti e la possibilità che la riduzione di congestione così ottenuta possa essere annullata dal manifestarsi di una quota di domanda latente.



## Capitolo 4 – L’ABITUDINE NEI COMPORAMENTI DI VIAGGIO

---

### Premessa

L’analisi dell’abitudine nei comportamenti di viaggio risulta di particolare interesse in quanto può condizionare notevolmente gli esiti delle strategie di gestione della domanda di trasporto. Il tentativo di riorganizzare il sistema del traffico, in modo che produca meno impatto ambientale, può avere successo solo se l’offerta è organizzata in modo da soddisfare le esigenze e i desideri dei viaggiatori. Più variabile e complesso è il loro comportamento, e più flessibile l’offerta deve essere. Negli studi sociologici, le abitudini costituiscono una regolarità che rende le azioni prevedibili e garantiscono così la corrispondenza tra aspettative e comportamenti, rendendo possibile all’ente gestore il controllo e la gestione di un contesto che, tendenzialmente, raggiungerà la stabilità. Ogni tentativo di influenzare le scelte di viaggio potrebbe non riuscire se le scelte sono abituali. Quindi, in generale, sarà più difficile invertire una tendenza che accentuarla.

Questo capitolo tratta appunto dei comportamenti abituali nel contesto dei sistemi di trasporto, ed è organizzato come segue: nella prima parte si discute dei comportamenti di viaggio abituali, nella seconda si parla del ruolo dell’inerzia e dell’avversione al rischio e nell’ultima dell’impatto delle informazioni sul processo di scelta. Tali argomentazioni saranno riferite alle scelte di modo e di percorso, con una particolare attenzione per le prime. Nell’ultima parte del capitolo vengono presentati alcuni studi, tra cui quelli di Garling e Fuji, che dimostrano come sia possibile spezzare le “cattive” abitudini (ad esempio l’uso eccessivo dell’auto privata) e rendere così i viaggiatori consapevoli dell’attrattiva di altre alternative (ad esempio il trasporto pubblico). In questo modo si passa da una scelta che non è intenzionale, e pertanto difficile da influenzare, a una scelta che diventa di nuovo deliberata e razionale.

## 1 Il ruolo dell'abitudine nei comportamenti di viaggio

Nella prima parte della tesi, il comportamento abituale è stato semplicemente definito come un insieme di sequenze comportamentali ripetute. Lo scopo di questo capitolo è quello di chiedersi come una persona arriva a quelle sequenze, che, nell'ambito dell'analisi della domanda di mobilità, sono il risultato di finalità dello spostamento e di scelte di destinazione, modalità di trasporto, giorno e orario di partenza, e percorso. Il costo sostenuto per la ricerca e la costruzione di nuove alternative, in termini di tempo e sforzo mentale, è spesso notevole e i benefici attesi dalla scelta di nuove alternative sono a volte troppo incerti. Alla luce di queste considerazioni, i viaggiatori riutilizzano le soluzioni del passato per rendere il loro comportamento futuro non solo più facile da mettere in pratica ma soprattutto meno rischioso negli esiti. Tale atteggiamento si riscontra specialmente in soggetti su cui gravano vincoli di tempo, vincoli economici o altri impegni.

L'introduzione all'interno dei modelli di pianificazione dell'impatto delle abitudini sul comportamento decisionale è un elemento che rende più complessa la trattazione matematica, a beneficio però del realismo dei modelli. Nella pianificazione dei trasporti è essenziale analizzare se, e eventualmente in che modo, l'abitudine influenza l'attuazione delle politiche di intervento. Nella modellazione la sfida consiste nello sviluppare modelli che tengano conto di parametri che incorporano l'effetto di fattori psicologici che influenzano la decisione. L'inserimento delle conoscenze nell'ambito della ricerca comportamentale e psicologica, a fianco delle variabili tradizionali (ad esempio tempo di viaggio, distanza, ecc.), permettono di arricchire la comprensione del comportamento dei viaggiatori sulle reti di trasporto.

Premesso che misurare le abitudini non è semplice, è possibile fare riferimento a degli *indicatori indiretti* come ad esempio il comportamento passato (in quanto antecedente dell'abitudine). Quando i modelli, che includono gli indicatori di abitudine, sono utilizzati per fare previsione, si richiedono simulazioni a livello disaggregato. Anche se questo non pone problemi per le previsioni a breve termine, lo fa per le previsioni a lungo termine che richiedono particolari accortezze. Più specificatamente, si dovranno tracciare nel tempo i comportamenti (non più costanti) dei viaggiatori e poi calcolare i valori degli indicatori di abitudine. A oggi, ciò deve ancora essere messo in pratica con

riferimento a tempi di simulazione di notevole durata. La soluzione alternativa proposta consiste nel procedere con un’attualizzazione dei parametri di interesse in linea con l’orizzonte temporale di previsione [T. Garling e K. W. Axhausen, 2003].

La politica dei trasporti ha cercato negli ultimi anni di completare investimenti infrastrutturali e puntare all’espansione del servizio di trasporto con varie misure di gestione della domanda di trasporto come, per esempio, il *road pricing* urbano accompagnato (teoricamente) da un potenziamento del trasporto pubblico locale, servizi di informazione, gestione dei parcheggi, ecc. Il successo di tali misure dipende dalla capacità dei viaggiatori di riconoscere, rispondere ed integrare questi nuovi segnali nelle loro attività/abitudini di viaggio. Pertanto ci si chiede: “Abbiamo una sufficiente comprensione di come i viaggiatori effettuano le scelte?” e “Come è possibile far in modo che l’utente abituale percepisca e elabori gli stimoli esterni?”. Una migliore comprensione del concetto di scelta di viaggio abituale appare essenziale per rispondere a queste questioni.

## 2 Che cos’è una scelta di viaggio abituale

### 2.1 Introduzione

Dal capitolo “L’abitudine e l’inerzia” è emerso che la formazione delle abitudini può essere vista come un meccanismo che impedisce un cambiamento nel comportamento degli individui. Riprendendo alcuni concetti già noti, Triandis (1977) mette in evidenza la differenza tra il concetto di intenzione e quello di abitudine nel processo decisionale dell’individuo. La formazione di un’intenzione è preceduta dall’elaborazione di informazioni deliberate che possono includere: strategie di decisione, ricerca di informazioni, selezione o costruzione di nuove alternative, e valutazione delle stesse. Viceversa, se l’abitudine è il più forte fattore determinante di un comportamento, il comportamento è preceduto da una minore (o nessuna) elaborazione deliberata di informazioni. Pertanto, quanto più spesso un certo comportamento è stato *con successo* eseguito in condizioni stabili, tanto più il comportamento futuro è determinato dall’abitudine, mentre diminuisce l’influenza delle intenzioni e la capacità di prendere decisioni deliberate. Si è così giunti a definire l’abitudine come la scelta di effettuare un comportamento senza deliberazione.

L'evidenza empirica che supporta questa affermazione, come si vedrà, è stata ottenuta da Verplanken (1997) e Garling (2001). Già da ora però si vuole porre l'accento sul fatto che le scelte ripetute di un comportamento non implicano necessariamente che il comportamento sia abituale. La ragione per la ripetizione di un comportamento può semplicemente essere che l'intenzione (per esempio usare l'automobile per andare al lavoro) è formata ripetutamente.

Nel successivo paragrafo si farà un breve accenno ai risultati dell'esperimento condotto da Garling (2001). L'obiettivo principale riguarda la questione del livello di generalità delle abitudini, in altre parole ci si chiede se le abitudini sono intese come un'associazione tra stimoli e comportamenti specifici, o se rappresentano degli schemi. Tali schemi consentono la conoscenza del comportamento su un piano più generale, e quindi sono da ritenersi efficaci in una vasta gamma di situazioni.

## 2.2 Due diversi concetti di scelta di viaggio abituale

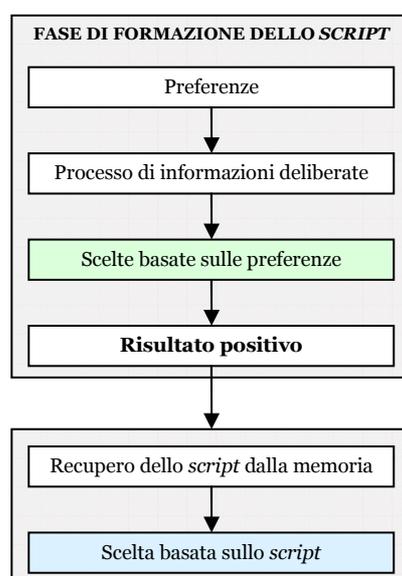
Negli anni si sono radicati due distinti punti di vista sul concetto di abitudine. Gli autori originali non hanno suggerito nomi univoci per le loro teorie, così si farà riferimento ad esse come:

*approccio connessionista o associazionista;*

*approccio basato su schema o script.*

L'approccio associazionista si basa sulla formazione di una connessione neurale (associazione) tra un certo stimolo e la relativa risposta comportamentale solo quando il comportamento è adottato frequentemente e in un contesto stabile (per maggiori dettagli si veda la *teoria comportamentista* al Capitolo 1). Nella misura in cui questa associazione diventa sempre più forte, gli stimoli, da soli, sono sufficienti ad attivare automaticamente il comportamento appreso. Una conseguenza implicita dell'approccio associazionista, così come descritto, è che, per una certa situazione il comportamento è completamente abituale o pienamente deliberato. Il comportamento è abituale quando esiste una forte associazione Stimolo-Risposta, quando, invece, non scatta il meccanismo associativo che induce alla risposta, allora l'individuo consapevolmente si impegna ad agire in un certo modo.

In base al secondo punto di vista, le abitudini sono, invece, concepite come schemi o *script*. Uno *script* rappresenta una sequenza comportamentale correlata alla relativa situazione, e può essere attivato senza prima dover elaborare tutti gli aspetti legati al contesto in questione. Gli *script* possono esistere a diversi livelli di specificità, e appare evidente che quelli più generali si possono applicare ad una più ampia gamma di situazioni. In particolare, Garling definì la scelta di viaggio abituale come “...la scelta di effettuare un comportamento senza deliberazione.” [T. Garling e K. W. Axhausen, 2003]. L'evidenza empirica a supporto di questa affermazione, schematizzata nel modello di processo illustrato nella Figura 4.1, è stata ottenuta da Garling inducendo più volte i partecipanti ad un esperimento a fare la stessa scelta fittizia di recarsi in auto verso una destinazione lontana, dove era possibile fare degli acquisti vantaggiosi. Poiché il risultato della scelta si è rivelato positivo, i partecipanti hanno sviluppato un atteggiamento favorevole verso la scelta di guidare e, quindi, hanno continuato a ripetere la stessa scelta. Dopo qualche tempo, il comportamento ripetuto (in un contesto stabile) è diventato lo *script* di base. Ciò ha trovato conferma nel fatto che un minore numero di informazioni erano state ricercate dai partecipanti. I risultati dell'esperimento hanno portato a ritenere che i guidatori hanno semplicemente recuperato le informazioni memorizzate sotto forma di *script*, senza alcuna elaborazione deliberata delle stesse in fase di scelta.



**Figura 4. 1** La transizione da scelte basate su preferenze deliberate a scelte basate su *script*

Fonte: T. Garling e K. W. Axhausen, 2003

Tabella 4. 1 Classificazione di comportamento pianificato, impulsivo e abituale

	Nessuna/minima deliberazione	Forte deliberazione
<b>Intenzione non formata</b>	<i>COMPORAMENTO ABITUALE</i>	Non classificabile
<b>Intenzione formata</b>	<i>COMPORAMENTO IMPULSIVO</i>	<i>COMPORAMENTO PIANIFICATO</i>

Fonte: T. Garling e K. W. Axhausen, 2003

In un comportamento abituale, l'intenzione non è formata, ciò significa che il soggetto assume un atteggiamento passivo e la sua decisione finale è basata su una minima (o nessuna) valutazione. Al contrario, in un comportamento pianificato emerge un soggetto pienamente intenzionato ad eseguire un certo comportamento (atteggiamento attivo) e che prende la propria decisione sulla base di un'attenta valutazione. Quando la valutazione è minima allora si parla di comportamento impulsivo.

Occorre notare che il concetto di abitudine associazionista e quello basato su *script* non sono reciprocamente esclusivi e i confini che li separano non sono ben definiti. Ad esempio, uno *script* molto rigido e altamente specifico per una determinata situazione non può essere differenziato da una connessione associazionista situazione-risposta comportamentale. Certamente è possibile fare una distinzione tra i due estremi: una risposta ripetitiva attuata automaticamente, che viene appresa dalla ripetizione dello stesso comportamento inserito in passato nella memoria, può essere concettualizzata più naturalmente in termini di connessioni/associazioni. Al contrario, l'idea che le abitudini sono efficaci in una vasta gamma di situazioni di scelta di modalità di viaggio è rappresentata più chiaramente nel concetto di *script* generalizzato.

### 3 In che modo le scelte di viaggio diventano abituali

Alla luce di quanto detto fino ad ora, sembra ovvio ritenere che le capacità di apprendere e memorizzare svolgono un ruolo di fondamentale importanza nella formazione delle abitudini ed in particolare delle scelte di viaggio abituali. Un'ipotesi

frequente, nella ricerca sui comportamenti di viaggio, è che il comportamento di viaggio consiste principalmente di routine, cioè di come i viaggiatori preferiscono ripetere quegli schemi di azioni con cui sono stati soddisfatti in passato. Inizialmente gli studi si basarono sulla nota *teoria della massimizzazione dell'utilità*, la quale sostiene che gli individui scelgono l'attività la cui attuazione porta alla massima utilità attesa. In altre parole, si studia come le decisioni dovrebbero essere prese per massimizzare il benessere dell'individuo, e non ci si preoccupa di come le decisioni sono prese in realtà. Inoltre, la teoria si fonda su ipotesi troppo rigide che non sempre trovano un riscontro nei processi reali, tra cui il fatto che tutte le alternative a disposizione del decisore devono essere note, che le decisioni devono essere prese con razionalità e che il decisore deve essere "aperto" a nuove alternative (il che equivale a dire assenza d'inerzia). Appare ovvio che la teoria della massimizzazione dell'utilità non è un buon riferimento, dal momento che si deve tenere conto di tutta una serie di vincoli temporali e spaziali e di condizionamenti che emergono dall'analisi dei processi reali.

Un primo passo è quello di costruire un modello dinamico del complesso attività/scelte di viaggio. Tale modello è riportato da T. Arentze e H. Timmermans (2003). Non si fa più riferimento al tradizionale quadro teorico sulla massimizzazione dell'utilità che fa ipotesi troppo esigenti in materia di ciò che le persone sono in grado di fare; si fa l'ipotesi di *apprendimento adattivo*. Gli individui si presume imparino dalle conseguenze delle loro scelte, in modo che le loro future decisioni possano essere migliorate. Si tratta quindi di quello che è stato definito come *apprendimento rinforzato*. In particolare, sulla base di come il soggetto valuta il risultato delle scelte precedenti, se il risultato è soddisfacente esso riapplica le scelte "vecchie", altrimenti, se il risultato è stato non soddisfacente (ad esempio un consistente ritardo per via di una lunga coda), si troverà costretto a pensare di valutare nuove alternative [T. Garling e K. W. Axhausen, 2003]. Inoltre, è improbabile che il viaggiatore valuti ogni volta le proprie attività associando una "nuova" utilità soggettiva. Egli piuttosto ripeterà un modello di attività che gli ha offerto un'esperienza soddisfacente senza giudicare con attenzione le alternative.

È del tutto ragionevole assumere che gli esseri umani eseguono regolarmente un'elevata percentuale di azioni perché vincoli e obblighi non cambiano tutti i giorni. Per esempio, si può supporre che i viaggi pendolari si assomiglino per quanto riguarda la scelta di

modo, la scelta del percorso o gli orari di partenza a causa di vincoli tendenzialmente stabili per questi viaggi.

## 4 Come misurare la forza dell'abitudine

Come misurare la forza dell'abitudine è stato a lungo un problema non adeguatamente affrontato dal momento che la sua determinazione non è certamente cosa da poco. Alcuni ricercatori descrivono il comportamento abituale avvalendosi di *osservazioni oggettive*, per ottenere poi una stima della frequenza. Un esempio potrebbe essere l'osservazione della modalità di trasporto scelta tra una serie di alternative per un dato viaggio. Un altro approccio sta nel *chiedere direttamente* ai partecipanti di riferire la forza delle loro abitudini. Tali sondaggi spesso includono anche domande relative alla proprietà/disponibilità di auto, ai chilometri annui, nonché, nell'ambito del trasporto pubblico, al numero di viaggi settimanali e all'eventuale fruizione di abbonamenti. Queste misure derivate con il metodo detto "*self-report*" non sono sempre del tutto affidabili dato che i partecipanti sono invitati simultaneamente a fornire sia una stima della frequenza del comportamento, sia un'indicazione del grado in cui il comportamento è abituale. La frequenza del comportamento e la forza dell'abitudine sono così confusi in questa misura. Oltre a ciò, ci possono essere contesti in cui le misure di frequenza possono essere inaffidabili, come quando è difficile recuperare memorie episodiche (ad esempio per il partecipante è difficile ricordare quante volte durante l'ultimo mese ha preso la macchina), o quando il comportamento è di per sé confuso.

Gli psicologi sociali, tra cui J. A. Ouellette, W. Wood, B. Verplanken e H. Aarts, accettano la misura della *frequenza del comportamento passato* come misura della forza dell'abitudine. Si tratta di una *misura indiretta*, in quanto il comportamento passato è l'antecedente dell'abitudine. Si ipotizza però che il comportamento passato possa essere determinato non solo da variabili conosciute, ma anche da variabili sconosciute (quindi non misurabili) che possono influenzare il comportamento futuro. Pertanto, non essendo chiaro se gli effetti del comportamento passato sul comportamento futuro possono essere con sicurezza attribuiti alle abitudini, più recentemente Wood (2005) ha proposto di misurare la forza dell'abitudine come prodotto della stabilità del contesto e della

frequenza del comportamento passato. Infatti se il contesto rimane stabile, possiamo naturalmente aspettarci che il comportamento passato sia particolarmente predittivo del comportamento futuro.

Riconoscendo che le variabili non misurabili costituiscono un problema, in particolare per la misura del comportamento passato *self-report*, B. Verplanken (1997) ha introdotto una misura di abitudine che prende il nome di *Misura della Frequenza della Risposta* (RFM), basata sull'idea che l'abitudine è una forma di comportamento basata su *script*. Ai partecipanti vengono presentati una serie di scenari di scelta di modalità di viaggio (ad esempio andare al supermercato o la visita ad un amico in una città vicina). L'informazione fornita è quindi strettamente limitata alla destinazione e allo scopo, ed i partecipanti sono invitati a rispondere il più rapidamente possibile. In questo modo, si ritiene che i partecipanti fanno affidamento solo sulle rappresentazioni mentali (*script*) personali collegate alle destinazioni. In altre parole la RFM si fonda sul fatto che le abitudini sono basate su *script* e, in particolare, rappresenta un tentativo di misurare operativamente la forza o l'accessibilità agli *script*. La forza dell'abitudine viene calcolata come la percentuale di scelte di una particolare modalità di viaggio. Si è dimostrato che la RFM è più efficace nel prevedere il comportamento futuro rispetto alla misura del comportamento passato *self-report* [T. Garling e K. W. Axhausen, 2003].

Giunti a questo punto, se si riconosce che l'abitudine è un costrutto psicologico, piuttosto che una frequenza del comportamento passato, tali misure non sembrano sufficienti. Ulteriori misure di abitudine sono state proposte in letteratura, in particolare l'*Auto Reported Index of Habit* (SRHI), proposto da B. Verplanken e S. Orbell (2003). Si misura l'intensità dell'abitudine suddividendola in un numero di caratteristiche, vale a dire: la ripetizione, l'automaticità (intesa come mancanza di controllo, mancanza di consapevolezza, efficienza), e l'espressione di identità personale. La prima caratteristica si basa sul fatto che le abitudini hanno una storia di ripetizione. Più spesso si esegue un comportamento e più probabilmente diventerà abituale. Le abitudini sono anche una forma di automatismo che le rende intenzionali solo inizialmente, controllabili in misura limitata, eseguite senza consapevolezza ed efficienti nel senso che alleggeriscono il carico di lavoro mentale, dando così al soggetto la possibilità di compiere più azioni contemporaneamente. L'efficienza delle abitudini appare, in particolare, in condizioni di

sovraccarico quali pressione di tempo, distrazione o sovraccarico di informazioni. Da ultimo B. Verplanken ha considerato le abitudini come facenti parte del modo di organizzare la vita di tutti i giorni, riflettendo così l'identità e lo stile di vita personale del soggetto. L'inserimento di tali caratteristiche in uno strumento fornisce senza dubbio un resoconto più completo dell'intensità dell'abitudine rispetto agli attuali strumenti. Tale indicatore, che si sottolinea non si basa su stime di frequenza comportamentale, contiene dodici elementi (si veda Tab. 4.2) e le risposte sono date su scala Likert<sup>4</sup> [B. Verplanken e S. Orbell, 2003].

**Tabella 4. 2 Self-Report Habit Index**

(Behavior X) is something ...

1. ... I do frequently.
2. ... I do automatically.
3. ... I do without having to consciously remember.
4. ... that makes me feel weird if I do not do it.
5. ... I do without thinking.
6. ... would require effort not to do it.
7. ... that belongs to my (daily, weekly, monthly) routine.
8. ... I start doing before I realize I'm doing it.
9. ... I would find hard not to do.
10. ... I have no need to think about doing.
11. ... that's typically 'me'.
12. ... I have been doing for a long time.

**Fonte: B. Verplanken e S. Orbell, 2003**

---

<sup>4</sup> La scala Likert fu ideata dallo psicometrico americano R. Likert nel 1932 con lo scopo di elaborare un nuovo strumento, più semplice rispetto ad altri, per la misurazione di opinioni e atteggiamenti. È costituita da una serie di affermazioni (*item*) semanticamente collegate agli atteggiamenti su cui si vuole indagare. Gli item sono presentati agli intervistati sottoforma di batterie. L'intervistato è chiamato ad esprimere il suo grado di accordo/disaccordo su ciascuna affermazione scegliendo tra cinque o sette modalità di risposta che vanno da: completamente d'accordo, d'accordo, incerto, in disaccordo, in completo disaccordo (nella versione originale utilizzata da Likert vengono così definite: *strongly agree*, *agree*, *uncertain*, *disagree*, *strongly disagree*). A ciascuna modalità di risposta viene attribuito un punteggio (5, 4, 3, 2, 1 oppure 4, 3, 2, 1, 0), la media dei punteggi alle risposte di ciascun individuo sull'intera batteria rappresenta la posizione dell'individuo sul concetto indagato. Per questo motivo la scala Likert è una *scala additiva*.

## 5 L'abitudine: automaticità nella scelta del modo di trasporto

### 5.1 Introduzione

Quando il comportamento di viaggio è abituale, la presentazione di un obiettivo di viaggio (destinazione) attiva automaticamente una modalità di trasporto nella memoria, senza coinvolgere un problema decisionale; si tratta di un comportamento automatico *goal-directed*. La letteratura dimostra che le risposte automatiche sono difficili da controllare e ancor di più da sopprimere. Se si intende effettuare un'azione *goal-directed* diversa da quella abituale è necessario fare ricorso all'attenzione per interrompere l'abitudine (ciò può essere più facile a dirsi che a farsi). Quando l'attenzione è assorbita da altre attività, e l'intenzione di eseguire un'azione alternativa non è sufficientemente forte, l'attivazione in memoria di un programma abituale potrebbe condurre, invece che a scegliere l'azione alternativa, ad eseguire il comportamento abituale. A dimostrazione di quanto appena affermato, si prenderà come esempio l'esperimento condotto da H. Aarts e A. Dijksterhuis nel 2000. Ai partecipanti, dopo la presentazione di obiettivi di viaggio, è stato chiesto di rispondere con il modo di trasporto che avrebbero impiegato per raggiungerli. Tale scelta è però subordinata al rispetto di istruzioni di cui si discuterà nella sezione: “*La procedura sperimentale*”. I risultati hanno mostrato che le risposte abituali sono più difficili da controllare (o eliminare) delle risposte non abituali, e che la soppressione delle risposte abituali è particolarmente difficile quando l'attenzione è assorbita da un compito secondario.

### 5.2 Lo studio di H. Aarts e A. Dijksterhuis

#### 5.2.1 Obiettivo

L'esperimento, condotto presso l'Università degli Studi di Nijmegen (Olanda), aveva lo scopo di studiare il comportamento di viaggio di 56 studenti. Contrariamente ad altri studi sulle abitudini, nei quali le misure di abitudine sono solitamente ottenute da stime di frequenza del comportamento passato *self-report*, non si è misurata, ma si è sperimentalmente variata la forza dell'abitudine. Più concretamente, si è studiata la scelta degli studenti di andare in bicicletta in risposta agli obiettivi di viaggio come

esempio di comportamento abituale, e la scelta del treno come esempio di comportamento non abituale. Quindi, le scelte di andare in bicicletta in risposta agli obiettivi di viaggio sono state trattate come abituali, mentre le scelte di ricorrere al treno sono state trattate come non abituali.

### 5.2.2 *I partecipanti*

I partecipanti sono stati reclutati in modo che le quattro modalità di viaggio (cioè a piedi, autobus, bicicletta, treno) fossero realistiche sia per distanze di viaggio brevi che per quelle relativamente lunghe.

### 5.2.3 *Gli obiettivi di viaggio*

Per comprendere quali obiettivi di viaggio prendere in considerazione, è stato necessario un preliminare studio pilota da cui sono emerse cinque destinazioni abituali e cinque destinazioni non abituali. Le prime rappresentano obiettivi per i quali la bicicletta costituisce la modalità tipica di trasporto, mentre per le seconde i partecipanti tendono ad usare il treno come modalità di viaggio consueta. Si tratta di mete per cui è stato registrato un considerevole numero di abbinamenti ripetuti con una specifica modalità, il che denota una forte associazione o abitudine.

### 5.2.4 *La procedura sperimentale*

Per dimostrare che le risposte abituali sono difficili da reprimere o controllare, è stata impiegata una procedura sperimentale in cui è stato chiesto ai partecipanti di immaginare di dover viaggiare da casa verso diverse destinazioni (le dieci destinazioni citate precedentemente). Dopo aver elaborato l'obiettivo di viaggio, i partecipanti hanno scelto una modalità di viaggio in risposta alle diverse destinazioni che venivano presentate sullo schermo con le seguenti modalità:

1. *manipolazione del permesso della modalità tipica e*
2. *manipolazione di carico cognitivo.*

Nella modalità “*Manipolazione del permesso della modalità tipica*”, metà dei partecipanti ha ricevuto istruzioni per parlare della modalità di viaggio che usavano

normalmente per le destinazioni presentate. Questa condizione è stata definita: *modalità tipica permessa*. Così, la bicicletta era il modo tipico per le prove abituali, e il treno costituiva la modalità tipica per le prove non abituali. L'altra metà è stata istruita per non parlare del modo di trasporto che normalmente avrebbe utilizzato, ma di nominare invece un'alternativa. Poiché queste ultime istruzioni non consentono ai partecipanti di rispondere con la modalità di viaggio tipica, questa condizione è stata etichettata: *modalità tipica non permessa*. Come risultato, in questa condizione ai partecipanti è stato implicitamente richiesto di sopprimere la tipica modalità di viaggio. Nella modalità "*Manipolazione di carico cognitivo*", a metà dei partecipanti è stato richiesto di segnalare la somma delle due cifre poste su entrambi i lati della parola di destinazione (ad esempio 5 università 8) prima di rispondere con una modalità di viaggio. Questa condizione è etichettata: *condizione di carico cognitivo*, in quanto durante il processo, l'attenzione è stata suddivisa tra sommare prima le cifre e poi rispondere con una modalità di viaggio. All'altra metà dei partecipanti non è stata richiesta l'esecuzione dell'operazione di somma. Questa condizione è denominata: *nessuna condizione di carico cognitivo*.

La condizione sperimentale che impone di non rispondere con la tipica modalità di viaggio, è di fondamentale importanza dal momento che ai partecipanti viene chiesto di sopprimere la loro abituale modalità di scelta di trasporto in risposta ad un obiettivo di viaggio. Se vi è un'associazione automatica tra una destinazione e una modalità di viaggio dopo che il comportamento è diventato abituale (ad esempio università → bicicletta), la soppressione di questa risposta abituale e automatica sarà difficile e richiederà controllo e attenzione. Quindi, nell'esperimento, la soppressione della modalità abituale è stata testata sia in condizioni di carico cognitivo che in condizioni di assenza di carico. Si ponga attenzione al fatto che ai partecipanti è stato concesso un tempo assai breve (pari a tre secondi) per fornire le risposte.

Ai partecipanti sono state presentate, in ordine casuale, le dieci destinazioni ottenute dallo studio pilota, precedute da quattro prove pratiche. La variabile dipendente è la percentuale delle risposte di modalità tipiche attraverso le cinque prove abituali (cioè l'uso della bicicletta), e la percentuale di risposte di modalità tipiche attraverso le cinque prove non abituali (cioè l'uso del treno).

## 5.2.5 I risultati

I risultati mostrano che le azioni abituali (uso della bicicletta) sono più difficili da eliminare rispetto alle azioni non abituali (uso del treno). Più specificamente, i dati delle risposte “bicicletta” dimostrano che la soppressione di risposte abituali è più difficile sotto condizioni cognitive difficili (si veda la Tab. 4.3), mentre ha avuto successo quando una sufficiente attenzione veniva riservata a questo compito. In generale, quindi i risultati confermano l'idea che le risposte “bicicletta” si attivano automaticamente in seguito alla presentazione di obiettivi di viaggio; mentre questo riguarda in misura minore le risposte non abituali (treno), come illustrato nella Tab. 4.4 [H. Aarts e A. Dijksterhuis, 2000].

Ricapitolando, quando le istruzioni consentono la modalità tipica di trasporto, il carico non ha un effetto significativo sulla probabilità di rispondere con il modo abituale, poiché la risposta avverrà comunque automaticamente. Quando invece le istruzioni sopprimono il modo tipico, il successo della soppressione è più probabile sotto condizioni di assenza di carico. Tuttavia, il non successo della soppressione emerge solo per le azioni abituali; vale a dire, che il carico mette in pericolo il successo della soppressione di risposte abituali, ma non delle risposte non abituali.

**Tabella 4. 3 Percentuale delle risposte “bicicletta”**

Cognitive load	Typical transport mode	
	Permitted	Not permitted
No	0.94	0.03
Yes	0.86	0.22

Fonte: H. Aarts e A. Dijksterhuis, 2000

**Tabella 4. 4 Percentuale delle risposte “treno”**

Cognitive load	Typical transport mode	
	Permitted	Not permitted
No	0.96	0.01
Yes	0.92	0.08

Fonte: H. Aarts e A. Dijksterhuis, 2000

Concludendo, il fatto che i partecipanti hanno avuto difficoltà nel sopprimere il modo abituale di viaggio sotto condizioni di carico cognitivo, cioè quando l'attenzione viene assorbita da un compito secondario, conferma l'idea che le abitudini sono risposte automatizzate. Cioè, i viaggi abituali sono rappresentati mentalmente da strutture in cui l'obiettivo di viaggio viene automaticamente associato a una determinata risposta di modalità di viaggio. Inoltre, gli autori dello studio hanno contribuito a chiarire un importante meccanismo alla base dell'esperienza comune: fare le cose nel modo in cui sono state fatte precedentemente, nonostante l'intenzione di volerle fare in un altro modo. È però importante sottolineare che, essendo lo studio confinato ad un specifico campione di persone (studenti universitari) e a due tipi di comportamenti (uso abituale della bicicletta e uso non abituale del treno), ovviamente i risultati osservati non possono essere semplicemente generalizzati a tutti i tipi di impostazioni, persone e comportamenti *goal-directed*.

## 6 L'influenza delle abitudini nella scelta del percorso

Nelle situazioni di scelta di percorso tra una data origine e una data destinazione diversi aspetti giocano contemporaneamente un ruolo di grande interesse, tra cui: la capacità del viaggiatore di apprendere dalle esperienze passate, la propensione al rischio in condizioni di incertezza, la forza dell'abitudine e l'influenza delle informazioni sulla scelta degli itinerari e sull'apprendimento. Questi aspetti, pur essendo interconnessi (si veda la Fig. 4.2), verranno descritti separatamente senza eccessivo dettaglio.

In figura 4.2 viene illustrato come i fattori sopra citati contribuiscono a determinare la *percezione* del viaggiatore, tra cui:

- le *precedenti scelte di percorso*. Un viaggiatore ha esperienze personali che gli consentono di poter imparare a valutare le caratteristiche dei percorsi scelti in passato (ad esempio in termini di tempo medio di percorrenza e affidabilità), di sapere come interpretare le informazioni di viaggio (ad esempio come definire, in termini di ritardo, una coda di un chilometro) e il loro grado di affidabilità;
- le *informazioni* in merito ad altre alternative. Consentono al viaggiatore di conoscere le caratteristiche dei percorsi che non ha mai scelto e per i quali, pertanto, non dispone di un set di conoscenza;

- la *propensione al rischio*. Influenza la forza d'inerzia e quindi la volontà del decisore di confermare o meno le proprie scelte abituali;
- *l'abitudine*. Le abitudini, specialmente quelle molto forti, portano alla scelta del percorso abituale piuttosto automaticamente. Pertanto, al fine di prendere in esame percorsi alternativi, è indispensabile un livello di attenzione molto elevato.
- le *caratteristiche individuali* del viaggiatore. Età, sesso, condizioni socio-economiche possono influenzare la facilità con cui l'individuo impara, forma e cambia le abitudini e il livello di rischio considerato accettabile. Anche lo scopo del viaggio è molto importante, ad esempio un individuo non accetterà un percorso rischioso per recarsi ad un importante incontro per cui è richiesta la puntualità.

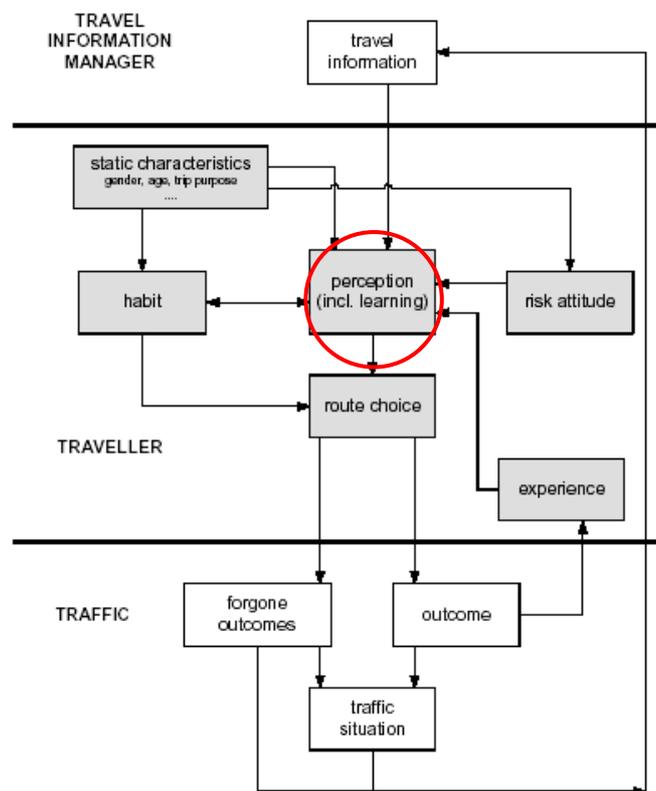


Figura 4. 2 Gli aspetti rilevanti nella scelta del percorso e le loro relazioni

Fonte: E. A. I Bogers, F. Viti, S. P. Hoogendoorn, 2004

Dopo aver brevemente elencato gli aspetti rilevanti nella scelta del percorso, di seguito si andrà ad accennare brevemente al ruolo dell'abitudine e della propensione al rischio in condizioni di incertezza. Simon (1956) fu tra i primi a criticare l'assunzione utilizzata

in economia secondo la quale le persone sono razionali e pienamente informate. Ritenendo questo “*homo economicus*” irrealistico, decise di proporre un modello di comportamento di scelta, secondo il quale le persone mostrano razionalità limitata, e una certa tendenza a cercare le scelte soddisfacenti, piuttosto che le migliori in senso assoluto. Inoltre, anche se le persone sono pienamente informate, non hanno la capacità cognitiva di elaborare simultaneamente tutte le informazioni a loro disposizione.

La razionalità limitata svolge un ruolo importante nella scelta del percorso, dal momento che i limiti cognitivi delle persone sono sempre presenti, e che una scelta di percorso spesso deve essere fatta in tempi ristretti. Pertanto è importante comprendere in che misura le persone sono in grado di ricordare ed elaborare le esperienze di viaggio passate. Per tener conto di questa razionalità limitata è stata ipotizzata l'esistenza di *bande di indifferenza*, cioè di intervalli di valori dei tempi di percorrenza all'interno dei quali il viaggiatore non è indotto a cambiare la sua scelta abituale (approfondimento al paragrafo 8).

In genere i conducenti basano le loro scelte di percorso su valori dei costi stimati precedentemente prediligendo i percorsi già utilizzati, per il solo fatto che sono già stati scelti in passato. Tale utilità, essendo un concetto fittizio, è in pratica rappresentata dagli attributi che la compongono. Quindi, se un conducente deve scegliere tra due percorsi, di cui uno già utilizzato in precedenza, e la differenza di costo è piccola, è verosimile che il conducente selezioni il percorso già scelto. Si è visto che il comportamento abituale può, anche se con qualche difficoltà, essere misurato e la sua intensità, legata alla stabilità del contesto e al grado di ripetitività, può notevolmente influenzare il processo di decisione. Nel caso di un'abitudine molto forte, il soggetto sarà spinto a scegliere il percorso abituale piuttosto automaticamente, senza alcun processo di scelta consapevole. Più in generale, il viaggiatore *percepisce* la sua scelta abituale come la migliore (ma non è detto lo sia), senza valutare razionalmente tutte le alternative disponibili e i loro rispettivi punti di forza e di debolezza. Ciò avviene perché all'aumentare del numero di utilizzi di un certo percorso, l'utilità della scelta ripetuta cresce in quanto il comportamento è più facile e meno rischioso negli esiti, ed è richiesto sia un minor sforzo mentale (il costo di ricerca di nuove alternative è assente) sia una minor attenzione. L'abitudine non solo ha una forte influenza sulle scelte degli

individui, ma è anche difficile da eliminare a seguito di una singola esperienza negativa (ad esempio un forte ritardo causato da un incidente stradale).

Nel secondo capitolo è emerso che le persone, nel fare scelte economiche, non seguono le regole di massimizzazione dell'utilità attesa, ma hanno una certa percezione della probabilità di un certo esito e del valore di tale risultato (si veda la teoria di Tversky e Kahneman al capitolo 2). Pertanto ci si chiede fino a che punto questa teoria è applicabile anche alle decisioni di scelta di percorso. In primo luogo, le conseguenze di una "brutta" scelta di percorso (ad esempio essere dieci minuti di ritardo) non possono essere direttamente confrontate con le conseguenze di una decisione che ha condotto a un cattivo investimento (ad esempio la perdita di un migliaio di euro). In secondo luogo, le persone spesso hanno meno tempo per pensare a una scelta di percorso, piuttosto che a una decisione economica, soprattutto in caso di informazioni ricevute durante il viaggio. Tuttavia, alcuni ricercatori hanno trovato che l'atteggiamento delle persone verso il rischio è in linea con la teoria di Tversky e Kahneman. Così, le persone hanno una certa avversione al rischio (in particolare al rischio di arrivare in ritardo) e preferiscono solitamente il percorso più affidabile.

## **7 L'impatto dell'inerzia sui comportamenti di viaggio**

### **7.1 Introduzione**

In questo paragrafo si descrive uno studio di Chorus e Dellaert (2010) nel quale si dimostra come i viaggiatori, nell'ipotesi di comportamento *razionale*, manifestano inerzia nel corso di una serie di scelte rischiose. Tale affermazione è apparentemente in contrasto con quanto affermato nel capitolo 2. In precedenza, l'inerzia è stata inquadrata come il risultato di una razionalità limitata (o addirittura non deliberata) in un processo decisionale abituale. Nello studio qui presentato si dimostra invece che la nascita e la crescita di inerzia può essere spiegata senza fare queste ipotesi di razionalità limitata. Anche per i viaggiatori razionali, che esaminano le opzioni di viaggio alternative massimizzando l'utilità attesa e imparando dalle esperienze personali del passato, l'inerzia si manifesta. Ciò però accade a condizione che i viaggiatori non siano propensi al rischio e che parte della qualità delle alternative venga rivelata solo al momento della loro effettiva scelta. Più semplicemente, anche i viaggiatori con elevati livelli di

razionalità preferiscono un'alternativa che è stata scelta in passato per il solo fatto che è già stata scelta.

L'argomento verrà presentato come segue: dapprima si farà riferimento a un modello del comportamento di scelta della modalità di viaggio basato sulla massimizzazione dell'utilità attesa bayesiana, mettendo in evidenza come l'inerzia emerge quando i viaggiatori non amano il rischio. Successivamente si presenterà un'estensione del modello che incorpora il comportamento lungimirante e si metterà a confronto il comportamento dei viaggiatori lungimiranti rispetto a coloro che sono concentrati solo sul viaggio corrente, evidenziando come i primi sono un po' meno inclini a sviluppare inerzia. Da ultimo si descriverà l'applicazione del modello in questione a un caso di studio riguardante l'impatto di una chiusura forzata di un'autostrada sull'inerzia degli automobilisti.

## 7.2 Un modello decisionale basato sull'apprendimento bayesiano e sull'avversione al rischio

Si descrive un modello di scelta del modo di trasporto, basato sulla massimizzazione dell'utilità attesa bayesiana, che dimostra come l'inerzia emerge a causa di un apprendimento basato su un "effetto *lock-in*", secondo il quale i viaggiatori imparano gli attributi, come i tempi e i costi di viaggio, dalle performance delle scelte passate [C. G. Chorus e Be. G.C. Dellaert, 2010].

Di seguito, si esamina il comportamento di un viaggiatore che si trova, per la prima volta, di fronte alla scelta tra due modi di viaggio ("*car*" e "*train*") per raggiungere una nuova destinazione di lavoro. La *qualità*  $x$  di ogni modalità è concepita come una funzione di gusti e attributi che sono rilevanti per il viaggiatore, alcuni dei quali sono misurabili (tempi di percorrenza, costi monetari, ecc.), altri invece lo sono di meno o per nulla (gradevolezza del paesaggio, affollamento del mezzo pubblico, ecc.). La qualità delle alternative è percepita dal viaggiatore come una *variabile rischiosa* data la mancanza di esperienza a causa della novità della destinazione.

Per evitare una trattazione matematica complessa, vengono assunte le seguenti *ipotesi*:

- le qualità delle modalità sono distribuite secondo una distribuzione normale, la cui media rappresenta la *qualità attesa* e la cui varianza rappresenta l'*incertezza della qualità*;

- il viaggiatore valuta le modalità di viaggio in base a una *linearizzazione* dell’utilità attesa  $EU$  (*Expected Utility*);
- nel caso di *comportamento non lungimirante*, l’utilità attesa è equiparata con l’utilità attesa istantanea ( $E\tilde{U}$ ). Con il termine *istantanea*, si intende che l’utilità di una particolare modalità di viaggio si basa unicamente sulle prestazioni attese durante il viaggio  $t$  preso in considerazione:

$$E\tilde{U}_{car}^t = \beta_x \cdot \hat{x}_{car}^t - \beta_{VAR} \cdot VAR_{car}^t \quad (4.1)$$

$$E\tilde{U}_{train}^t = \beta_x \cdot \hat{x}_{train}^t - \beta_{VAR} \cdot VAR_{train}^t \quad (4.2)$$

In parole: l’utilità attesa istantanea di un certo modo è una funzione crescente del valor medio della qualità attesa dell’alternativa presa in considerazione e una funzione decrescente dell’incertezza della qualità e del grado di avversione al rischio ( $\beta_{VAR}$ ) del viaggiatore<sup>5</sup>;

- il comportamento di scelta del viaggiatore è instabile. In altre parole, potrebbe accadere che il viaggiatore scelga, in momenti successivi, alternative diverse a parità di situazione. Ciò si formalizza con l’aggiunta di un termine di errore IID all’utilità delle modalità di viaggio.

Si procede con l’esaminare il processo di scelta-esecuzione-osservazione che conduce all’aggiornamento dell’alternativa scelta. Subito dopo aver scelto uno dei modi alternativi (ad esempio “*car*”) e aver eseguito il viaggio, il viaggiatore fa un’osservazione ( $\tilde{x}_{car}^t$ ) della qualità del modo. Egli è consapevole che questa osservazione lo aiuterà ad ottenere una più accurata valutazione della qualità. Tuttavia, ritiene di non essere in grado di effettuare una valutazione perfettamente affidabile della qualità di un’alternativa facendo una sola osservazione. Formalmente si assume che la *qualità osservata* durante il viaggio  $t$  è distribuita normalmente. Il viaggiatore crede che le osservazioni forniscano misure obiettive dell’effettivo livello di qualità  $x_{car}$  e che la varianza  $VAR_{obs}$  rifletta la misura in cui egli ritiene che l’osservazione sia una misura affidabile della qualità effettiva. Pertanto elevati livelli di  $VAR_{obs}$  riflettono situazioni in cui il viaggiatore diffida delle proprie osservazioni e ritiene che ci voglia del tempo per conoscere meglio le alternative e apprezzarne la qualità. Dati questi presupposti, i

---

<sup>5</sup> Si noti che i coefficienti  $\beta_x$  e  $\beta_{VAR}$  sono positivi.

viaggiatori aggiornano la percezione della qualità della modalità scelta  $x^{t+1}_{car}$  secondo il teorema di Bayes:

$$f(x_{car}^{t+1} | \tilde{x}_{car}^t) = N(\hat{x}_{car}^{t+1}, \sqrt{VAR_{car}^{t+1}}) \quad (4.3)$$

$$\hat{x}_{car}^{t+1} = \frac{(VAR_{car}^t)^{-1} \cdot \hat{x}_{car}^t + (VAR_{obs})^{-1} \cdot x_{car}^t}{(VAR_{car}^t)^{-1} + (VAR_{obs})^{-1}} \quad e \quad VAR_{car}^{t+1} = \frac{VAR_{car}^t \cdot VAR_{obs}}{VAR_{car}^t + VAR_{obs}} \quad (4.4)$$

In parole: le percezioni delle qualità aggiornate sono una media ponderata di credenze a priori e qualità osservate. I pesi riflettono l’affidabilità percepita delle credenze precedenti e delle osservazioni: quando il viaggiatore non ha fiducia nelle proprie osservazioni, gli aggiornamenti delle percezioni della qualità sono relativamente vicini alla qualità inizialmente prevista.

Nel contesto del modello presentato, il viaggiatore razionale mostra *inerzia* quando la probabilità di scegliere l’auto invece del treno durante il giorno  $t+1$  è maggiore della stessa probabilità durante il giorno  $t$ , a condizione che: l’automobile sia stata scelta durante il viaggio  $t$  e che il livello di qualità osservato della modalità “car” corrisponda al livello di qualità atteso. La forza dell’inerzia è definita in termini di differenza tra queste due probabilità di scelta. Queste definizioni contribuiscono a precisare il concetto di inerzia visto nel capitolo 2, secondo cui l’inerzia veniva semplicemente definita in termini di comportamento ripetitivo. Tale definizione è poco esauriente se si ammette che il viaggiatore può decidere razionalmente di ripetere la medesima scelta semplicemente perché ritiene che sia effettivamente la migliore. Pertanto l’inerzia consiste nel ripetere una scelta a causa della mancanza di disponibilità del viaggiatore ad impiegare risorse per valutare nuove alternative.

Riassumendo, il viaggiatore razionale apprende qualcosa in merito alla qualità di un modo di trasporto (variabile rischiosa data la mancanza di esperienza) quando sceglie di utilizzarlo e ne ricava quindi delle osservazioni. La presenza di avversione al rischio implica che se, in seguito alla scelta di una modalità di viaggio, la qualità osservata è quella prevista si ha una minor incertezza nella qualità (cioè una maggiore utilità) durante il viaggio successivo. Quindi è ovvio che un elevato grado di avversione al rischio e una maggiore incertezza delle performance, scoraggeranno il viaggiatore dal provare alternative differenti e porteranno a un “*effetto lock-in*” più marcato, cioè a una maggiore inerzia che spingerà il decisore a confermare la sua scelta precedente. Data l’avversione al rischio, questo implica che scegliere ripetutamente la stessa alternativa

da un insieme iniziale di alternative ugualmente rischiose è da considerarsi una strategia gratificante.

### 7.3 Un modello di comportamento decisionale lungimirante

Fino ad ora si è ipotizzato che l'utilità attesa, associata alla scelta di una modalità di viaggio, fosse una funzione della media e della varianza percepite solo durante l'attuale viaggio  $t$  (da cui il ricorso all'utilità attesa istantanea). Di seguito, verrà presentata un'analisi del comportamento del viaggiatore "lungimirante", secondo la quale la scelta di un particolare modo nel corso dell'attuale viaggio  $t$  ha conseguenze sull'utilità attesa istantanea *percepita* che può essere derivata dal viaggio successivo  $t+1$ . Più semplicemente, si assume che un viaggiatore, al momento di pianificare il viaggio  $t$ , sappia che l'osservazione della qualità del modo scelto nel corso di tale viaggio può aiutarlo a ottenere una maggiore utilità dalla sua scelta di modo durante il viaggio  $t+1$ . Gli autori hanno scelto di adottare questa prospettiva "parzialmente lungimirante" (cioè focalizzata solo al giorno successivo), anziché una prospettiva "infinitamente lungimirante", per mantenere a un livello ragionevolmente semplice la trattazione matematica del modello [C. G. Chorus e Be. G.C. Dellaert, 2010].

Da quanto assunto, l'utilità attesa di una modalità di viaggio è la somma dell'utilità attesa istantanea, definita nelle equazioni (4.1) e (4.2), e del prodotto di un parametro di lungimiranza  $\gamma$  per l'utilità attesa istantanea *percepita* associata al viaggio successivo ma condizionata dall'aver scelto un particolare modo di viaggio durante il viaggio in corso ( $y^t = \dots$ ):

$$EU_{car}^t = E\tilde{U}_{car}^t + \gamma \cdot E\tilde{U}^{t+1} | (y^t = car) \quad (4.5)$$

$$EU_{train}^t = E\tilde{U}_{train}^t + \gamma \cdot E\tilde{U}^{t+1} | (y^t = train) \quad (4.6)$$

Si osservi che per:

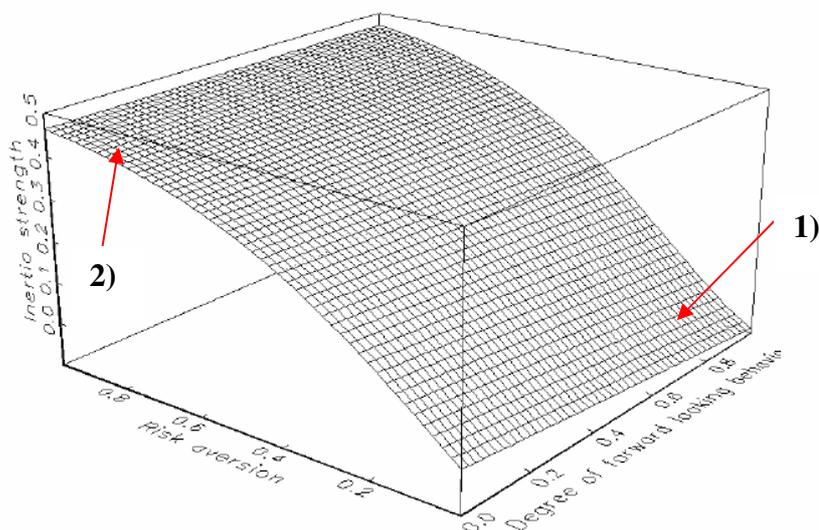
- $\gamma \rightarrow 0$ , il viaggiatore si interessa solo del viaggio corrente (l'utilità attesa eguaglia l'utilità attesa istantanea);
- $\gamma \rightarrow 1$ , il viaggiatore si preoccupa di fare una buona scelta durante il viaggio  $t+1$ , tanto quanto si interessa dell'utilità del viaggio corrente  $t$ .

Il processo di scelta-esecuzione-osservazione che conduce all'aggiornamento dell'alternativa scelta, è lo stesso visto precedentemente. Il viaggiatore è consapevole

che quando sceglie ed esegue una modalità durante il viaggio  $t$ , fa un’osservazione diretta della qualità del modo scelto che poi verrà così aggiornata, e che baserà la sua scelta, durante il viaggio  $t+1$ , su queste convinzioni aggiornate.

Nel grafico di Figura 4.3 sono rappresentati i risultati di una simulazione<sup>6</sup>. Si osserva che:

- 1) piccoli valori di  $\beta_{VAR}$  (*Risk Aversion*  $\rightarrow 0$ ) e valori elevati di  $\gamma$  (*Degree of forward looking behaviour*  $\rightarrow 1$ ) implicano bassi livelli di forza dell’inerzia, che potrebbero condurre a inerzia negativa;
- 2) per valori più elevati di  $\beta_{VAR}$  (*Risk Aversion*  $\rightarrow 1$ ), aumenta la forza d’inerzia, e l’effetto di  $\gamma$  sull’inerzia svanisce.



**Figura 4. 3 L’inerzia tra viaggiatori lungimiranti**

**Fonte: C. G. Chorus, Be. G.C. Dellaert, 2010**

La forza dell’inerzia, variabile dipendente, viene misurata (in linea con quanto definito al paragrafo 7.2) in termini di probabilità che l’auto sia scelta durante il viaggio  $t+1$ , avendo scelto la macchina durante il viaggio  $t$  e fatto un’osservazione sulla qualità del modo “car” che corrisponde esattamente alle aspettative, meno la probabilità di scegliere la macchina durante il viaggio  $t$ .

<sup>6</sup> Una serie di analisi di sensibilità mostrano che i risultati ottenuti dalla simulazione sono robusti rispetto alla variazione di uno o più dei parametri del modello.

L'intuizione dietro questi risultati è la seguente:

- 1) *in assenza di avversione al rischio*, il viaggiatore è prevalentemente interessato a scegliere la modalità con la più alta qualità attesa (bassi livelli di forza dell'inerzia) e l'effetto del suo grado di lungimiranza sulla forza dell'inerzia è particolarmente consistente al punto di condurlo a interessarsi di alternative diverse dalla solita. Il viaggiatore è spinto da un certo "piacere" nel cambiare (forza dell'inerzia negativa).
- 2) *in presenza di alti livelli di avversione al rischio*, il viaggiatore è condotto a livelli più elevati di forza dell'inerzia e l'effetto del suo grado di lungimiranza sulla forza dell'inerzia tende a svanire.

In conclusione, un viaggiatore lungimirante sa che l'esplorazione di alternative relativamente sconosciute (comportamento non inerte) lo conduce a ottenere buoni risultati portandolo a guadagni sostanziali in termini di utilità.

## 7.4 Caso di studio

In questa ultima sezione si descrive l'utilizzazione del modello di comportamento illustrato per studiare l'impatto di una chiusura forzata di un'autostrada sulla riduzione dell'inerzia degli automobilisti. Lo scopo è quello di confrontare gli output del modello con i risultati empirici ottenuti da Fujii, Kitamura e Garling (per un maggiore dettaglio si veda il paragrafo 10).

Gli effetti della chiusura forzata di un'autostrada sull'inerzia sono stati studiati in modo approfondito e si è dimostrato che un breve cambiamento *forzato* di una modalità di viaggio ha il potenziale di ridurre la forza dell'inerzia. Questo avviene perché si rende il viaggiatore consapevole della presenza di alternative che prima non erano ritenute scelte valide. In particolare, Fujii e colleghi hanno scoperto che gli automobilisti, dopo essere stati costretti ad abbandonare il solito percorso in auto negli otto giorni di chiusura dell'autostrada, hanno avuto un calo della forza dell'inerzia nei confronti della modalità auto rispetto a quella registrata prima dell'intervento.

Al contrario di ciò che avviene nella realtà, il modello in esame ammette che i viaggiatori, a prescindere dal loro livello di inerzia, prendono *sempre* in considerazione entrambe le modalità ("car" e "train") quando effettuano una scelta di viaggio. Nel

tentativo di studiare se il modello di inerzia presentato può spiegare i risultati di Fujii e coautori, Chorus e Dellaert hanno eseguito una simulazione, assumendo le seguenti impostazioni iniziali:

- assenza di informazioni multimodali pre-viaggio;
- qualità attesa di entrambe le modalità pari a zero;
- $\beta_{VAR} = 1$  ovvero viaggiatore avverso al rischio;
- $\gamma = 0^7$ .

La variabile dipendente è la probabilità che la macchina venga scelta per effettuare il viaggio  $t+1$ , quando per il viaggio  $t$  è stata scelta (forzatamente) la modalità “train”.

Nella simulazione si sono contemporaneamente variate:

- *Car quality uncertainty*:  $2,5 \leq VAR^t_{car} \leq 5$  <sup>8</sup>;
- *Observed train quality*:  $-10 \leq \tilde{x}^t_{train} \leq 10$ .

La Figura 4.4 mostra come la probabilità di scegliere la modalità “car” dopo un giorno di forzata scelta del treno dipende dall'incertezza della qualità della modalità “car” prima della chiusura (essendo un indicatore della forza d'inerzia) e dalla qualità osservata della modalità “train” durante la scelta forzata del treno.

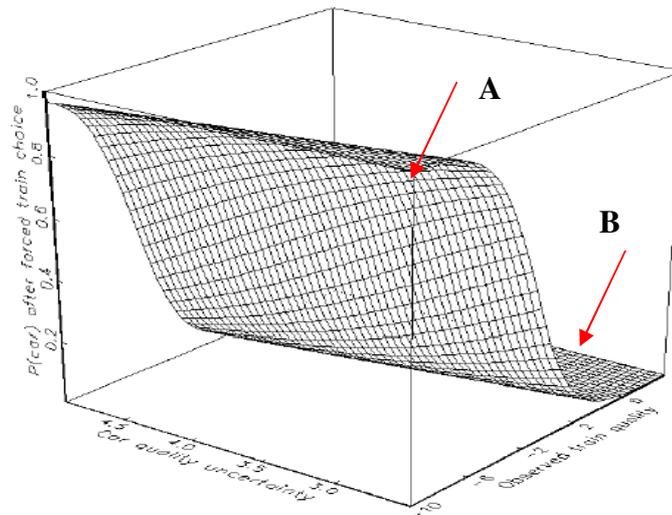
Gli output emersi, pienamente in linea con i risultati empirici ottenuti da Fujii e collaboratori, sono i seguenti:

- A. livelli più bassi di  $VAR^t_{car}$  (indicatore di un comportamento inerte in passato) e qualità osservata del treno  $\tilde{x}^t_{train}$  molto inferiore alla prevista sono associati con un'alta probabilità di ritorno alla modalità auto dopo il cambiamento forzato (*P(car) after forced train choice*);
- B. elevati livelli di  $\tilde{x}^t_{train}$  comportano una diminuzione delle probabilità di ritorno all'auto dopo il cambiamento forzato. Tale diminuzione è leggermente più significativa per quei viaggiatori che hanno avuto un atteggiamento poco inerte (alti valori di  $VAR^t_{car}$ ) nel passato.

---

<sup>7</sup> Si noti che l'analisi di sensibilità relativa al valore di  $\gamma$  ha dimostrato che la variazione tra 0 e 1 non influenza il risultato complessivo ottenuto dalla simulazione (in linea con il risultato **2**) del paragrafo precedente).

<sup>8</sup> Si noti che valori bassi (alti) di  $VAR^t_{car}$  riflettono la presenza (assenza) di inerzia verso l'uso dell'auto prima del verificarsi della chiusura dell'autostrada.



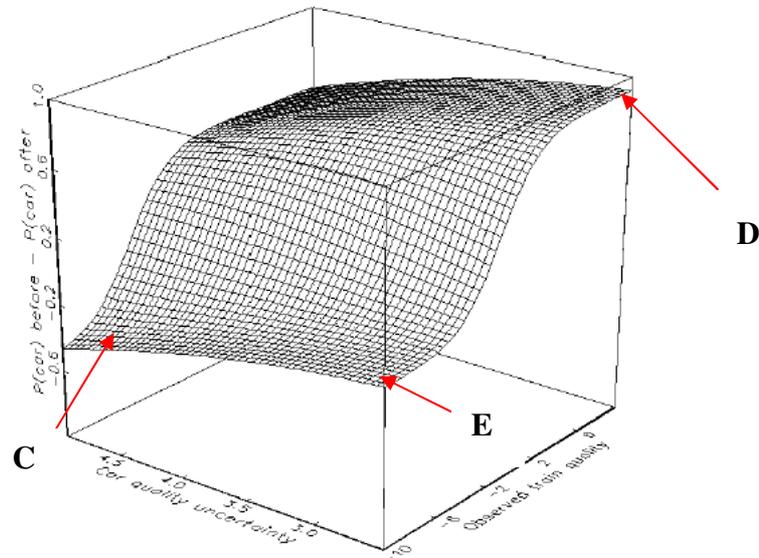
**Figura 4. 4** Probabilità di uso dell’auto dopo la chiusura di un giorno dell’autostrada

Fonte: C. G. Chorus e Be. G.C. Dellaert, 2010

La Figura 4.5 illustra la differenza tra la probabilità di scegliere la modalità “car” prima e dopo la chiusura dell’autostrada, ancora una volta in funzione dell’incertezza della qualità della modalità “car” prima della chiusura e della qualità osservata della modalità “train” durante la scelta forzata del treno. Dalla lettura del grafico emergono le seguenti conclusioni:

- C. per bassi valori di  $\tilde{x}_{train}^t$ , cioè quando la qualità osservata è molto inferiore alla prevista, la probabilità di scegliere l’auto dopo la chiusura dell’autostrada sarà superiore alla corrispondente probabilità prima della chiusura. Tale differenza comporta valori negativi della variabile dipendente ( $P(car) before - P(car) after forced train choice$ ), in valore assoluto crescente man mano che aumenta  $VAR_{car}^t$ . Questo è infatti il caso di quei viaggiatori che erano incerti della qualità della modalità “car” prima del cambiamento forzato;
- D. elevati livelli di  $\tilde{x}_{train}^t$  comportano una diminuzione delle probabilità di ritorno all’auto dopo il cambiamento forzato, pertanto la differenza tra  $P(car) before - P(car) after forced train choice$  produce valori di segno positivo. I valori massimi si avranno in corrispondenza di bassi valori di  $VAR_{car}^t$  (dove l’inerzia gioca un ruolo importante).

Si osserva che il punto indicato con **E** (si veda la Fig. 4.5), essendo rappresentativo di un viaggiatore inerte ( $VAR^t_{car} = 2,5$ ) e non soddisfatto dalla qualità della scelta alternativa ( $\tilde{x}_{train}^t = -10$ ), ha, come ci si può aspettare, coordinate (2,5 ; -10; 0) dato che la probabilità di scegliere l'auto prima e dopo la chiusura è uguale.



**Figura 4. 5** Differenza nelle probabilità di uso dell'auto prima e dopo un giorno di chiusura dell'autostrada

Fonte: C. G. Chorus e Be. G.C. Dellaert, 2010

Ancora una volta, questi risultati sono pienamente in linea con la letteratura empirica, per esempio è stato dimostrato che quando un automobilista cambia la propria modalità abituale, sulla base di informazioni positive (aspettative che rendono attrattiva una soluzione alternativa), una successiva esperienza negativa condiziona pesantemente la sua propensione a cambiare di nuovo in futuro. Si sottolinea che tali considerazioni valgono anche per le scelte di percorso.

Concludendo, come si vedrà meglio in seguito, l'abbandono forzato e temporaneo di un modo di viaggio abituale e corrente può contribuire a rompere l'inerzia nella misura in cui la qualità dell'alternativa corrente è incerta agli occhi del viaggiatore, e le modalità di viaggio alternative comportano un'adeguata soddisfazione.

## 8 Il concetto di soglia nella modellazione delle scelte di viaggio

### 8.1 Introduzione

Nel presente paragrafo si andrà ad approfondire il ruolo di quei fattori che interessano, e rendono particolarmente complessi, i processi di scelta degli individui. Tali fattori, oltre a essere variabili nel tempo per uno stesso soggetto (variabilità intrapersonale), vengono percepiti e valutati in modo diverso da persona a persona (variabilità interpersonale). Anche se un modello è sempre inevitabilmente una rappresentazione semplificata di una parte della realtà, la sfida consiste nella formulazione di modelli che tengano conto di tali fattori per ottenere una migliore rappresentazione di come gli individui effettivamente svolgono i compiti di scelta, e di essere consapevoli circa i loro limiti. Un aspetto importante relativo ai processi di scelta è la potenziale esistenza di limiti di percezione nella valutazione degli attributi da parte dell'individuo. Essi sono qui indicati con il termine generico "soglia".

Il concetto di soglia nella modellazione delle scelte di viaggio non è nuovo, infatti nel 1977 P. B. Goodwin introduce questa nozione nel dimostrare come la ripartizione modale dipende non solo dai costi generalizzati, ma anche dalla storia dei cambiamenti, verificatisi in passato, di tali costi. Analizzando dapprima il comportamento del singolo viaggiatore ( $i$ ) che può scegliere tra due modalità di viaggio ("car" o "bus"), Goodwin mette in evidenza una netta discontinuità nel semplice modello di comportamento illustrato nella Fig. 4.6. Tale salto è dovuto alla presenza di una soglia economica  $E_i$  (la presenza del pedice indica che il valore della soglia cambia da individuo a individuo), che andrà confrontata con  $G$  cioè la differenza dei costi generalizzati ("car"–"bus"). Pertanto è facilmente intuibile che se  $G$  è inferiore della soglia  $E_i$ , la probabilità ( $P_i$ ) che il viaggiatore usi l'auto è pari a 1 (ovviamente la probabilità di uso del bus sarà pari a 0); viceversa se  $G$  è maggiore della soglia  $E_i$ , la probabilità che egli scelga il bus è pari a 1 (ovviamente la probabilità di uso dell'auto sarà pari a 0).

Goodwin è poi passato allo studio di una popolazione di  $n$  individui. Si è trattato di sovrapporre  $n$  grafici, simili a quelli di figura 4.6, ottenendo così una curva di ripartizione modale a forma di "S" fatta di  $n$  salti discreti che poteva essere trattata

come continua per fini pratici [P. B. Goodwin, 1977]. Qui di seguito si vedrà come questi studi sono stati applicati dallo stesso ricercatore anche in presenza di inerzia.

Nelle prossime sezioni, il concetto di soglia verrà trattato in tre diversi contesti:

1. *soglia d'inerzia;*
2. *soglia di percezione;*
3. *soglia come meccanismo per accettare o rifiutare un'alternativa.*

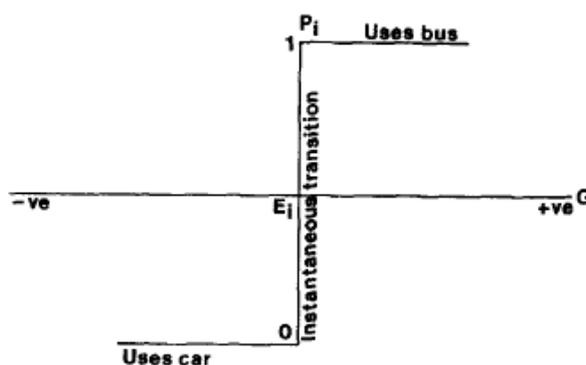


Figura 4. 6 Scelta modale per il singolo viaggiatore in assenza di abitudine

Fonte: Goodwin, 1977

## 8.2 Soglia di inerzia

Il comportamento individuale può incorporare la formazione di abitudini che generano, di conseguenza, riluttanza ai cambiamenti. Ciò significa che lo stesso comportamento adottato può ancora prevalere dopo un cambiamento, in quanto modificare la scelta abituale implicherebbe il ricorso a risorse di tempo e costi, sia oggettivi che psicologici. Così se a un certo istante  $t$ , un individuo  $q$  utilizza una certa alternativa  $A_r$ , a cui è associata la relativa utilità  $U_{rqt}$ , chiaramente dovrà essere che:

$$U_{rqt} \geq U_{iqt} \quad \forall A_i \in A_{(q)} \quad (4.7)$$

In parole, l'individuo sceglie l'alternativa  $A_r$  perché questa gli fornisce un'utilità maggiore rispetto alle altre cioè massimizza l'utilità dell'individuo stesso. Tuttavia, un cambiamento può avvenire in un periodo successivo  $t+1$  in modo tale che, anche se l'utilità di qualche altra alternativa diventa maggiore dell'utilità della precedente scelta

$A_r$ , l'individuo continua comunque a sceglierla. Si giunge a un punto in cui avverrà un cambiamento tale per cui l'individuo passerà a un'altra alternativa  $A_j$  solo se

$$U_{iq(t+1)} - U_{rj(t+1)} \geq \delta_{rjq(t+1)} \quad (4.8)$$

dove  $\delta_{rjq(t+1)}$  è una soglia che riflette la riluttanza a cambiare o l'effetto di inerzia.

Nell'esempio di Goodwin illustrato precedentemente, non vi è alcun "pregiudizio" per o contro una qualche modalità. L'inclusione di tale distorsione è ottenuta aggiungendo una costante al costo generalizzato, in altre parole si incorpora l'effetto dell'abitudine includendo una "soglia di abitudine" ( $h$ ) avente le stesse unità di misura di  $G$ . La presenza di  $h$  introduce così nel meccanismo di scelta l'effetto prodotto da un "pregiudizio" a favore della modalità che il viaggiatore è abituato ad usare. La sua importanza sarà misurata dalla quantità di ulteriore cambiamento di  $G$ , dopo che la soglia economica è stata definita (si veda Fig. 4.7).

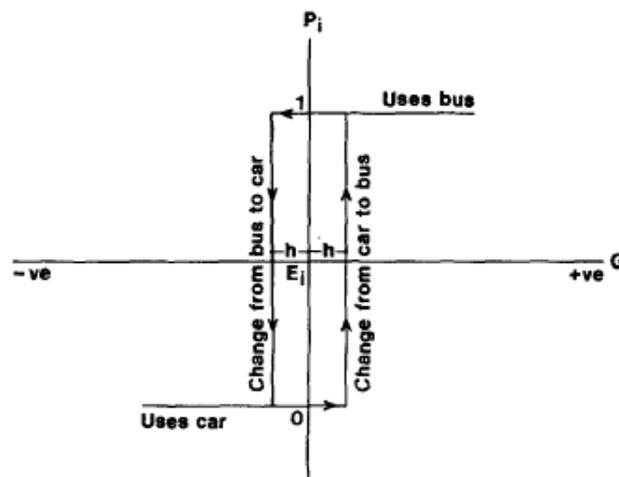


Figura 4. 7 Scelta modale per il singolo viaggiatore in presenza di abitudine.

Fonte: Goodwin, 1977

Il "nuovo" valore di  $G$ , al quale avviene un cambiamento di modo, è ora:

- $E_i + h$  se  $G$  è in aumento;
- $E_i - h$  se  $G$  è decrescente.

Graficamente si ottiene uno spostamento laterale dell'intera curva a sinistra e a destra. Nello specifico se  $G$  è in aumento (traslazione a destra), gli individui della popolazione cambiano da "car" a "bus", mentre se  $G$  è in diminuzione (traslazione a sinistra), gli individui si trasferiscono da "bus" a "car". Se invece  $G$  è nell'intervallo compreso tra

$(E_i + h)$  e  $(E_i - h)$  l'individuo può utilizzare entrambe le modalità, e non si può dire quale senza considerare i valori precedenti di  $G$ .

Analogamente a quanto visto precedentemente, se si considera una popolazione di individui, si otterrà un grafico formato da due curve (si veda Fig. 4.8) che presentano un'analogia con la curva di magnetizzazione, sono infatti entrambe caratterizzate da un fenomeno noto come *isteresi*. In fisica, l'isteresi ("ritardo" in greco) è la caratteristica di un sistema di reagire in ritardo a uno stimolo esterno, per cui la grandezza fisica che rappresenta la risposta è funzione sia della grandezza fisica che rappresenta lo stimolo sia di tutta la storia delle precedenti risposte del sistema a tale stimolo. In pratica, questo significa che in un materiale reale, che viene "caricato" in qualche modo (scaldandolo, tirandolo, magnetizzandolo), quando viene successivamente "scaricato" rimane una *memoria* del fatto di essere stato caricato, cioè un po' di energia residua (termica, meccanica, magnetica). La presenza di isteresi implica quindi un ciclo energetico che viene descritto da curve tipiche, dette *cicli di isteresi*, che delimitano aree più o meno ampie secondo il grado di isteresi, o di inerzia, che accompagna l'evoluzione del fenomeno e dell'energia dissipata sotto forma di calore durante la descrizione del ciclo. In molti casi, questa energia è poca e non è sfruttabile, ma in altri casi lo è (ad esempio materiali ferromagnetici, leghe o polimeri a memoria di forma).

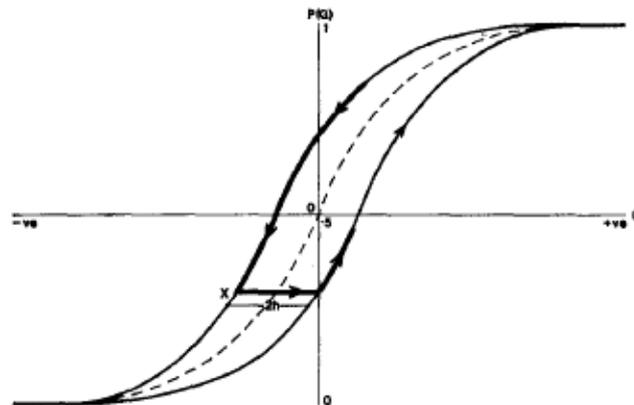


Figura 4. 8 Curva di isteresi nel caso di ripartizione modale con soglia di abitudine fissa.

Fonte: Goodwin, 1977

Più recentemente, Cantillo (2005) ha proposto una diversa formulazione dell'inerzia, considerandola una funzione delle valutazioni precedenti delle alternative  $A_r$  e  $A_j$  (rappresentate dalle rispettive utilità sistematiche al tempo  $t$ ), nonché dell'insieme di obiettivi e condizioni che motivano e caratterizzano il processo di scelta (ad esempio la

finalità e il programma del viaggio). È stata proposta la seguente espressione per la soglia di inerzia:

$$\delta_{rjq}^{t+1} = \lambda_q (\varphi \psi_{jq}^{t+1} + (V_{rq}^t - V_{jq}^t)) \quad (4.9)$$

dove  $(V_{rq}^t - V_{jq}^t)$  è la differenza tra le utilità sistematiche delle alternative  $A_r$  e  $A_j$  al periodo precedente  $t$  e  $\varphi$  è un vettore di parametri associati alle caratteristiche socio-economiche e agli obiettivi che motivano la scelta  $\psi_{jq}^{t+1}$ . Il parametro  $\lambda_q$  riflette le preferenze individuali che variano tra gli individui secondo una legge probabilistica. Se è maggiore di zero, l'inerzia esiste, se è uguale a zero, non c'è inerzia, e se è negativo, esso implica un'alta disposizione a cambiare da parte dell'individuo. Questo ultimo atteggiamento può verificarsi nel caso in cui il soggetto non è soddisfatto dell'alternativa scelta precedentemente e vuole un cambiamento. Il parametro  $\lambda_q$  (che moltiplica pure il termine  $(V_{rq}^t - V_{jq}^t)$ ), indica il peso delle precedenti valutazioni delle alternative nella scelta attuale [V. Cantillo e J. De Dios Ortúzar, 2006].

Concludendo, si noti che la soglia d'inerzia sarà positiva se riflette il costo di transazione o un effetto di inerzia, ma potrebbe essere anche negativa qualora ci sia un'alta disposizione a cambiare, cioè una sorta di “piacere” nel cambiare pur andando verso alternative mai sperimentate e con un'utilità minore.

### 8.3 Soglie di percezione

Le soglie di percezione sono dei *limiti minimi* oltre i quali si è in grado di registrare cambiamenti percettibili dei valori degli attributi che contribuiscono a determinare l'utilità dell'individuo. Questo concetto suggerisce che, se il cambiamento di un attributo  $\Delta X_k$  è piccolo, la variazione dell'utilità  $\Delta V_j$  dell'individuo sarà nulla (si veda Fig. 4.9).

Nella figura è stata indicata la soglia di percezione, che risulta pari a 5 unità dell'attributo considerato. Pertanto, per valori di  $\Delta X_k$  compresi tra -5 e 5 non si producono variazioni di utilità, al contrario, l'andamento del grafico mostra una variazione di utilità quando la variazione di attributo è al di fuori di questo intervallo. Per una migliore comprensione si consideri ad esempio un soggetto per il quale l'attributo *tempo* è un fattore determinante nel processo di scelta, ogni qualvolta si

debba recare al lavoro. Un ritardo, ovvero una variazione di attributo (*attributo successivo - attributo iniziale*) positiva, comporta un disagio per il soggetto e quindi una variazione di utilità negativa (si veda il IV quadrante della Fig. 4.9) solo se la variazione di attributo registrata è superiore alla soglia di percezione del soggetto in questione. Viceversa, un risparmio di tempo, e quindi una variazione di attributo negativa, comporta un beneficio cioè una variazione di utilità positiva (si veda il II quadrante della Fig. 4.9) solo se la variazione di attributo è superiore alla soglia di percezione. Si noti che in figura è stata assunta una soglia simmetrica, ma ci sono casi in cui questi effetti possono essere asimmetrici come nell'esempio in questione dove, pur a parità di variazione di tempo, il risparmio ha un incidenza (cioè comporta una variazione di utilità) minore rispetto al ritardo.

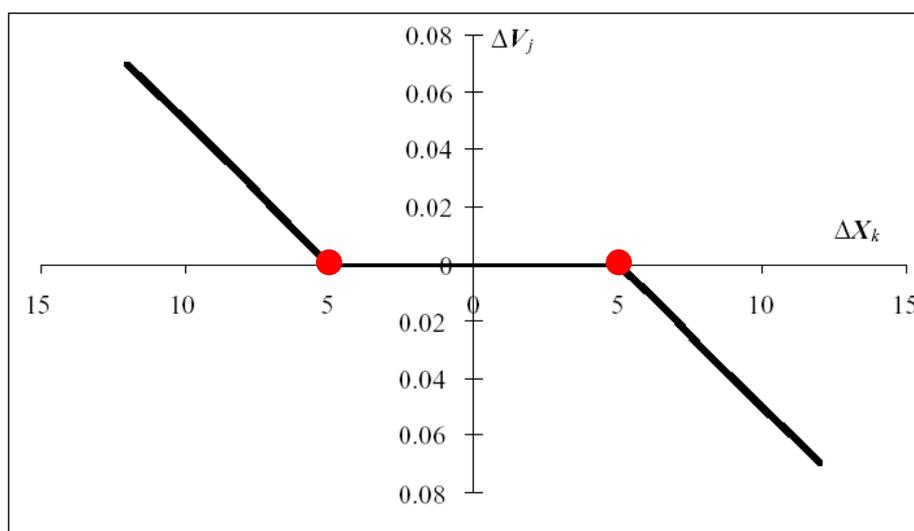


Figura 4. 9 Influenza delle soglie sulla funzione di utilità

Fonte : V. Cantillo e J. De Dios Ortúzar, 2006

Riassumendo, le variazioni di attributo al di sotto della relativa soglia, non provocano una reazione nell'individuo in quanto non registrate (ad esempio il ritardo di un minuto in un'ora è non solo difficilmente percepibile dal soggetto, ma anche irrilevante nello spingerlo a cambiare percorso). Se il valore di un attributo  $X_{kq}$  a un certo istante  $t$  si trasforma in  $X_{kq(t+1)}$  nell'istante successivo  $t+1$ , l'individuo percepirà il cambiamento solo se

$$\Delta X_{kq} = |X_{kq(t+1)} - X_{kqt}| > \tau_{xkq} \quad (4.10)$$

dove  $\tau_{xkq}$  è il valore della soglia di percezione [V. Cantillo e J. De Dios Ortúzar, 2006].

Questo fenomeno, in realtà, è molto più complesso di come è stato descritto, poiché le soglie risentono di svariate influenze tra cui una dipendenza dal tempo, che le rende dinamiche, e dalle esperienze dell'individuo.

Nell'ambito del marketing, i ricercatori hanno preso in esame la sensibilità ai prezzi da parte dei consumatori costruendo modelli che incorporano *soglie probabilistiche* per i prezzi che producono utili e perdite rispetto a un prezzo di riferimento. Queste soglie catturano l'insensibilità del consumatore ai piccoli cambiamenti di prezzo, individuando così la *zona di indifferenza del prezzo* intorno al prezzo di riferimento. Le piccole variazioni di prezzo all'interno della zona di indifferenza non hanno alcun impatto significativo sulla scelta dei consumatori. In particolare, Han (2001) ha proposto l'inserimento di un *prezzo di riferimento*  $RP_{jqt}$ , che si basa in parte sui prezzi passati di un prodotto (che vengono memorizzati nella memoria del consumatore), e serve come punto di confronto per gli acquisti futuri. Han ha espresso la funzione di utilità come segue:

$$U_{jqt} = \theta X_{jqt} + \beta_{loss} (P_{jt} - RP_{jqt}) I_{jqt,loss} + \beta_{gain} (RP_{jqt} - P_{jt}) I_{jqt,gain} + \varepsilon_{jqt} \quad (4.11)$$

dove:

$P_{jt}$  : prezzo esposto del bene;

$\beta_{gain}$  e  $\beta_{loss}$  : parametri da stimare;

$I_{jqt}$  : variabile *dummy*, nello specifico  $I_{jqt,loss} = 1$  se  $(P_{jt} - RP_{jqt}) > \tau_{jqt,loss}$  e 0 in caso contrario, allo stesso modo,  $I_{jqt,gain} = 1$  se  $(RP_{jqt} - P_{jt}) > \tau_{jqt,gain}$  e 0 altrimenti;

$\tau_{jqt,loss}$  e  $\tau_{jqt,gain}$ : soglie rispettivamente considerate in caso di perdita e guadagno.

Di conseguenza, il cambiamento da un prezzo di riferimento può avere un impatto solo quando il cambiamento di prezzo è al di sopra di una certa soglia. Quindi il fatto che un consumatore trovi un bene ad un prezzo inferiore rispetto al suo prezzo di riferimento, fa sì che ciò sia percepito come un guadagno. Al contrario, un prezzo superiore al prezzo di riferimento è percepito come una perdita.

Nel marketing è importante comprendere le soglie di prezzo per almeno due ragioni. In primo luogo, esse aiutano a decidere l'entità minima di uno sconto necessaria per avere un impatto sulla scelta dei consumatori. Secondo, esse forniscono un metodo utile di segmentazione della clientela in base a come i consumatori differiscono nella loro soglie

di prezzo. I consumatori con soglie molto basse sono più sensibili alle variazioni dei prezzi rispetto ai consumatori con soglie elevate.

Tuttavia tali argomentazioni sono di carattere generale, in quanto diversi sono i fattori che influenzano le scelte dei consumatori. Esistono casi in cui il consumatore è disposto ad acquistare un bene pur superando la sua soglia di perdita. Questo avviene perché sono stati introdotti dei *segnali di valore* (ad esempio la tipologia di confezione, l'influenza delle campagne pubblicitarie, ecc.) che condizionano l'utente nella scelta del prodotto facendogli percepire un maggior valore. Oltre a ciò, il livello di valore del prodotto, il cosiddetto valore percepito, è influenzato anche dal grado di avversione al rischio del consumatore. Il rischio dipende dall'incertezza del risultato derivante dall'acquisto del bene e dai prezzi alti. Maggiore è il rischio percepito e più basso sarà il valore percepito. Quindi per quei beni il cui valore percepito è basso devono necessariamente essere affiancati prezzi più bassi. Altri fattori di interesse sono quelli *situazionali* come ad esempio la gradevolezza del punto vendita, il grado di affollamento, ma anche il momento della giornata o il caso di un acquisto di emergenza in cui addirittura l'individuo non si avvale di alcun processo decisionale.

Nel campo delle scelte di trasporto, le considerazioni sul tema sono essenzialmente analoghe. Cantillo ha proposto un modello di scelta discreta abbastanza generale incorporando le soglie ancora una volta come minimi cambiamenti percettibili negli attributi. Ha ipotizzato che le soglie differiscono tra gli individui, sono una funzione delle caratteristiche socio-economiche e delle condizioni di scelta. Ancora una volta si ipotizza che se il cambiamento di attributo  $\Delta \hat{X}_{kjq}^{t+1}$  è piccolo la variazione dell'utilità sistemica dell'individuo sarà nulla. Pertanto, l'individuo percepisce solo un'alterazione della sua utilità se  $|\Delta \hat{X}_{kjq}^{t+1}| \geq \delta_{kq}$  dove  $\delta_{kq}$  è una soglia di percezione aleatoria, non negativa, che si distribuisce con una funzione di densità  $\varphi(\delta_k)$  nella popolazione. L'individuo percepisce solo la parte di  $|\Delta \hat{X}_{kjq}^{t+1}|$  più grande di  $\delta_{kq}$ , in modo che la risposta è dovuta a uno stimolo che sarà il  $\max(|\Delta \hat{X}_{kjq}^{t+1}| - \delta_{kq}, 0)$ . Ovviamente al valore 0 corrisponde l'assenza di stimolo. Si conclude così la definizione del concetto di soglia di percezione, evidenziando che l'individuo percepisce solo la variazione di attributo al netto della soglia. Ciò fa emergere il rischio di sovrastima dei benefici (ad esempio i risparmi di tempo) dei progetti di trasporto nel momento in cui l'analisi costi-

benefici non considera l'esistenza e l'impatto delle soglie e quindi il fatto che al di sotto di esse l'utente non percepisce alcun beneficio.

#### 8.4 Soglia come meccanismo per accettare o rifiutare un'alternativa

In quest'ultimo contesto, si presume che l'individuo  $q$  scelga da un'insieme di alternative la migliore, grazie all'ausilio di una classifica in cui ordina gli attributi  $X_{jqk}$  in ordine di importanza decrescente. A ogni attributo viene poi associata la minima soglia accettabile  $T_{xkq}$ . Il processo inizia a partire dall'attributo più importante. Tutte le alternative  $A_j$  con valori di attributo oltre la soglia vengono eliminate. In questo caso, la funzione di utilità può avere la forma mostrata in figura 4.10, dove l'utilità scende a meno infinito quando la soglia viene superata. Tale procedura viene ripetuta per gli attributi rimanenti nell'ordine indicato sopra. In questo modello comportamentale un individuo prenderà in considerazione un'alternativa come parte del suo set di scelta se e solo se tutti i suoi attributi sono all'interno delle rispettive soglie. Se più di una alternativa soddisfa tutti i vincoli di soglia la preferita può essere selezionata in modo compensativo [V. Cantillo e J. De Dios Ortúzar, 2006].

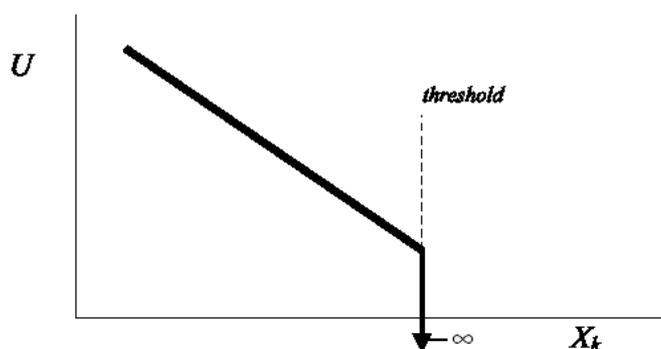


Figura 4.10 Soglie negli attributi

Fonte : V. Cantillo e J. De Dios Ortúzar, 2006

In conclusione, anche se le diverse tipologie di soglia sono state discusse separatamente, esse potrebbero verificarsi contemporaneamente e i loro effetti sovrapporsi. Pertanto è opportuno considerare dei modelli in cui si tenga conto della combinazione di diversi tipi di soglie per migliorarne il realismo. Naturalmente, questo aggiunge complessità al modello e implica la necessità di considerare due problemi principali: il primo è legato

all'importante questione dell'identificazione dei parametri, il secondo è legato alla dimensione del campione per la stima corretta dei parametri. È evidente quindi che se le soglie esistono, ma non sono considerate, i modelli stimati saranno negativamente condizionati e ciò può produrre errori significativi nella previsione.

## 9 Gli effetti dell'abitudine e delle informazioni per il traffico sul processo di scelta del percorso

### 9.1 Introduzione

Intuitivamente, le informazioni sul traffico dovrebbero aiutare gli automobilisti a raggiungere la destinazione in modo efficiente riducendo per esempio i tempi di viaggio e il ritardo. Tuttavia, informazioni troppo abbondanti e complesse, specialmente se collettive, potrebbero, al contrario, confondere gli utenti provocando una concentrazione delle reazioni e quindi un'indesiderata instabilità del sistema. Recentemente, sono state sviluppate varie tipologie di informazioni per aiutare sempre più gli automobilisti a prendere decisioni di viaggio efficienti attraverso, ad esempio, informazioni sul traffico ottenute combinando sia dati raccolti in tempo reale, sia quelli provenienti da analisi di serie storiche. Tuttavia, la scelta di percorso dipende dalla reazione dei conducenti alle informazioni sul traffico; pertanto, si può facilmente comprendere come diverse strategie di fornitura delle informazioni possano avere un impatto diverso sulla distribuzione dei flussi in una rete.

L'obiettivo del paragrafo è quello di studiare, in un primo momento, l'effetto delle informazioni sulla scelta di percorso per meglio comprendere il comportamento del decisore. Come si vedrà, in generale, la scelta di percorso può essere trattata come un *problema fuzzy* ovvero non ben definito. Tuttavia, se il dominio abituale dei conducenti diventa stabile e senza la presenza di stimoli significativi, la scelta di percorso diventa un *problema di routine*. Tale problema può diventare nuovamente *fuzzy* se gli utenti percepiscono rilevanti stimoli dall'esterno sotto forma di informazioni. Successivamente, si porrà attenzione ai processi di acquisizione e utilizzo di informazioni pre-viaggio, chiedendosi se l'abitudine condiziona il numero di informazioni raccolte e utilizzate o se tali stimoli influenzano le abitudini dei viaggiatori.

## 9.2 L'impatto delle informazioni di traffico sulle scelte di percorso

Generalmente, esiste più di un percorso tra una coppia origine-destinazione, pertanto ci si chiede come il decisore effettuerà la scelta tra i possibili percorsi alternativi, quali fattori lo influenzano e se esistono delle variabili latenti (tra cui l'abitudine) che possono condizionarlo nella scelta finale. La ricerca ha dimostrato che numerosi fattori vengono usati dagli automobilisti per giungere al percorso definitivo, come ad esempio il tempo di viaggio, il numero di intersezioni, la sicurezza del traffico, la presenza di semafori ecc. Inoltre, le abitudini personali dei conducenti possono produrre variazioni nella selezione del percorso, rendendo così la scelta estremamente complicata da prevedere.

Per meglio comprendere il comportamento del decisore, è fondamentale definire il concetto di dominio abituale e di set di competenza, in quanto fattori influenti nel comportamento di scelta. Le reazioni delle persone, pur essendo generalmente dinamiche, possono diventare stabili nel tempo e rimanere all'interno di un dominio, a meno di stimoli imprevisti. Questo dominio è definito *dominio abituale*. Il *set di competenza*, invece, include conoscenze, abilità e competenze che aiutano l'individuo a risolvere i problemi. Tale set personale può rimanere limitato, o arricchirsi nel caso in cui si facciano ulteriori sforzi per acquisire nuove conoscenze [H.-L. Chang e P.-C. Chen, 2005].

Per un problema di scelta di percorso  $E$  esiste un insieme di funzioni obiettivo che soddisfano il conducente. Sia  $HD$  l'insieme in esame contenente tre set di competenze:

1.  $Sk(E)$  è il *set di abilità acquisito*: è composto da conoscenze, competenze, informazioni e risorse che sono stati *effettivamente acquisiti* dal decisore e quindi esistente;
2.  $Tr(E)$  è il *set di competenza vero*: è composto da conoscenze, abilità e risorse che sono veramente *necessarie* per la risoluzione di problemi *e con successo*;
3.  $It(E)$  è il *set di informazioni sul traffico*: comprende l'insieme di informazioni sul traffico disponibili o possibili (ad esempio radio, sistemi di navigazione, pannelli a messaggio variabile, ecc.).

A seconda del set di competenza di cui dispone il soggetto e della sua predisposizione a prediligere i comportamenti abituali, i problemi di decisione possono essere classificati in quattro categorie: *problemi di routine*; *problemi misti di routine*; *problemi fuzzy* e

*problemi di difficile risoluzione (challenging)*. L'analisi dei problemi elencati è descritta nel seguito. Se si considera un automobilista che viaggia in un tratto stradale congestionato e senza informazioni sul traffico, allora è facilmente intuibile che il soggetto non ha sufficiente controllo per raggiungere nel modo migliore la destinazione. Ciò avviene perché ha una percezione confusa del set di conoscenza di cui avrebbe realmente bisogno. Questo è considerato un *problema fuzzy* (si veda Fig. 4.11 (a)).

Quando il dominio abituale diventa gradualmente stabile e non ci sono stimoli significativi, la scelta di percorso diventa un *problema di routine* (si veda Fig. 4.11 (b)). In questa circostanza, il decisore ha di solito una certa familiarità con le caratteristiche della rete stradale, le condizioni di flusso di traffico e la sua composizione, oltre a sapere come rispondere alla congestione del traffico attuale. Vale a dire che il conducente ha già acquisito sufficiente padronanza di tutti i set di competenza realmente necessari, infatti in Figura 4.11 (b)  $Tr(E)$  è un sottoinsieme di  $Sk(E)$ . Nella fase di decisione di un problema di routine, il comportamento di scelta di percorso del conducente segue un modello fisso basandosi su percorsi ripetitivi, giornalieri o settimanali, abituali. Un percorso è una sequenza ordinata di archi (tale che il nodo finale del generico arco coincida col nodo iniziale del successivo) che collega una coppia origine-destinazione senza passare per due volte attraverso lo stesso nodo. Esso rappresenta quindi l'unità elementare di scelta per un'assegnata coppia origine-destinazione. I nodi intermedi possono individuare intersezioni tra infrastrutture ed in corrispondenza di esse gli utenti esercitano le scelte decisionali sull'itinerario programmato. Questo è definito come un *problema di mix routine*.

Giunti a questo punto, si consideri la presenza di informazioni sul traffico: se queste sono percepite dall'automobilista come stimoli, allora la scelta di percorso, prima di routine, ritorna ad essere un *problema fuzzy* (si veda Fig. 4.11 (c)). In questo caso, le informazioni sul traffico aiutano l'utente a scegliere un percorso, infatti in figura 4.11 (c) l'intersezione di  $It(E)$  con  $Tr(E)$  è diversa dall'insieme vuoto. Quando, invece, il contenuto di informazioni sul traffico è diverso da quello che l'autista aveva previsto, ad esempio l'annuncio di una congestione non ricorrente del traffico per via di un incidente o di lavori stradali, allora inizia a pensare all'affidabilità delle informazioni considerando non solo la familiarità con la rete stradale attuale, ma anche l'urgenza di raggiungere la destinazione. Tuttavia, man mano che il tempo passa, il guidatore, a poco

a poco, ha una migliore comprensione della precisione delle informazioni sulle previsioni di traffico e degli itinerari possibili per rispondere alle nuove condizioni della strada. In altre parole, la disponibilità di informazioni comporta un'espansione del set di competenza esistente (si veda la Figura 4.11 (d) in cui  $It(E)$  viene incorporato dall'utente nel suo set di competenza  $Sk(E)$ ). In tal caso, il conducente preferibilmente sceglierà le informazioni che sono rilevanti o che crede essere necessarie. Queste andranno a migliorare le precedenti esperienze di guida e lo porteranno a sviluppare una politica di scelta di percorso. In questo caso, la scelta di percorso diventerà un *problema di routine* (si veda Fig. 4.11 (d)).

Dal momento che la rete stradale con la quale il conducente si confronta è dinamica, il set di competenza di cui ha veramente bisogno  $Tr(E)$  varia anch'esso nel tempo. Se  $Tr(E)$  è sconosciuto o noto solo in parte (ad esempio un conducente che si perde in una città sconosciuta), ciò comporta che una parte della competenza per risolvere il problema supera il dominio potenziale del conducente, si tratta di un *problema difficile* (si veda Fig. 4.11 (e)). Pertanto, il conducente deve espandere il suo set di competenza, al fine di raggiungere in breve tempo la destinazione. In questo caso, l'utilizzo delle informazioni sul traffico è un metodo semplice ed efficace per giungere al percorso migliore. Tuttavia, i conducenti hanno il proprio livello di accettazione e capacità di assorbimento per quanto riguarda le informazioni sul traffico. Se le informazioni sono troppe o troppo complicate per il conducente, questo potrebbe essere ostacolato dal prendere decisioni efficaci. Quindi,  $It(E)$  supererà  $Sk(E)$  ed  $E$  diventa un altro *problema difficile* (si veda Fig. 4.11 (f)).

Riassumendo, quando un decisore ha già acquisito il set di competenze necessarie ed è esperto nei confronti di tale set, sarà sicuro nel prendere le decisioni. Quando il decisore considera che le decisioni siano problemi *fuzzy*, allora deve prima definire e identificare le competenze effettivamente necessarie e poi si propone di risolvere il problema di decisione. Tuttavia, quando il decisore affronta un problema *challenging*, dovrebbe ampliare la potenzialità del proprio dominio e cercare di acquisire il nuovo set di competenze. In caso contrario, non potrà risolvere efficacemente il problema decisionale.

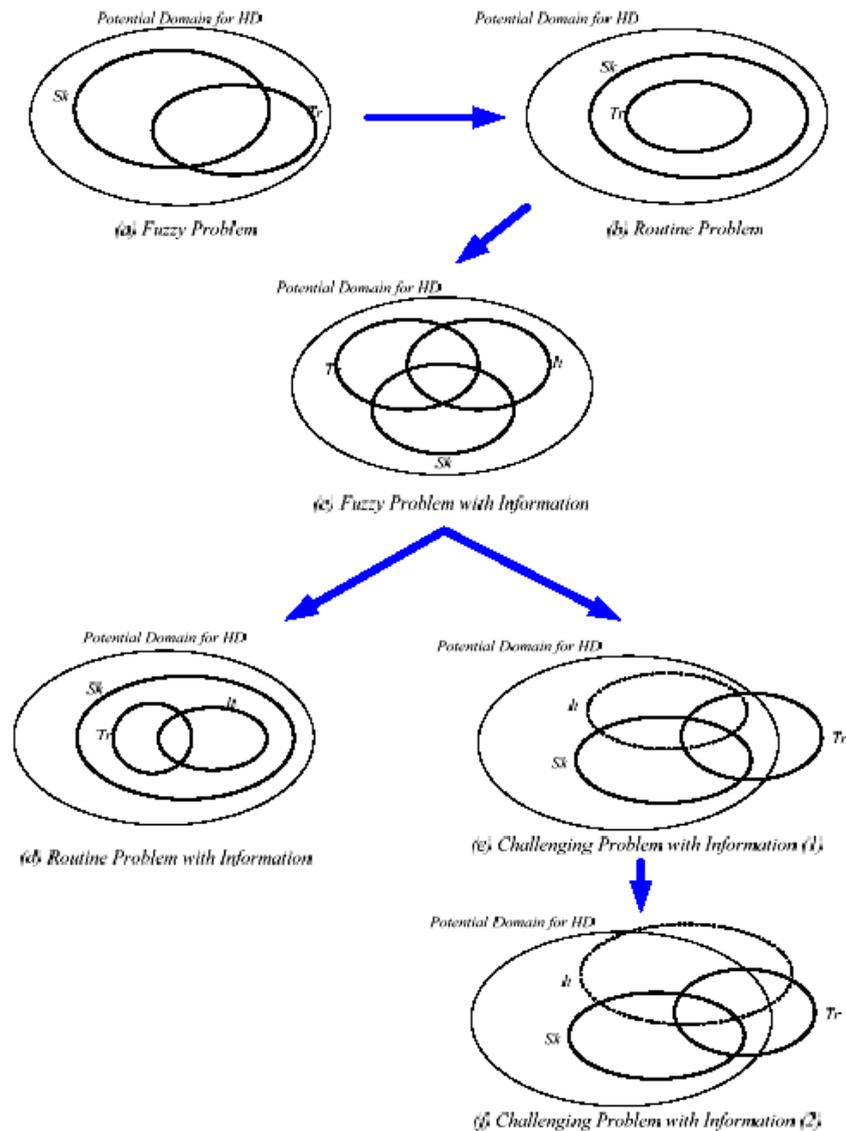


Figura 4. 11 Relazione tra set di competenza e scelte di percorso

Fonte: H.-L. Chang e P.-C. Chen, 2005

### 9.3 Relazioni tra abitudine e informazioni di viaggio

#### 9.3.1 Introduzione

Nel presente paragrafo si considera la relazione causa-effetto tra comportamento abituale e informazioni di viaggio. In particolare, si esamina dapprima come l'abitudine può influenzare il numero di informazioni raccolte e utilizzate, e poi come, a sua volta, la fornitura di tali informazioni può essere la causa della rottura di comportamenti

abitudinari dei viaggiatori. La discussione di questi aspetti è basata sui risultati di B. Verplanken, H. Aarts, van Knippenberg (1998) e di C. G. Chorus e Be. G. C. Dellaert (2010). I primi hanno condotto una serie di esperimenti per esplorare i meccanismi alla base delle scelte abituali tra partecipanti con forte e debole abitudine, ponendo una particolare attenzione ai processi di acquisizione e di uso di informazioni che precedono le scelte dei modi di trasporto. Queste tecniche di sperimentazione permettono di rivelare i processi psicologici che intervengono tra stimoli (informazioni) in ingresso e risultati (decisioni) in uscita. In particolare, le modalità di utilizzo delle informazioni, prima di maturare una scelta, riflettono le strategie di presa di decisione sottostanti al comportamento di valutazione delle alternative da parte dell'individuo. Gli autori del secondo gruppo, invece, hanno studiato come la presenza di informazioni impatta sulla forza dell'inerzia. Viene dimostrato come la fornitura di informazioni multimodali pre-viaggio può ridurre lo sviluppo dell'inerzia nella misura in cui è considerata affidabile dal viaggiatore.

### 9.3.2 *Causa: abitudine → Effetto: informazioni raccolte e utilizzate*

Gli studi di B. Verplanken, H. Aarts, van Knippenberg si propongono come obiettivo il confronto tra persone con debole e forte abitudine, con riferimento a una particolare scelta di modo, rispetto al numero di informazioni raccolte e utilizzate prima di prendere una decisione. Di seguito si andranno a considerare quattro studi così suddivisi: i primi due riguardano l'abitudine e l'uso di informazioni sugli *attributi delle opzioni di scelta*; gli ultimi due invece l'abitudine ed l'uso di informazioni relative alle *caratteristiche della situazione di scelta*. Tale suddivisione tiene conto del fatto che la decisione non può basarsi solo sulle informazioni riguardanti gli attributi delle opzioni di scelta. Negli studi 1 e 2, infatti, viene presa in considerazione solo una parte del processo decisionale, trascurando una fase assai importante: la valutazione delle caratteristiche della situazione scelta. In situazioni di scelta effettive, tali caratteristiche di base (ad esempio le condizioni atmosferiche, la distanza di viaggio, il tragitto) devono essere percepite prima di qualsiasi considerazione sulle opzioni, e quindi costituiscono una parte integrante del processo di scelta.

La procedura adottata nei quattro esperimenti è simile: dapprima viene effettuata la misura del grado di abitudine con cui una particolare modalità di trasporto è scelta; sulla

base di questa misura, i partecipanti sono classificati come debolmente o fortemente abitudinari. Dopo aver presentato un obiettivo di viaggio, è stato chiesto ai soggetti di indicare quale modalità avrebbero scelto. Prima di indicare la loro scelta, avevano la possibilità di raccogliere (e, se lo ritenevano, di utilizzare) informazioni in qualsiasi quantità e nell'ordine che preferivano.

### **Studio 1.**

*Obiettivo:* studiare gli effetti della forza dell'abitudine dell'uso della bicicletta (che si è osservato essere il mezzo usato abitualmente) nell'acquisizione di informazioni relative agli attributi di quattro opzioni di modalità di viaggio *realistiche*.

*Risultati:*

1. i partecipanti con forte abitudine hanno scelto la bicicletta, piuttosto che una soluzione alternativa, più frequentemente di quanto abbiano fatto i partecipanti con deboli abitudini;
2. l'aumento della forza dell'abitudine ha ridotto la quantità di informazioni acquisite sugli attributi delle opzioni di modo.

In altre parole, la forza dell'abitudine "attenua" il processo decisionale, ma la ricerca ridotta di informazioni potrebbe essere dovuta ad un eventuale legame dell'abitudine con l'alto livello di conoscenza dell'ambito di interesse. Pertanto, data la familiarità della situazione, è concepibile che i partecipanti con forte abitudine abbiano avuto un minor bisogno di informazioni esterne.

### **Studio 2.**

*Obiettivo:* il medesimo dello Studio 1, con la differenza che, per eliminare l'effetto della possibile interazione dell'abitudine con livelli relativamente alti di conoscenza, è stato proposto un viaggio *sconosciuto*.

*Risultati:* gli effetti dell'abitudine hanno replicato i risultati ottenuti nel precedente studio. Pertanto, il livello di conoscenza del viaggio sembra non avere alcuna influenza. Si è ulteriormente registrato come l'abitudine influisca sulla variabilità delle informazioni raccolte: quando le abitudini sono forti, sono stati osservati livelli più alti di variabilità rispetto a quando l'abitudine era debole. Più specificamente, i soggetti con una forte abitudine all'uso della bicicletta hanno prevalentemente raccolto informazioni

sul ciclismo, mentre soggetti con deboli abitudini hanno diviso la loro attenzione in modo più uniforme tra le alternative [H. Aarts, B. Verplanken e van Knippenberg, 1998].

Riassumendo, l'abitudine porta a una maggiore attenzione verso le opzioni scelte abitualmente. La variabilità della ricerca di informazioni tra le opzioni è considerata un importante segnale delle strategie di decisione adottate dai decisori: un modello di ricerca di informazione distribuito uniformemente (bassa variabilità) è associato con le strategie compensative, mentre un modello di ricerca dell'informazione selettivo (alta variabilità) riflette strategie non compensative. Così, quando l'abitudine è forte, le decisioni riguardanti le modalità di trasporto sono guidate da semplici regole non compensative (le alternative vengono eliminate relativamente presto nel processo di decisione) e, al contrario, quando l'abitudine è debole, i decisori adottano regole di decisione compensative e più esigenti in termini di sforzo mentale. Questi risultati supportano l'idea che le scelte abituali tendono a seguire "scorciatoie cognitive".

### **Studio 3.**

*Obiettivo:* osservare il processo di presa delle decisioni di modalità di viaggio sulla base di informazioni relative alle caratteristiche del viaggio (ad esempio distanza, condizioni del tempo, ecc.) raccolte prima di effettuare la scelta di modo definitiva.

*Risultati:* sono confermati quelli dei due studi precedenti, dimostrando che l'abitudine attenua la ricerca di informazioni nelle prime fasi del processo decisionale. Tuttavia non forniscono prove definitive riguardo alla questione se l'abitudine esercita un impatto sulla quantità di informazioni effettivamente elaborate nel prendere la decisione finale.

### **Studio 4.**

*Obiettivo:* valutare il numero di informazioni *utilizzate* per prendere decisioni, valutando i vantaggi derivanti dall'uso della bicicletta. I valori delle caratteristiche del tragitto (ad esempio distanza di viaggio, condizioni meteo) erano assegnati e sistematicamente variati, ottenendo così un grande insieme di situazioni di viaggio da giudicare. Per quantificare la relazione tra il giudizio di una persona e le informazioni che sono state utilizzate per giungere a tale giudizio, è stato utilizzato il metodo

statistico noto come *policy capturing*<sup>9</sup>. Il numero di predittori significativi ottenuti dal metodo costituisce la variabile dipendente in una successiva ANOVA<sup>10</sup>.

*Risultati:*

1. in media, ci sono stati meno predittori significativi per partecipanti con forte abitudine che per partecipanti con debole abitudine;
2. i partecipanti con forte abitudine hanno preso meno costantemente in considerazione le potenzialità degli stimoli rispetto ai partecipanti con debole abitudine [H. Aarts, B. Verplanken e van Knippenberg, 1998].

Questi risultati indicano semplicemente che la decisione presa dai partecipanti con forte abitudine non è legata all’uso di informazioni, non esiste quindi una relazione causa-effetto; e che i partecipanti con forte abitudine hanno una scarsa fiducia nelle informazioni, quindi tendono ad usare meno informazioni di quanto non facciano le persone con una debole abitudine.

La figura 4.12 presenta una sintesi dei risultati dei quattro esperimenti in cui viene visualizzata la percentuale di utilizzo delle informazioni in funzione della forza dell’abitudine. I risultati possono essere così riassunti:

1. la forza dell’abitudine condiziona la decisione degli individui;
2. la forza dell’abitudine attenua la quantità di informazioni acquisite e utilizzate prima di tale decisione.

In combinazione, quindi, gli output dei quattro esperimenti suggeriscono che quando un comportamento viene eseguito ripetutamente ed è diventato abituale, le future decisioni di effettuare tale comportamento sono guidate da una semplice regola: “fare le cose nel modo in cui si è fatto frequentemente in passato”. In altre parole, le scelte abituali tendono a seguire "scorciatoie cognitive", nel senso che utilizzano poca informazione (si veda Fig. 4.12) sulle opzioni e quindi nel fare una scelta non si prendono in particolare considerazione le caratteristiche, i vantaggi e gli svantaggi delle diverse alternative.

---

<sup>9</sup> *Policy capturing*: metodo utilizzato dai ricercatori per valutare come i decisori utilizzano le informazioni disponibili quando effettuano giudizi valutativi. Lo scopo di questa metodologia è quello di identificare politiche di presa di decisioni, vale a dire, il modo in cui si “pesano, combinano o integrano le informazioni”.

<sup>10</sup> L’ANOVA (analisi della varianza) è un metodo statistico utilizzabile per confrontare due o più gruppi di dati e determinare quali fattori (o “predittori”, cioè variabili indipendenti di un processo che hanno un qualche effetto sul risultato) hanno un maggiore impatto sulla risposta (variabile dipendente) di un processo.

L’attivazione di un semplice obiettivo può quindi essere sufficiente per arrivare alla scelta abituale.

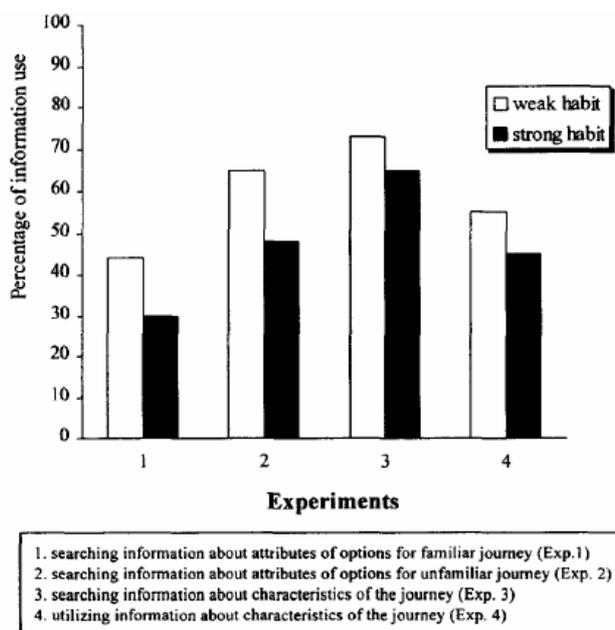


Figura 4. 12 Percentuale di uso d’informazioni in funzione della forza dell’abitudine

Fonte: H. Aarts, B. Verplanken e van Knippenberg, 1998

### 9.3.3 Causa: fornitura di informazioni → Effetto: rottura delle abitudini

Si riprende in considerazione lo studio di C. G. Chorus, Be. G. C. Dellaert (si veda il paragrafo “L’impatto della forza d’inerzia nei comportamenti di viaggio”), in particolare per quanto riguarda la presenza di informazioni multimodali pre-viaggio per meglio rappresentare le situazioni di scelta reali. Per rendere la trattazione più agevole, verranno omesse le formule e si passerà direttamente ai risultati. Gli autori hanno eseguito una simulazione, assumendo le seguenti impostazioni iniziali:

- presenza di informazioni multimodali pre-viaggio;
- qualità attesa di entrambe le modalità (“car” e “train”) pari a zero;
- $\beta_{VAR} = 0,25$ <sup>11</sup> ovvero viaggiatore non particolarmente avverso al rischio;

<sup>11</sup> I risultati, fatta eccezione per  $\beta_{VAR}$ , sono robusti rispetto alla variazione di uno o più parametri iniziali. Nelle impostazioni iniziali gli autori hanno assunto un’avversione al rischio bassa ( $\beta_{VAR} = 0,25$ ), in quanto dai risultati precedenti (si veda paragrafo “L’inerzia...”) era emerso che alti livelli di avversione al rischio implicano che l’effetto di  $\gamma$  diventa trascurabile, a prescindere dal grado di affidabilità delle informazioni.

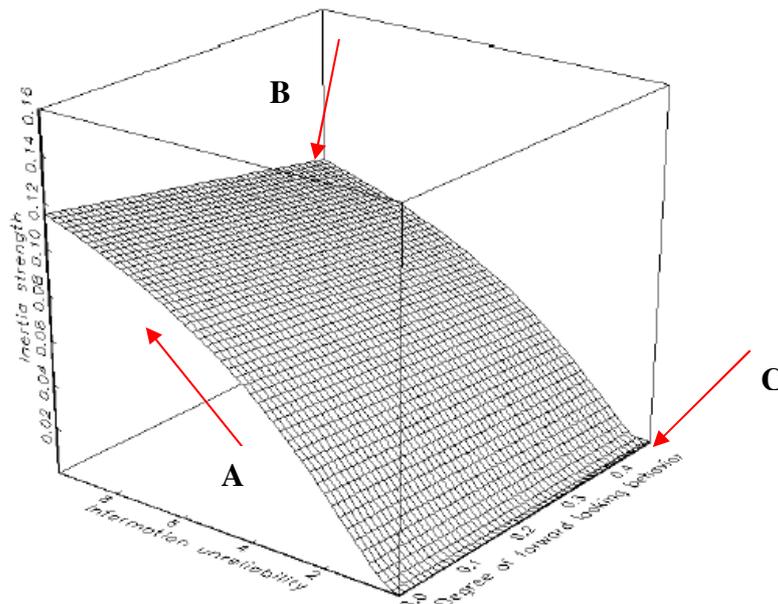
- $\gamma \neq 0$  ovvero viaggiatore lungimirante.

La forza dell'inertia, variabile dipendente, viene misurata nel modo già definito nel paragrafo 7.2. Nella simulazione gli autori hanno contemporaneamente variato:

- *Information unreliability*:  $0 \leq VAR_I \leq 10^{12}$ ;
- *Degree of forward looking*:  $0 \leq \gamma \leq 0,5$ .

La Figura 4.13 mostra come la forza dell'inertia dipende dal grado di affidabilità delle informazioni multimodali pre-viaggio e dal grado di lungimiranza del viaggiatore. In particolare si osserva che:

- la forza dell'inertia è una funzione crescente dell'inaffidabilità delle informazioni ( $VAR_I$ );
- per alti valori di  $VAR_I$  (informazioni inaffidabili), la forza dell'inertia è una funzione decrescente del grado di lungimiranza dei viaggiatori ( $\gamma$ );
- per piccoli valori di  $VAR_I$  (informazioni affidabili), l'effetto di  $\gamma$  sulla forza dell'inertia svanisce [C. G. Chorus e Be. G. C. Dellaert, 2010].



**Figura 4. 13 L'inertia in presenza di informazioni pre-viaggio**

**Fonte: C. G. Chorus e Be. G.C. Dellaert, 2010**

<sup>12</sup> Si noti che bassi (alti) valori di  $VAR_I$  riflettono presenza (assenza) di affidabilità delle informazioni. Si noti che nella misura in cui le informazioni sono considerate inaffidabili, il caso che include la presenza di informazioni diventa equivalente al caso “senza informazioni”.

In breve, nella misura in cui le informazioni sono considerate affidabili, le osservazioni della qualità di un'alternativa diventano meno importanti, e come risultato "l'effetto *lock-in*", che causa l'inerzia, risulta meno pronunciato e il viaggiatore prende in considerazione alternative diverse dall'abituale. Inoltre, l'effetto di  $\gamma$  sulla forza dell'inerzia rapidamente diminuisce, perché le informazioni affidabili riducono l'utilità di osservare la qualità delle alternative.

Concludendo, la fornitura di informazioni multimodali pre-viaggio, può leggermente ridurre la crescita dell'inerzia nella misura in cui tali informazioni sono considerate affidabili dal viaggiatore.

## 10 Come intervenire per rompere le “cattive” abitudini di viaggio

Se si pensa alle “cattive” abitudini nel campo dei sistemi di trasporto, quella legata all'uso dell'auto è sicuramente la più difficile da sopprimere. Pertanto ci si chiede: “perché gli automobilisti non prendono in considerazione alternative di modo di trasporto diverse da quella abituale?” La macchina è certamente un'alternativa interessante per molti, tuttavia ci sono degli ostacoli che impediscono il passaggio ad altri modi, così i guidatori possono non essere in grado di lasciare la “vecchia” abitudine anche se sono motivati a farlo. L'indisponibilità di alternative e la scarsa conoscenza di queste (causata specialmente dalla mancanza di diffusione di informazioni) è naturalmente un ostacolo in molti casi. Tuttavia, l'abitudine e l'inerzia svolgono un ruolo importante. Esse agiscono aumentando i costi di transazione nel passare da una modalità a un'altra e riducono la ricerca e l'elaborazione di informazioni sulle alternative. Accade che i cambiamenti importanti rischiano di passare inosservati (ad esempio la disponibilità di alternative attraenti). Ogni tentativo di influenzare le scelte di viaggio potrebbe non riuscire se le scelte sono abituali. Tuttavia ci sono stati degli esperimenti, condotti su sistemi reali, in cui si è riusciti a spezzare le cattive abitudini, o meglio a promuovere delle abitudini di viaggio più sostenibili e a rafforzare la volontà dei guidatori di avvalersi di tecnologie e modalità di trasporto “nuove”.

Il primo studio qui considerato è quello di Garling (2001). In realtà si è già accennato in precedenza alla prima parte dell'esperimento nel paragrafo 2.2. In una fase successiva

sono state introdotte ulteriori destinazioni “attraenti” (raggiungibili a piedi) rispetto alle precedenti. Questa modifica della situazione aveva come obiettivo quello di mettere in luce l’importanza della conoscenza delle alternative. Dai risultati emerge che i partecipanti che non sono riusciti a notare il cambiamento, hanno continuato a scegliere di guidare. Al contrario, i partecipanti di un gruppo di controllo hanno scelto di raggiungere a piedi le “nuove” destinazioni. Una volta che le modifiche della situazione sono state finalmente percepite, è stato scelto di camminare invece di guidare.

In un secondo studio, pubblicato nello stesso anno, Fujii trovò che il cambiamento *forzato* di una scelta di routine (ad esempio la guida al lavoro) rendeva le persone consapevoli dell’attrattiva di altre alternative (ad esempio il trasporto pubblico). Nell’esperimento condotto da Fujii e Kitamura (2003), viene usata la forza dell’effetto di un incentivo per studiare il fenomeno. L’incentivo consisteva in un biglietto gratuito dell’autobus, offerto per un mese, ad un gruppo sperimentale di guidatori. L’idea era che i guidatori sarebbero stati motivati ad iniziare a usufruire del bus, in modo che l’abitudine di impiegare l’auto sarebbe stata così spezzata e sostituita dall’abitudine all’uso del bus. I risultati hanno mostrato che l’atteggiamento nei confronti dell’uso del bus è diventato più positivo e la frequenza di utilizzo è aumentata anche un mese dopo il periodo in cui il biglietto dell’autobus gratuito era valido. Contemporaneamente è stato osservato che la scelta di usare l’auto è diventata meno abituale.

Infine il progetto di Lundby a Goteborg in Svezia, mira a modificare le abitudini di viaggio degli automobilisti a favore di alternative più sostenibili. Il centro per la mobilità di Lundby (LMC), aperto nel 2002, ha cercato di sviluppare delle misure volte ad aumentare la consapevolezza e a cambiare gli atteggiamenti verso mezzi di trasporto più rispettosi dell’ambiente. Nell’agosto del 2006, LMC ha iniziato un progetto di “allenamento” sulla mobilità facente parte del progetto BUSTRIP dell’Unione Europea. Il gruppo di partecipanti era formato da automobilisti che non usavano nessun altro mezzo di trasporto se non l’automobile. I partecipanti hanno firmato un contratto con LMC dove si impegnavano a lasciare a casa la macchina almeno tre volte alla settimana. I partecipanti si sono divisi in sottogruppi in base al tipo di persona che pensavano di essere: “Sfidami”, “Sollecitami” e “Pigro e comodo”. Hanno controllato forma fisica, peso e massa muscolare all’inizio e alla fine del progetto, e tenuto un diario di viaggio per illustrare il loro comportamento. Il progetto è stato valutato mediante sondaggi e

interviste. Dopo 6 mesi, il numero di partecipanti che usava l'automobile tutti i giorni è sceso da 25 a 2. Di conseguenza il contributo dei partecipanti agli effetti negativi sull'ambiente è diminuito considerevolmente. Le emissioni di ossidi di azoto per viaggio relativi al lavoro sono diminuite del 60% e le emissioni di anidride carbonica quasi del 50%. Il progetto ha suscitato l'attenzione dei media e nei posti di lavoro dei partecipanti, ed alcuni di loro erano visti come "ambasciatori" di nuovi stili di vita/abitudini di viaggio.

Quello che accomuna questi studi è che il risultato definitivo non sarà evidente se non dopo un periodo più lungo, quando si potrà vedere se le "nuove" abitudini effettivamente durano nel tempo e se non durano cercare di capirne il perché. Emerge anche quanto sia importante sensibilizzare l'opinione pubblica verso le alternative alle tipologie di trasporto convenzionali. Da questo punto di vista c'è ancora molto da fare per quanto riguarda le abitudini di viaggio, in particolare per preparare le persone ad adottare un nuovo approccio nei confronti della mobilità. L'utilizzo dell'informazione, del marketing e della educazione sociale come parti integrate di un piano dei trasporti, può aumentare la consapevolezza delle persone, influenzarne l'atteggiamento e indurle a cambiare le proprie abitudini di viaggio. Tale processo di cambiamento deve essere articolato in più fasi. Nella prima fase si studia e si cerca di sviluppare la consapevolezza del problema. Poi ci si muove dalle percezioni personali al processo di riduzione delle carenze informative sulle alternative di comportamento. Infine si incentivano le persone dapprima a sperimentare lentamente le nuove abitudini di viaggio, poi a mantenerle.

## Conclusioni

La crescita continua dell'uso di veicoli privati con conseguente incremento dei livelli di congestione e delle esternalità associate, insieme alla diminuzione della spesa pubblica per le infrastrutture di trasporto, sono elementi che contribuiscono ad un sistema di trasporto sempre meno sostenibile. Per gestire in modo efficiente le infrastrutture esistenti è necessario orientare gli sforzi della ricerca verso una migliore comprensione di come gli utenti si comportano quando operano le loro scelte di viaggio in una rete di trasporto. Il fatto che, nei modelli tradizionali, le scelte di percorso sono pensate come funzione di una somma opportunamente pesata di tempo di percorrenza e costi legati alla distanza, non può riflettere adeguatamente la complessità del comportamento dell'utente. Solo se si accresce la comprensione di come gli utenti del sistema selezionano i percorsi, si può contribuire a ridurre l'effetto della congestione. Un discorso analogo si può ripetere per quanto riguarda le scelte di modo di trasporto.

Nel presente elaborato si è visto come, negli ultimi anni, nell'ambito di diverse discipline si è sviluppato un interesse generale verso il miglioramento dei modelli di scelta discreta, mediante la considerazione esplicita di alcuni fattori psicologici e comportamentali che influenzano il processo decisionale. A causa della vastità del tema, lo studio si è concentrato sulla comprensione e modellazione dei fenomeni dell'apprendimento-aggiornamento e dell'abitudine, compresa la percezione del rischio.

Per quanto riguarda la questione di come i viaggiatori imparano, e di come tale apprendimento influenza le loro scelte future, uno dei primi modelli è stato proposto da J. L. Horowitz (1984). Secondo Horowitz, la decisione di scelta di percorso viene presa sulla base di una somma pesata dei costi di viaggio misurati nelle precedenti esperienze e di un termine di errore di apprendimento. Un ruolo fondamentale è assegnato ai pesi attribuiti ai costi dei percorsi sperimentati in precedenza, in quanto descrivono l'influenza dei costi passati, lontani e recenti, sulla percezione corrente del viaggiatore. Il sistema potrebbe non convergere ad uno stato di equilibrio se i pesi non sono opportunamente bilanciati. Tale modello è un chiaro esempio di apprendimento rinforzato, secondo il quale il viaggiatore impara dalle esperienze di viaggio e acquista una migliore conoscenza dell'ambiente con il quale interagisce, sviluppando strategie di adattamento per far fronte all'evoluzione del sistema di trasporto.

La ricerca e la memoria svolgono un ruolo chiave nella fase di apprendimento. Attraverso la ricerca l'individuo esplora le opportunità di scelta nel suo ambiente e, dopo aver scelto ed eseguito l'opzione che ritiene più vantaggiosa, mantiene una registrazione in memoria degli effetti associati alle azioni. Le azioni che producono effetti positivi hanno un ruolo di rinforzo, pertanto hanno una maggiore probabilità, in simili condizioni, di essere ripetute in futuro. Invece le azioni con risultati negativi tendono ad essere evitate in futuro.

Anche l'abitudine gioca un ruolo importante nel processo decisionale del viaggiatore dal momento che è strettamente legata all'apprendimento per rinforzo. I viaggiatori abituali riutilizzano le soluzioni del passato per rendere il loro comportamento futuro non solo più facile da mettere in pratica, ma soprattutto meno rischioso negli esiti. Tale atteggiamento si riscontra specialmente in soggetti su cui gravano vincoli di tempo, vincoli economici o altri impegni. Le abitudini costituiscono, quindi, una regolarità che rende le azioni prevedibili e garantiscono tendenzialmente la corrispondenza tra aspettative e comportamenti, con tutti i vantaggi che questo comporta anche dal punto di vista della gestione del sistema di trasporto. Tuttavia, è anche vero che i tentativi di influenzare le scelte di viaggio mediante interventi sul sistema potrebbero non riuscire se le scelte sono abituali. Quindi, in generale, sarà più difficile invertire una tendenza che accentuarla. A conferma di ciò, gli studi di H. Aarts e A. Dijksterhuis (2000) dimostrano che le azioni abituali sono più difficili da eliminare rispetto alle azioni non abituali. Il fatto che i partecipanti all'esperimento abbiano avuto difficoltà nel sopprimere il modo abituale di viaggio sotto condizioni di carico cognitivo, cioè quando l'attenzione viene assorbita da un compito secondario, conferma l'idea che le abitudini sono risposte automatizzate. Esperienze negative (ad esempio un ritardo a causa di un incidente) registrate in memoria non conducono necessariamente a una rimozione del comportamento abituale, soprattutto se l'abitudine ha una forte influenza sui meccanismi di scelta.

Un ulteriore aspetto di interesse relativamente ai processi di scelta è la potenziale esistenza di limiti di percezione nella valutazione degli attributi da parte dell'individuo. Essi sono stati indicati con il termine generico "soglia". Il concetto di soglia nella modellazione delle scelte di viaggio non è nuovo, infatti P. B. Goodwin (1977) introduce questa nozione nel dimostrare come la ripartizione modale dipenda non solo

dai costi generalizzati, ma anche dalla storia dei cambiamenti, verificatisi in passato, di tali costi. Le soglie di percezione sono definite come dei limiti minimi oltre i quali si è in grado di registrare cambiamenti percettibili dei valori degli attributi che contribuiscono a determinare l'utilità dell'individuo. La definizione evidenzia che l'individuo percepisce solo la variazione di attributo al netto della soglia. Ciò comporta il rischio di sovrastima dei benefici (ad esempio i risparmi di tempo) dei progetti di trasporto nel momento in cui l'analisi costi-benefici non considera l'esistenza e l'impatto delle soglie, e quindi il fatto che al di sotto di esse l'utente non percepisce alcun beneficio.

I sistemi di trasporto sono particolarmente complessi a causa del comportamento umano, e fornire informazioni (attraverso ATIS, ITS, ecc.) in questi sistemi aggiunge complessità e aumenta l'imprevedibilità del comportamento degli utenti a seconda che l'informazione sia percepita o meno come affidabile. Gli esperimenti citati nella tesi hanno dimostrato che la fornitura di informazioni influenza i comportamenti dei viaggiatori, aiutandoli ad apprendere più velocemente e a migliorare la loro capacità di prendere decisioni. Nello specifico, la sperimentazione di E. Ben-Elia e Y. Shifan (2010), attraverso una semplice ma non banale situazione (scelta tra due alternative), dimostra la complessità di prevedere correttamente le scelte di percorso dei viaggiatori in condizioni di incertezza. Lo studio riconosce l'importanza del contenuto delle informazioni, distinguendo ad esempio il caso in cui si fornisce solo il tempo medio da quello in cui si aggiunge anche un'indicazione della variabilità dei tempi di viaggio. Inoltre l'impatto principale delle informazioni si riscontra nelle situazioni poco familiari, cioè quelle in cui i viaggiatori non hanno una grande esperienza delle condizioni di traffico. In questi casi le informazioni accelerano il processo di apprendimento e riducono la tendenza del viaggiatore ad esplorare altre alternative. Viceversa, la mancanza di informazioni porta ad un adattamento più lento, a un più lungo processo di apprendimento ed a una minor sensibilità verso la variabilità dei tempi di viaggio. L'incidenza dell'avversione al rischio sull'efficacia delle informazioni porta alla conclusione che gli utenti apprezzano fortemente l'affidabilità delle informazioni. Se le previsioni del sistema di informazione sono percepite come poco attendibili, i viaggiatori potrebbero ignorarle con conseguente spreco dei capitali investiti. Grazie alle conoscenze sul comportamento degli utenti, i sistemi informativi

possono anche indurre effetti regolatori sul traffico che hanno l'obiettivo di ottimizzare le prestazioni della rete di trasporto e migliorare così la mobilità delle persone, la sicurezza e la produttività del trasporto. I meccanismi che regolano l'integrazione di nuove informazioni con le esperienze di apprendimento precedenti, portano a percezioni aggiornate dei benefici attesi che influenzano le scelte future. Il meccanismo di aggiornamento che è in grado di descrivere al meglio l'effetto combinato delle esperienze con le informazioni è basato sui concetti della statistica bayesiana. Il tempo di percorrenza percepito è composto dalla media e da una componente di errore, entrambi i quali possono essere aggiornati alla luce delle nuove esperienze (osservazioni e/o informazioni). La componente di errore viene introdotta per riflettere il grado di incertezza associata al tempo di viaggio percepito, in grado di influenzare in modo significativo la sensazione di affidabilità percepita dall'utente riguardo ad un certo percorso.

Anche l'abitudine può influenzare il numero di informazioni raccolte e utilizzate, e a sua volta la fornitura di informazioni può essere la causa della rottura di comportamenti abitudinari dei viaggiatori. Sulla base dei risultati degli studi di B. Verplanken, H. Aarts, van Knippenberg (1998), emerge che la forza dell'abitudine condiziona le decisioni degli individui e attenua la quantità di informazioni acquisite e utilizzate prima di prendere una decisione, portando a una maggiore attenzione verso le opzioni scelte abitualmente. Lo studio di C. G. Chorus e B. G. C. Dellaert (2010) sull'impatto dell'inerzia nei comportamenti di viaggio, mette, invece, in luce come in presenza di informazioni pre-viaggio, nella misura in cui queste sono considerate inaffidabili, l'inerzia cresce e quindi il viaggiatore non prende in considerazione alternative diverse dall'abituale. Quindi, la fornitura di informazioni pre-viaggio, può leggermente ridurre la crescita dell'inerzia nella misura in cui tali informazioni sono considerate affidabili dal viaggiatore. L'abitudine e l'inerzia svolgono un ruolo importante in fase di scelta perché agiscono aumentando i costi di transazione legati al passaggio da un'alternativa ad un'altra e riducono la ricerca e l'elaborazione di informazioni sulle alternative. L'indisponibilità di alternative e la scarsa conoscenza di queste (causata specialmente dalla mancanza di informazioni) è in molti casi un ostacolo per l'eliminazione di "cattive" abitudini, tra cui l'uso eccessivo dell'auto privata. Ogni tentativo di influenzare le scelte di viaggio mediante interventi sul sistema

può non riuscire se le scelte sono abituali. Tuttavia ci sono stati degli esperimenti, condotti su sistemi reali, in cui si è riusciti a spezzare le cattive abitudini, o meglio a promuovere delle abitudini di viaggio più sostenibili e a rafforzare la volontà dei guidatori di avvalersi di tecnologie e modalità di trasporto “nuove”. Un esempio è l’esperimento condotto in Olanda nell’ambito del programma *Spitsmijden* (2006), che ruota attorno al fatto che le ricompense soddisfacenti contribuiscono ad innalzare i tassi di motivazione degli individui ogni qualvolta evitano la congestione della mattina sul tratto olandese della A12 da Zoetermeer verso La Hague. L’effetto della ricompensa ha prodotto buoni risultati dato che il numero dei partecipanti che guidavano nell’ora di punta si è ridotto di circa la metà, facendo emergere un sostanziale cambiamento del comportamento dei pendolari che spostavano gli orari di partenza prima o dopo l’ora di punta, usufruivano maggiormente dei trasporti pubblici o di altri modi o, se era possibile, lavoravano da casa. Tuttavia, rimane ancora una questione aperta relativamente all’effetto delle ricompense nel lungo periodo. È evidente che c’è ancora molto da fare per quanto riguarda i possibili interventi sulle abitudini di viaggio, in particolare per preparare le persone ad adottare un nuovo approccio nei confronti della mobilità. L’utilizzo dell’informazione, del marketing e della educazione sociale come parti integrate di un piano dei trasporti, può aumentare la consapevolezza delle persone, influenzarne l’atteggiamento e indurle a cambiare in maniera duratura le proprie abitudini di viaggio.



## Bibliografia

---

**AARTS, H., VERPLANKEN, B., & KNIPPENBERG, A. V.**, (1998). Predicting behavior from actions in the past: repeated decision making or a matter of habit?. *Journal of Applied Social Psychology*, **28** (15), 1355-1374.

**AARTS, H., & DIJKSTERHUIS, A.**, (2000). The automatic activation of goal-directed behaviour: the case of travel habit. *Journal of Environmental Psychology*, **20**, 75-82.

**BEN-ELIA, E., & SHIFTAN, Y.**, (2010). Which road do I take? A learning-based model of route choice with real-time information. *Transportation Research Part A Policy and Practice*, **44** (4), 249-264.

**BEN-ELIA, E., & ETTEMA, D.**, (2011). Changing commuters' behavior using rewards: a study of rush-hour avoidance. *Transportation Research Part F*, **14**, 354-368.

**BERNOULLI, D.**, (1954). Exposition of a new theory on the measurement of risk. *Econometrica*, **22** (1), 23-36.

**CANTILLO, V., & ORTÚZAR, J. DE D.**, (2006). Implications of thresholds in discrete choice modelling. *Transport Reviews*, **26** (6), 667-691.

**CENANI, S. T., ARENTZE, A., & TIMMERMANS, H. J. P.**, (2012). A cognitive learning model for dynamic activity-travel patterns. *EWGT2012 – Compendium of Papers*, 1-9.

**CHANG, H.-L., & CHEN, P.-C.**, (2005). The impact of traffic information on drivers' route choice-using competence sets analysis. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, **6**, 2425-2440.

**CHEN, R. B.-G.**, (2007). Learning and risk perception mechanisms in route choice and activity scheduling dynamics. *PhD thesis, University of Maryland, College Park*.

**CHORUS, C. G., & DELLAERT, BE. G.C.**, (2010). Inertia in travel choice: the role of risk aversion and learning. *Journal of Transport Economics and Policy (JTPEP)*, **46**, 139-155.

**DE GIORGIO, L.** I processi cognitivi. L'apprendimento.

**DE HOUWER, J.**, (2009). The propositional approach to associative learning as an alternative for association formation models. *Learning & Behavior*, **37** (1), 1-20.

**GOODWIN, P. B.**, (1977). Habit and hysteresis in mode choice, *Urban Studies*, **14**, 95-98.

**GAL, D.**, (2006). A psychological law of inertia and the illusion of loss aversion. *Judgment and Decision Making*, **1** (1), 23-32.

**GARLING, T., & AXHAUSEN, K. W.,** (2003). Introduction: habitual travel choice. *Transportation*, **30**, 1-11.

**HOROWITZ, J. L.,** (1984). The stability of stochastic equilibrium in a two-link transportation network. *Transportation Research B*, **18**, 13-28.

**JHA, M., MADANAT S., & PEETA, S.,** (1998). Perception updating and day-to-day travel choice dynamics in traffic networks with information provision. *Transportation Research C* **6**, 189-212.

**KAHNEMAN, D., & TVERSKY, A.,** (1979). Prospect theory: an analysis of decision under risk. *Econometrica*, **47** (2), 263-292.

**MURPHY, P. K., & MASON, L.,** (2006). Changing knowledge and beliefs. In P. A. Alexander, P. H. Winne (Eds) *Handbook of Educational Psychology*, 305- 324.

**OUELLETTE, J. A., & WOOD, W.,** (1998). Habit and intention in everyday life: the multiple processes by which past behavior predicts future behavior. *Psychological Bulletin*, **124** (1), 54-74.

**PARVANEH, Z., ARENTZE, T., & TIMMERMANS, H.,** (2012). Understanding travelers' behavior in provision of travel information: a bayesian belief approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1-10.

**RENN, O.,** (1998). Three decades of risk research: accomplishments and new challenges. *Journal of Risk Research*, **1** (1), 49-71.

**RICHARDSON, V.,** (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J.Sikula (Eds), *Handbook of research on teacher education*, 102-119.

**SCHACTER, D. L.,** (1987). Implicit memory: history and current status. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **13** (3), 501-518.

**SIMON, H. A.,** (2000). Bounded rationality in social science: today and tomorrow. *Mind & Society*, **1** (1), 25-39.

**SITKIN, S. B., & PABLO, A. L.,** (1992). Reconceptualising the determinants of risk behavior. *Academy of Management Review*, **17**, 9-38.

**SLOVIC, P., FISCHHOFF, B. & LICHTENSTEIN, S.,** (1977). Behavioral decision theory. *Ann. Rev. Psychol.*, **28**, 1-39.

**TAVARES, A. R., & BAZZAN, A. L. C.,** (2012). Reinforcement learning for route choice in an abstract traffic scenario. VI Workshop-Escola de Sistemas de Agentes, seus Ambientes e aplicações (WESAAC), 141-153.

**TENENBAUM, J. B.,** (1999). A bayesian framework for concept learning. *PhD thesis, Department of Brain and Cognitive Sciences, MIT.*

**VERPLANKEN, B., & ORBELL, S.,** (2003). Reflections on past behavior: a self-report index of habit strength. *Journal of Applied Social Psychology*, **33**, 1313-1330.

**WICKELGREN, W. A.,** (1981). Human learning and memory. *Ann. Rev. Psychol.*, **32**, 21-52.