

ALMA MATER STUDIORUM – UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DOTTORATO DI RICERCA IN  
PHILOSOPHY, SCIENCE, COGNITION, AND SEMIOTICS (PSCS)

XXXI ciclo

Settore Concorsuale: 11/E1

Settore Scientifico Disciplinare: M/PSI 01

**STRATEGIE COGNITIVE E DECISION MAKING  
NELLA REALIZZAZIONE DI SOFTWARE COMPLESSI**

Presentata da Giacomo Scillia

Coordinatore Dottorato: Chiar.mo Prof. Marco Beretta

Supervisore: Chiar. mo Prof. Roberto Nicoletti

Esame finale anno 2019

## Sommario

<b>Abstract</b> .....	<b>2</b>
<b>Introduzione</b> .....	<b>4</b>
<b>CAPITOLO I</b> .....	<b>8</b>
DECISION MAKING E RAZIONALITÀ LIMITATA.....	8
1.1 Inquadramento teorico.....	8
1.2 Modelli normativi .....	10
1.3 Modelli descrittivi .....	13
1.4 Approccio decisionale naturalistico .....	17
1.5 Nuovi orientamenti .....	20
<b>CAPITOLO II</b> .....	<b>24</b>
GIUDIZI E PREGIUDIZI .....	24
2.1 Giudizi e scelta .....	24
2.2 Bias cognitivi .....	24
2.3 Tassonomia dei <i>bias cognitivi</i> .....	27
2.4 Euristiche .....	30
2.5 Rappresentatività .....	30
2.6 Disponibilità .....	31
2.7 Ancoraggio .....	33
2.8 Illusione di controllo e tendenza alla conferma .....	34
2.9 Effetto framing .....	35
2.10 Effetto dotazione e default.....	36
2.11 Effetto gruppo e debiasing .....	37
<b>CAPITOLO III</b> .....	<b>39</b>
EMOZIONI E DECISIONI .....	39
3.1 Basi neurobiologiche e architettura neurale nella presa di decisione .....	39
3.2 Rimpianto e disappunto .....	42
3.3 Sistema specchio e interazione decisionale.....	45
3.5 Dimensioni affettive e umorali nella presa di decisione .....	51
3.6 Dimensioni cognitive e valutative delle emozioni nella presa di decisione .....	53
<b>CAPITOLO IV</b> .....	<b>57</b>
MODELLI DI PROGETTAZIONE DEL SOFTWARE .....	57
4.1 Code and Fix .....	57
4.2 Modello a cascata .....	58
4.3 Processo RUP (Rational Unified Process).....	61
4.4 Metodologia Agile.....	62
4.5 eXtreme Programming (XP) .....	65
4.6 Scrum.....	67
4.7 Lean Software Development .....	68
<b>CAPITOLO V</b> .....	<b>71</b>
STUDI SPERIMENTALI .....	71
5.1 Scelta del campione e definizione del perimetro di analisi .....	71
5.2 Obiettivi e ipotesi.....	75
5.3 Partecipanti .....	82
5.4 Disegno Sperimentale.....	85
5.5 Compito decisionale .....	87
5.6 Analisi dei dati .....	90
5.7 Risultati Esperimento 1.....	92
5.8 Discussione risultati Esperimento 1.....	106
5.9 Risultati Esperimento 2.....	108
5.10 Discussione risultati Esperimento 2.....	118
<b>CAPITOLO VI</b> .....	<b>122</b>
CONCLUSIONI .....	122
<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI</b> .....	<b>128</b>
<b>APPENDICE 1</b> .....	<b>146</b>
QUESTIONARIO DI RICERCA .....	146

## **Abstract**

*“Un uomo è subito un altro uomo quando prende una decisione”*

José Saramago, *L'anno della morte di Ricardo Reis*.

Nella vita quotidiana le persone si trovano a decidere in condizioni di incertezza, senza avere a disposizione informazioni complete sulle quali basare le proprie scelte, come quando, ad esempio, devono scegliere se accettare o rifiutare un nuovo lavoro. Durante questa tipologia di compito decisionale, svolgono un ruolo importante diverse aree della corteccia prefrontale (Bechara, Damasio et al., 1994; 1999; 2000). Lo studio cognitivo delle decisioni si è fatto strada nella scienza economica, e le sue implicazioni si sono rivelate non meno significative nell'ambito della decisione medica. La mia ipotesi è che le stesse implicazioni, opportunamente osservate e analizzate, possano essere rilevanti nell'ambito della progettazione del software. È tipico infatti degli agenti economici (consumatori, imprenditori, investitori) dover selezionare l'operazione da preferire fra corsi di azione alternativi, ponderando i loro relativi costi e benefici in condizioni di incertezza e di rischio. Ebbene, numerosi problemi di usabilità e di progettazione inducono progettisti e utenti a servirsi di scorciatoie cognitive che producono errori sistematici.

Tversky e Kahneman (1974; 1981) hanno quindi suggerito che in molte circostanze tanto gli esperti quanto le persone comuni semplificano problemi relativamente complessi adottando strategie cognitive, dette euristiche, che spesso conducono a risultati erronei, cioè significativamente differenti da quelli indicati dai corretti principi formali pertinenti. Si tratta di errori che conseguono da ragionamenti che mettiamo in atto comunemente, in modo istintivo e automatico, e ciò spiega perché essi siano prevedibili. Di norma ci lasciamo guidare da impressioni e sensazioni, e la fiducia che abbiamo nelle nostre convinzioni e preferenze intuitive è solitamente giustificata. Ma non sempre. Spesso siamo sicuri delle nostre idee anche quando ci sbagliamo. Gli errori sistematici (bias) sono preconetti che ricorrono in maniera prevedibile in particolari circostanze.

L'ipotesi alla base della presente tesi è che i risultati della ricerca cognitiva siano imprescindibili per migliorare la presa di decisione di qualsiasi progetto: ragionare

con più impegno, infatti, non può far scomparire un errore cognitivo più di quanto guardare con attenzione possa far scomparire un'illusione ottica. Per mettere a punto procedure che ci permettano di evitare le conseguenze di errori di questo tipo è necessario prendere atto della loro presenza e imparare a riconoscere le condizioni nelle quali si manifestano: una diagnosi precisa consente di limitare i danni che gli errori di giudizio e di scelta spesso provocano. La ricerca è stata condotta seguendo due direttrici: (1) approfondire l'argomento della razionalità limitata e delle strategie cognitive adottate in contesti tecnici, tema rilevante e con importanti ricadute per tutte le aziende che si trovano a progettare e mantenere sistemi informativi complessi; (2) analizzare le euristiche e i *biases* elicitati dai progettisti di sistemi complessi, al fine di superare i limiti metodologici dei diversi approcci di progettazione e sviluppo del software.

Il lavoro di analisi è stato articolato in due esperimenti: il primo esperimento aveva l'obiettivo di offrire un'indagine sistematica circa le strategie cognitive messe in atto da progettisti e sviluppatori quando devono dare una stima dei tempi e impegnarsi sulla realizzazione di alcune funzioni applicative; il secondo esperimento aveva l'obiettivo di indagare le euristiche e le altre tendenze sistematiche presenti quando bisogna decidere se rifare una soluzione software in condizione di incertezza, nonché sui possibili effetti congiunti fra *overconfidence* (Svenson, 1981) e *prospect theory* (Kahneman, Tversky, 1979). Il presente lavoro offre un avanzamento significativo circa la comprensione scientifica sulla presa decisionale in compiti ambigui da parte di tecnici specializzati, per realizzare sistemi informativi complessi e valutarne gli effetti congiunti in termini di usabilità e fruizione da parte degli utenti. Inoltre, è importante evidenziare che la metodologia proposta in questo lavoro potrà essere usata in futuro per verificare quale framework di sviluppo software applicare in condizioni di ambiguità e di rischio, costituendo un metodo innovativo nell'indagine di questa tematica. Infine, i risultati raccolti offrono indicazioni preliminari per ideare programmi d'intervento per ridurre le conseguenze negative sulla presa di decisione, con un impatto potenzialmente rilevante sia a livello di prestazione professionale che dal punto di vista economico.

## Introduzione

*“L'uomo crede di volere la libertà. In realtà ne ha una grande paura. Perché? Perché la libertà lo obbliga a prendere delle decisioni, e le decisioni comportano rischi”*

*Erich Fromm, Il coraggio di essere*

Nel contesto attuale le persone prendono decisioni basandosi su software che forniscono informazioni o su agenti computazionali che elaborano dati e restituiscono informazioni sul mondo e su noi stessi. Tuttavia, la maggior parte di questi software sono realizzati – a loro volta – da persone che prendono decisioni in situazioni di incertezza. La qualità delle decisioni – in materia di tecnologia, usabilità, scalabilità – è un fattore determinante per la qualità dell'applicazione software. Per queste ragioni riteniamo interessante comprendere in che misura la progettazione del software può essere condizionata da questi fattori decisionali.

A partire dagli anni Settanta, in alcuni importanti esperimenti sugli aspetti procedurali del giudizio e della decisione, Tversky e Kahneman hanno documentato diversi casi in cui gli individui violano sistematicamente i principi fondamentali della razionalità (Tversky, Kahneman, 1974; Kahneman, Tversky, 1979, 1982). Queste violazioni non possono essere spiegate come una mancanza di attenzione o di impegno: per il loro carattere sistematico, esse somigliano piuttosto ad altri tipi di errori ben noti, come le illusioni percettive.

Questa è l'essenza delle euristiche intuitive: quando dobbiamo affrontare problemi difficili, spesso rispondiamo a un problema più facile, di solito senza notare che è stata operata una sostituzione. Non ne sono immuni i professionisti: spesso le loro intuizioni non nascono tutte da mera competenza.

Nel mio lavoro mostrerò come i progettisti esperti quanto i neofiti semplificano problemi relativamente complessi adottando strategie cognitive (euristiche) che spesso conducono a risultati erranei. Queste strategie portano i progettisti di software a dover selezionare l'opzione da preferire – fra scelte tecnologiche, vincoli normativi, applicazioni informatiche già realizzate – ponderando i relativi costi e benefici in condizioni di incertezza e rischio. Queste scelte inducono progettisti e

sviluppatori a servirsi di scorciatoie cognitive che producono errori sistematici.

All'interno di questa cornice, questo lavoro intende fornire, grazie alla realizzazione di studi empirici e a una dettagliata rassegna teorica, un esame sistematico delle strategie cognitive sulla presa di decisione in condizioni di ambiguità, adottate da progettisti specializzati nella realizzazione di software complessi.

L'obiettivo principale è cercare di rispondere ad alcune delle domande di ricerca ancora aperte sul tema delle competenze tecniche specialistiche e sulla presa di decisione in condizione di ambiguità, cercando di mettere a punto una metodologia di studio ad hoc che possa superare i limiti delle ricerche precedenti su questo argomento.

La progettazione del software può essere rappresentata come un processo di valutazione di ipotesi incerte (le possibili funzionalità applicative) alla luce dell'acquisizione di informazioni imperfette (le analisi dei processi da automatizzare). Idealmente, questo processo comporta innanzitutto una lista di ipotesi realizzative compatibili con i primi risultati di analisi ottenuti. Già a questo stadio, le diverse ipotesi implementative potranno essere considerate più o meno efficaci ed efficienti in funzione della loro maggiore o minore diffusione nel cluster di soggetti cui l'utente finale appartiene per età, ruolo e competenze precedenti. A questo punto, il compito dell'analista di processo consisterà nel raccogliere informazioni aggiuntive per migliorare la soluzione applicativa che sarà realizzata. I risultati iniziali raccolti e la rilevanza dei confronti successivi permetteranno di aggiornare la probabilità delle diverse ipotesi implementative, fino al punto in cui una di esse avrà raggiunto un livello di affidabilità sufficiente per determinare l'inizio dello sviluppo software.

L'ipotesi di questo lavoro parte dall'idea di esplorare due fenomeni tra loro intimamente connessi: la presa di decisione e i modelli mentali nella progettazione di sistemi informatici complessi. La presa di decisione e i modelli mentali rappresentano un processo complesso, che coinvolge diverse strutture cognitive, in cui l'individuo deve valutare e interpretare gli eventi, al fine di scegliere tra corsi di azione tra loro alternativi. Prendere una decisione comporta considerare una

quantità notevole di informazioni per generare alternative di scelta e individuare percorsi di azione.

Il progetto di ricerca si divide in due parti: una parte teorica (Capitoli da 1 a 4), nella quale sarà fornito l'inquadramento teorico usato per la costruzione del paradigma di ricerca; una parte empirica (Capitoli 5 e 6) in cui saranno presentati gli studi sperimentali realizzati e discussi i principali risultati ottenuti.

Il Capitolo 1 passerà in rassegna i principali aspetti teorici presenti in letteratura sulla presa di decisione. Saranno presentati i modelli normativi e descrittivi, fino ad arrivare all'approccio naturalistico e ai nuovi orientamenti in materia di *decision making*.

Il Capitolo 2 sarà dedicato all'approfondimento dell'influenza delle euristiche sulla capacità decisionale. Saranno presentati i legami a livello cerebrale fra le euristiche e la presa di decisione e le ricadute di queste sul funzionamento cognitivo coinvolto nel processo decisionale.

Nel Capitolo 3 affronterò l'influenza delle emozioni sul processo decisionale, in primo luogo focalizzandomi sull'impatto delle emozioni incidentali e integrate sulla presa di decisione. Dopo una rassegna dei principali quadri teorici, saranno presentati i risultati degli studi di neurobiologia sulla presa di decisione, per avere un riferimento concettuale sulle diverse tematiche oggetto della tesi.

Nel Capitolo 4 verrà presentate e approfondite le diverse metodologie di sviluppo software, e saranno mostrati i limiti delle stesse.

Oggetto del Capitolo 5 sarà lo studio sperimentale condotto nella ricerca, che conterà di due esperimenti: il primo focalizzato sull'impatto delle euristiche nella stima e progettazione di un sistema informativo complesso; il secondo dedicato alla verifica empirica degli effetti che i bias e le euristiche hanno sui processi decisionali messi in atto quando si presenta la necessità di rifare una soluzione informativa complessa.

Il Capitolo 6 offrirà, infine, una discussione generale dei risultati e alcune indicazioni per future ricerche nell'ambito dello studio dell'impatto delle strategie cognitive adottate sulla presa di decisione in contesti tecnici specialistici.

In breve, gli elementi d'innovatività di questo lavoro sono diversi e comprendono:

- Approfondimento delle strategie cognitive su cui si basa la presa di decisione da parte di tecnici specializzati, tema rilevante e con importanti ricadute in un contesto tecnologico avanzato e che incide sulla collettività in maniera determinante e ancora poco esplorato a livello scientifico;

- Messa a punto di una metodologia utile a verificare quale *framework* di sviluppo software utilizzare e come ridefinire l'architettura dei team di sviluppo.

In termini d'impatto e benefici attesi, questo lavoro, innanzitutto, intende offrire un significativo avanzamento nello stato dell'arte circa le conoscenze scientifiche nell'ambito di ricerca sulla performance decisionale in condizione di incertezza in realtà strutturate e soggette a procedure di intervento. Inoltre, i risultati raccolti potrebbero offrire indicazioni preliminari per ideare programmi d'intervento finalizzati a ridurre le conseguenze negative degli errori sistematici sulla presa di decisione nella progettazione di sistemi informativi complessi, indicazioni che potrebbero avere un impatto rilevante sia a livello di innovazione tecnologica che dal punto di vista economico.



## CAPITOLO I

### DECISION MAKING E RAZIONALITÀ LIMITATA

*“Pensare è molto difficile. Per questo la maggior parte della gente giudica. La riflessione richiede tempo, perciò chi riflette già per questo non ha modo di esprimere continuamente giudizi”*

Carl Gustav Jung, *La lingua materna*

#### 1.1 Inquadramento teorico

L’ergonomia cognitiva ha come scopo studiare l’interazione tra le capacità cognitive di un utente e gli strumenti per l’elaborazione dell’informazione che si trova a usare, con l’obiettivo di esaminare i processi cognitivi coinvolti (percezione, attenzione, memoria, pensiero, linguaggio, emozioni) e suggerire soluzioni per migliorare tali strumenti. In pratica, l’ergonomia cognitiva studia il funzionamento dei diversi processi cognitivi messi in atto in contesti applicativi dove l’attività cognitiva supporta le azioni finalizzate al raggiungimento di uno scopo. Siamo nel campo dell’ergonomia cognitiva tutte le volte che andiamo a verificare se la progettazione ha tenuto conto del modo in cui percepiamo, pensiamo e prendiamo le decisioni (Di Nocera, 2011).

L’ergonomia cognitiva analizza l’interazione tra sistemi e utenti, spesso in contesti lavorativi che comportano un fattore di rischio non trascurabile. Essa utilizza modelli teorici e metodi empirici che combinano l’analisi dei sistemi e lo studio dei processi cognitivi degli utenti per osservare processi cognitivi coinvolti nell’interazione tra sistemi ed esperti e rendere i sistemi più adatti alle capacità agli scopi degli utenti (Ferlazzo, 2005).

Per presa di decisione si intende il processo attraverso il quale l’uomo assume determinazioni. Per poter scegliere fra molteplici alternative, gli individui attivano diverse strutture cognitive, nell’insieme tese a valutare e interpretare gli eventi.

Quando ci si trova davanti a un problema, come decidere se investire in azioni, scegliere una mossa a scacchi, o ancora sviluppare un software con determinate caratteristiche anziché altre, i meccanismi del pensiero fanno del loro meglio. Ma il comportamento decisionale (*decision making*) non sempre deriva da processi

razionali finalizzati al raggiungimento di uno scopo utile per l'individuo.

Il processo decisionale non è un processo unitario. Al contrario, esso si compone, tanto dal punto di vista funzionale quanto da quello temporale, di processi parzialmente distinti, fra i quali riconosciamo: 1) la stima e la formazione di preferenza fra diverse alternative; 2) la selezione e 3) l'esecuzione di un'azione; 4) la previsione delle conseguenze della decisione assunta, che dipenderà dalla discrepanza fra le conseguenze attese rispetto a quelle vissute (Simon, 1960; Brim, 1962).

I primi studi sulla teoria delle decisioni risalgono agli anni '50, e avevano l'obiettivo di descrivere come una persona avrebbe dovuto prendere le decisioni se si fosse comportata in maniera "razionale" (Edwards, 1954). Questo approccio, definito normativo, prevede l'ottimizzazione delle risorse disponibili e ipotizza la completa razionalità del processo decisionale, tentando di individuare i principi cui l'individuo dovrebbe attenersi (von Neumann, Morgenstern, 1947).

All'approccio normativo si contrappone quello descrittivo, approfondito a partire dagli anni '70 da Tversky, Slovic, Lichtenstein e Kahneman (Kahneman, Tversky, 1979; Lichtenstein, Slovic, 1971; Tversky, 1969). In questo caso, oggetto dell'attenzione degli autori – in particolare Kahneman e Tversky – sono proprio le violazioni alle teorie normative: obiettivo di tale ricerca è elaborare un modello psicologico cui attribuire tali violazioni, in grado di descrivere e prevedere il processo decisionale sotteso alle scelte delle persone e a individuare i fattori che lo condizionano. A sostenere la necessità di rivedere i modelli normativi classici della decisione fu certamente Herbert Simon, il quale formulò il noto concetto di razionalità limitata. Per Simon (1956), gli individui godono di una limitata capacità di elaborare le informazioni, legata ai vincoli strutturali del sistema cognitivo umano. Ne deriva che l'esito del processo decisionale corrisponde solitamente con la scelta di un'azione non ottimale, ma soddisfacente. È da tale ipotesi, di fondamentale importanza all'interno dell'approccio descrittivo, che prende le mosse lo studio sistematico delle principali "scorciatoie di pensiero" o euristiche che guidano, e spesso determinano, le decisioni degli individui (Kahneman, Tversky, 1973; Nisbett,

Ross, 1980). Quotidianamente, dunque, gli individui decidono in modo automatico, senza avere piena consapevolezza del caso concreto e delle possibilità di scelta a loro disposizione, e violano le norme che dovrebbero guidarli verso la decisione più vantaggiosa. Questa osservazione, che critica la teoria economica classica, è nata grazie agli studi in ambito cognitivo che mirano a descrivere il processo decisionale tenendo conto dei limiti della razionalità umana e dei fattori che spesso lo condizionano (Tversky, Kahneman 1974; Harsanyi, 1977; Tversky, Kahneman, 1981; Segal, 1988; Loomes et al., 1991). L'elaborazione di modelli teorici ha dato vita a studi su specifiche dimensioni critiche, che a loro volta incidono sul processo decisionale. Il processo decisionale solitamente avviene in condizioni d'incertezza, e il decisore non conosce tutti i diversi possibili scenari derivanti dalle diverse alternative a disposizione. Ciascuna decisione possiede un valore specifico, legato alla possibilità di ricompensa o punizione associata al risultato della decisione presa; le azioni compiute in passato e i risultati cui esse hanno condotto influenzano la valutazione delle diverse scelte possibili, e spesso accade che le decisioni non siano assunte dal singolo individuo, bensì da una pluralità di individui o da gruppi di persone. Pertanto, la presa di decisione è un processo legato ad un contesto specifico ed è difficile individuarne regole e leggi generali.

## 1.2 Modelli normativi

**decidere** v. tr. [lat. *decīdĕre*, comp. di *de-* e *caedĕre* «tagliare», propr. «tagliar via»] (pass. rem. decisi, decidesti, ecc.; part. pass. deciso).

Il processo decisionale è da sempre oggetto di studio di una pluralità di discipline dalla filosofia alla matematica, dalla statistica alla psicologia, dall'economia alla politologia.

I primi studi sulla presa di decisione risalgono al diciassettesimo secolo, quando Blaise Pascal (1623-1662) e Pierre de Fermat (1601-1665) discutevano dei meccanismi legati al gioco d'azzardo: *Se si lanciano più volte due dadi, quanti lanci sono necessari affinché si possa scommettere con vantaggio che esca il doppio sei?* In particolare, fu proprio Blaise Pascal, a riconoscere che, operando il calcolo della

probabilità dei diversi risultati in un gioco d'azzardo, uno scommettitore, purché debitamente informato, era capace di scegliere l'opzione con la migliore combinazione di valore (V) e probabilità (P), ossia sulla base del "valore atteso" (Pascal, 1670).

Fu proprio sulla base di queste prime osservazioni che, nel corso degli anni, si svilupparono i cosiddetti modelli normativi, chiamati ad investigare le modalità per compiere scelte ottimali. Il modello normativo si basa sulla valutazione di ogni possibile alternativa in base all'utilità soggettiva (valore) che permette di ottenere, nonché alla stima della probabilità di poter perseguire tale risultato. Tale modello presuppone pertanto che chi decide agisca in modo perfettamente razionale: dopo aver preso in considerazione tutte le scelte conosciute e possibili, e tenuto conto di tutte le informazioni necessarie per valutare le conseguenze di ogni opzione, ciascun individuo è in grado di ordinare le varie alternative e scegliere fra di esse la migliore. I modelli normativi forniscono quindi una serie di strategie ottimizzanti, ovvero modalità che consentono di formulare la scelta "migliore" in termini di massimizzazione del guadagno e minimizzazione dei rischi. Tuttavia, non è sempre possibile applicare il valore atteso a ogni situazione, poiché non sempre si può convertire il risultato di un'azione in un corrispettivo valore monetario. Basti pensare a uno sviluppatore software che deve scegliere il linguaggio di programmazione più performante per realizzare una funzione applicativa che automatizza un processo, per esempio il processo di immatricolazione di uno studente ad un corso di studi universitario. Egli non può fare un semplice calcolo di ottimizzazione dell'utilità attesa, ma deve tener conto anche di altri fattori ancor più complessi (come vincoli tecnologici, competenze maturate, livello di conoscenza del dominio).

Fu Jakob Bernoulli – matematico e fisico svizzero – a sottolineare per primo conto i limiti del paradigma del valore atteso. Egli sostenne l'importanza della componente soggettiva del decisore, ipotizzando che le scelte dipendessero non tanto dall'individuazione del risultato oggettivamente migliore, quanto dall'interesse che gli esiti rappresentano per il decisore, ovvero il valore individuale

e non semplicemente monetario dei risultati. Tali osservazioni hanno dato vita ad un modello di scelta fondato sulla cosiddetta “utilità attesa”, secondo la quale gli individui optano per l’alternativa che offre loro i guadagni più elevati o le perdite più basse, tenuto conto della ricchezza del decisore. Il valore attribuito agli esiti di una scelta, dunque, è influenzato dalla condizione iniziale di risorse economiche del decisore stesso. Ne è la prova il fatto che il prezzo di una Lamborghini possa essere diversamente valutato a seconda del reddito dell’acquirente.

Le intuizioni di Bernoulli vennero trasformate da Von Neumann e Morgenstern in procedure formali e a esprimere la teoria della scelta in condizioni di rischio in forma assiomatica (Von Neumann, Morgenstern, 1943). Von Neumann e Morgenstern hanno dimostrato che le decisioni del singolo possono essere descritte come equivalenti alla massimizzazione dell’utilità attesa solo nel caso in cui le sue preferenze corrispondano ad assiomi del pensiero razionale, quali ad esempio quello della coerenza o quello della consistenza. I modelli dell’utilità attesa così concepiti, pur offrendo una semplice e forte impalcatura teorica alla decisione, presentano però un deficit importante, fallendo spesso nel descrivere il processo decisionale per come si determina nel mondo reale. Nella realtà decisionale, infatti, l’uomo non sempre dispone d’informazioni complete, né tantomeno possiede un sistema di preferenze stabili. Inoltre, il decisore è limitato circa la capacità di elaborare e ricercare tutte le opportunità di scelta (Simon, 1955).

Secondo i modelli normativi, basati dunque sulla nozione di valore atteso e sulla valutazione delle conseguenze di una determinata scelta, il valore atteso sintetizza quello che il decisore può aspettarsi da ogni opzione di scelta. In questo senso, la razionalità del decisore viene valutata dalla massimizzazione di un valore inteso come vantaggio della scelta fatta. Il principio del valore atteso si rivela però troppe volte inadeguato dal punto di vista predittivo, non essendo possibile ricorrervi in ogni situazione. Di fatto, non sempre è possibile tramutare un risultato in valore monetario. A ciò si aggiunga che lo stesso valore monetario può avere un differente valore a seconda delle persone che si prendono in esame. Non possiamo quindi affidarci ad una semplice equivalenza tra il valore monetario dei beni e il

valore che questi ultimi hanno per le persone che li possiedono. Pertanto, più che dal loro valore monetario, le decisioni sono determinate dall'interesse o utilità che gli esiti hanno per il decisore.

I modelli normativi, dunque, non considerano i limiti del decisore umano, dando per scontato che l'individuo abbia sempre ben chiare e definite le proprie credenze e preferenze rispetto ad una situazione decisionale, riuscendo a svilupparle in maniera sistematica per massimizzarne l'utilità attesa attraverso strategie ottimizzanti. In conclusione, si può quindi affermare che le teorie normative siano inadeguate non solo nell'illustrare, ma anche nel predire il comportamento reale del decisore. I modelli normativi tendono infatti a considerare l'individuo decisore come entità a sé stante, trascurando i fattori contestuali e il funzionamento del suo sistema cognitivo (Simon, 1981).

### **1.3 Modelli descrittivi**

Le critiche ai principi proposti dalle teorie normative e la debolezza predittiva della teoria dell'utilità portarono allo studio di meccanismi psicologici che spiegassero come effettivamente le persone decidono, in modo da poterne predire i comportamenti.

È dagli inizi degli anni '70 che la psicologia della decisione si è orientata sempre più verso lo studio dei processi in base ai quali gli individui assumono decisioni, al fine di individuare i meccanismi che generano dati comportamentali, permettendone la previsione (Barclay et al., 1971; Coombs, 1975). Frutto dei primi passi dell'orientamento descrittivo è il lavoro condotto da Lichtenstein e Slovic (1971) che esamina il cosiddetto fenomeno del rovesciamento delle preferenze. Quando i soggetti debbono scegliere fra due scommesse, questi tendono a preferire quella con la più alta probabilità di vittoria, che però consente loro di ottenere solo una piccola vincita. Al contrario, quando viene chiesto loro di indicare quanto pagherebbero per queste stesse scommesse, tenderanno a stabilire un prezzo più alto per la scommessa con la più bassa probabilità di vittoria, che garantisce però una vincita più elevata (Lichtenstein, Slovic, 1973; Tversky et al., 1990). Di fatto, dagli

esperimenti è emerso che una stessa opzione viene giudicata diversamente in funzione del compito proposto. Davanti a una scelta i soggetti sembrano concentrare l'attenzione sulle informazioni relative alla probabilità della vincita, mentre nei compiti di valutazione l'elemento focale sembra essere l'ammontare della vincita. Possiamo quindi sostenere che le persone considerino gli esiti come non equiprobabili, incappando quindi in una sistematica violazione dell'assioma dell'invarianza.

Tale fenomeno è stato dettagliatamente analizzato da Tversky, Sattah e Slovic (1988) i quali hanno proposto l'ipotesi della ponderazione contingente. Secondo questa ipotesi, i soggetti considererebbero la probabilità e l'entità di denaro come due attributi in base ai quali è descritta ogni scommessa e li valuterebbero in maniera differenziata a seconda del modo in cui le preferenze vengono richieste dal compito. Per i soggetti che hanno partecipato all'esperimento, la probabilità di vincere rappresenta l'elemento più importante. Quando le persone sono invece chiamate a definire il prezzo di vendita di ciascuna scommessa, il compito induce a prestare attenzione alla quantità di denaro che si può vincere. Per questo motivo, i soggetti tendono a tenere maggiormente in considerazione la somma di denaro oggetto della posta.

La teoria del prospetto (Kahneman, Tversky, 1982) rappresenta un'alternativa "descrittiva" alla teoria dell'utilità attesa. Essa si sull'ipotesi che gli individui interpretino e valutino le prospettive o le opzioni proposte rispetto al punto di riferimento preso in esame. A differenza della teoria classica, che aveva il fine di stabilire le condizioni ideali ("normative") secondo cui una decisione può essere definita "razionale", la teoria del prospetto si propone invece di fornire una descrizione di come gli individui di fatto si comportino di fronte a una decisione. La teoria del prospetto si focalizza in particolare sulle decisioni in condizione di rischio, nell'ambito delle quali il decisore stima la probabilità associata ai possibili esiti di ogni alternativa a disposizione. Per procedere in tale senso, i soggetti hanno necessità di individuare un punto di riferimento cognitivo, una sorta di termine di paragone per valutare le opzioni a loro disposizione. In base alla teoria del

prospetto, la presa decisionale si articola in due fasi successive: per prima cosa, il decisore procede ad una analisi e strutturazione del problema decisionale; successivamente, l'individuo raffronta le diverse prospettive, con l'obiettivo di stimarne il valore e di individuare quella con il valore più alto.

La teoria del prospetto presenta diversi aspetti innovativi rispetto alla teoria dell'utilità attesa. In primo luogo, il concetto di valore sostituisce la nozione di utilità. Il valore differisce dall'utilità poiché mentre questa ultima è solitamente definita in termini di massimo guadagno possibile, esso è invece definito in termini di guadagni o di perdite ovvero di scarti, con segno positivo o negativo a seconda del punto assunto come riferimento neutro.

In secondo luogo, Kahneman e Tversky introducono una *value function*, in cui le probabilità degli eventi possibili viene ponderata attraverso il valore, che rappresenta il "peso" che ogni esito ha nella valutazione del soggetto. La teoria dell'utilità attesa presuppone che il soggetto chiamato a decidere valuti il 50% di probabilità di vincere una data somma come un'opportunità di vincere che ha esattamente la probabilità di verificarsi, ossia il 50%. In antitesi a quanto appena esposto, la teoria del prospetto analizza le preferenze come una funzione dei pesi decisionali, intesi come valutazione soggettiva delle diverse opzioni di scelta, e assume che questi pesi non coincidano sempre con delle probabilità effettive. Per la teoria del prospetto, dunque, gli individui non trattano le probabilità per come sono realmente, ma le sottopongono a distorsioni. Le persone tendono a sovrastimare le piccole probabilità e a sottostimare quelle elevate.

Da ultimo, la teoria del prospetto sancisce che le preferenze per cui opta il singolo individuo dipendano dal tipo di rappresentazione mentale del problema decisionale che il soggetto stesso si raffigura. Stiamo parlando dell'effetto *framing*. Per Tversky e Kahneman (1981), infatti, il modo in cui il problema viene formulato influisce su come l'individuo percepisce il punto di partenza (o status quo), rispetto a cui valutare i possibili esiti delle proprie azioni. Un'opzione di scelta può quindi condurre ad un guadagno o a una perdita in funzione del riferimento adottato. Se il punto di riferimento permette di considerare un certo evento come positivo



(guadagno), allora il decisore tenderà a prendere decisioni non rischiose; per contro, se il punto di riferimento è stabilito in modo tale che un certo esito venga visto in termini negativi (perdita), allora il decisore tenderà a prendere decisioni rischiose (si veda in figura 1 la funzione convessa per le perdite e concava per i guadagni).

Inoltre, in base alla teoria del prospetto, per il decisore le perdite hanno maggior valore dei guadagni (si veda in Figura 1 la maggior distanza della funzione dall'asse orizzontale nella parte delle perdite rispetto alla parte relativa ai guadagni). Questa condizione è definita avversione alle perdite e ha un ruolo fondamentale nello studio della presa di decisione.

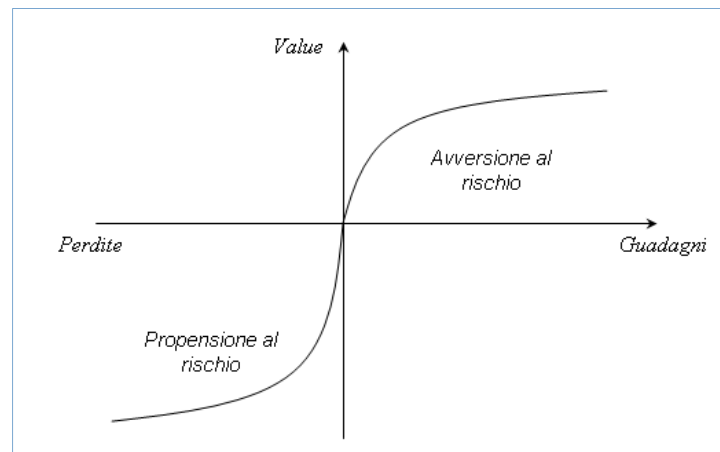


Figura 1. Rappresentazione del valore nella teoria del prospetto

La teoria del prospetto ci consente altresì di illustrare due fenomeni che rappresentano una violazione della teoria classica della decisione. Stiamo parlando del *sunk cost* e dell'*endowment*.

Il primo, comunemente definito *sunk cost*, riassume e mette in evidenza l'attitudine degli individui a fondare le proprie determinazioni su ciò che è stato deciso precedentemente, pertanto in funzione dei costi che sono già stati effettuati anziché in base alle valutazioni delle conseguenze future, come prescrivono i modelli normativi. Le importanti dimostrazioni di Arkes e Blumer (1985) hanno evidenziato come le persone decidano in maniera differente se conoscono o meno i costi già sostenuti e irrecuperabili. Se i soggetti sanno che sono già stati fatti degli investimenti per un progetto, tenderanno a decidere di portare a termine quel progetto, pur sapendo che potrà generare delle ulteriori perdite. Nel caso invece in

cui i medesimi soggetti non siano stati informati degli investimenti fatti precedentemente, essi preferiranno abbandonarlo.

L'endowment invece rappresenta la tendenza delle persone a reputare che gli oggetti da loro posseduti abbiano un valore superiore rispetto a quello che avevano al momento dell'acquisto. Sulla base di tale logica, le persone valutano le perdite più dei guadagni ed, inoltre, manifestano refrattarietà a cedere un oggetto per il semplice fatto di possederlo (Thaler, 1980).

In sintesi, l'idea alla base del modello di Kahneman e Tversky è che il decisore ha bisogno di una prospettiva con cui affrontare le dinamiche della scelta.

La teoria cognitiva, per quanto diversa da quella normativa, non ne è completamente indipendente. In assenza della teoria normativa non sarebbe possibile individuare i fenomeni osservati nell'ambito degli esperimenti cognitivi. È dunque la teoria normativa che permette di sviluppare protocolli sperimentali tesi a rilevare le violazioni sistematiche e ricorrenti dai suoi assiomi.

#### **1.4 Approccio decisionale naturalistico**

Negli ultimi decenni sono stati condotti esperimenti che descrivevano il comportamento decisionale senza ricorrere ai principi della tradizione normativa. Stiamo parlando, ad esempio, del modello naturalistico, che si scosta dalle teorie normative così come da quelle descrittive. Tale modello non considera come punto di riferimento la razionalità e la logica delle scelte, ma si focalizza, invece, sugli aspetti dinamici della presa di decisione.

Negli anni '90 Gary Klein (1993) ha proposto un modello noto come *Recognition Primed Decision*, ideato a partire dallo studio del comportamento di personale esperto in situazioni di pressione temporale, quale ad esempio il processo decisionale di comandanti dei vigili del fuoco. Klein ha ipotizzato che tali individui, grazie alla loro esperienza, considerino le situazioni in cui gli è richiesto di prendere tempestivamente decisioni come casi appartenenti a una particolare categoria, con cui hanno familiarità e cui corrispondono specifiche reazioni. Per Klein, dunque, la presa di decisione si basa non tanto sulla scelta ottimale, ma su quella più funzionale

e meno dispendiosa. Gli esperti, dunque, come possono essere i vigili del fuoco presi in esame, identificano e immaginano immediatamente una specifica condotta di azione e, se questa si rivela inadeguata, ne considerano un'altra idonea a quella determinata condizione. I risultati degli studi compiuti da Klein, in breve, indicano che i soggetti che hanno maturato una determinata esperienza tendono a fare affidamento sulle strategie adatte a una particolare condizione in modo pressoché automatico, mentre le persone meno esperte hanno la necessità di vagliare in modo più sistematico le diverse possibilità di comportamento che possono scegliere.

In base al modello di Recognition Primed Decision, dunque, le persone maturano esperienza nella forma di un repertorio di pattern d'azione specifici per determinate circostanze. Grazie a tali pattern, gli esperti sono in grado in tempi brevi di mettere in risalto i segnali principali, formulando proiezioni su quello che potrà succedere, identificando possibili obiettivi e ottenendo reazioni specifiche da adottare in una determinata situazione. In questo modo gli individui possono prendere decisioni con successo in tempi molto rapidi. Questo modello combina l'elemento dell'intuizione (il pattern corrispondente all'azione da intraprendere) ad un'analisi consapevole, cosciente e analitica, consistente nella simulazione mentale degli esiti di una determinata azione nel contesto specifico.

Si può quindi concludere che i decisori scelgano un'alternativa fra le diverse opportunità a seconda della compatibilità con diversi criteri. Tale concetto, alla base del modello naturalistico, è riassunto nella teoria dell'immagine (Beach, Mitchell, 1987). Secondo Beach e Mitchell, le decisioni delle persone sono orientate da schemi comportamentali, denominati "immagini". I soggetti deciderebbero quindi in base ai propri valori, ai propri principi etici e alle proprie credenze (immagini di sé), ma anche in base agli obiettivi che vogliono raggiungere in un determinato contesto. Gli obiettivi del decisore possono essere concreti, come ottenere un particolare impiego, oppure astratti, come migliorare il benessere individuale. Egli, valutato se l'immagine riferita all'obiettivo della decisione è compatibile con le immagini di sé, procederà eseguendo un controllo del vantaggio delle opzioni. Si tratta di un'analisi competitiva delle varie opzioni mediante schemi mentali che rappresentino le azioni da seguire

per raggiungere gli obiettivi prefissati (immagini dell'azione) e le anticipazioni di eventi e stati futuri dei quali si prevede il verificarsi (immagini progettate). Infine, il controllo del vantaggio permetterà al decisore di scegliere la migliore delle opzioni rimaste. L'approccio naturalistico evidenzia quindi gli aspetti dinamici della presa di decisione, modificando il punto di riferimento per lo studio delle decisioni. Secondo i principali esponenti di questo approccio (Beach, Mitchell, 1987; Klein, 1993) non è corretto definire una scelta come più o meno razionale e logica, ma è prioritario considerare le rappresentazioni mentali degli obiettivi e delle azioni che orientano le decisioni.

I deficit osservati nell'applicazione dei modelli classici a scenari complessi e multi variabili- situazioni in cui si è chiamati a scegliere in un tempo breve, in una condizione d'incertezza, con obiettivi non chiaramente definiti, in situazioni di gruppo o soggette a rapidi cambiamenti - hanno dunque portato allo sviluppo del modello naturalistico (Klein, 1992; McMenamin, 1992). Obiettivo del modello naturalistico è quello di approfondire il funzionamento del sistema cognitivo in relazione all'elaborazione, la conservazione e l'attribuzione di significato delle informazioni e, successivamente, a ponderare il peso delle risorse e dei vincoli che l'ambiente offre alla gamma di operazioni mentali del processo decisionale. Al contrario dei modelli classici, l'approccio naturalistico è finalizzato allo studio dei processi decisionali non in condizioni di laboratorio, ma nel contesto reale. Tale modello, avente natura prevalentemente descrittiva, si pone come obiettivo quello di osservare la presa decisionale in termini di performance esperta (Klein, 1999). Scopo primario di tale disamina non è quello di definire regole normative sulle decisioni, tenuto conto che esse di frequente falliscono nello spiegare le azioni dell'uomo quando effettua una scelta (Lipshitz, Klein et al., 2001).

I modelli naturalistici, oltre fondarsi sulla teoria dell'immagine, presentano alcuni minimi comuni denominatori. Innanzitutto, essi ipotizzano che le decisioni siano assunte in conformità a un esame globale delle potenziali conseguenze dell'azione più che attraverso un confronto analitico delle diverse scelte (Lipshitz, Klein et al., 2001). In secondo luogo, in base ai modelli naturalistici le decisioni si

fondano sul riconoscimento di una situazione e dei vari modi in cui affrontarla, più che su un'analisi dettagliata di ogni alternativa d'azione possibile (Klein, Calderwood, 1991). Da ultimo, tutti i modelli naturalistici ipotizzano che il soggetto chiamato ad effettuare una scelta adotti un criterio che sia soddisfacente e non necessariamente ottimale, in considerazione anche dei vincoli temporali che spesso caratterizzano le decisioni assunte nella vita di tutti i giorni.

### **1.5 Nuovi orientamenti**

L'esito della riflessione teorica maturata dai diversi approcci della psicologia della decisione sostiene che le strategie cognitive seguono spesso percorsi molto difformi da quelli prescritti. L'evoluzione del dibattito fra modelli descrittivi e normativi, nell'ambito del ragionamento e della letteratura sul decision making può essere sintetizzato e raggruppato come di seguito (Stanovich, West, 2000):

a. *Errori di performance.* I fallimenti nell'applicazione delle strategie cognitive sono dovuti a lapsus e mancanze nei processi necessari per l'esecuzione delle strategie stesse (Stein, 1996). Questi fallimenti non sono indicativi dell'irrazionalità umana, ma costituiscono una variazione al comportamento normativo che tutte le persone cercano di approssimare dovuta a fattori casuali di performance. Questi errori rappresentano problemi transitori, come mancanza di attenzione, di memoria, di processamento delle informazioni, dovuti a distrazione o confusione temporanea. Questa impostazione è in contrasto con gli studi sulle euristiche e i bias che mostrano le deviazioni sistematiche dal ragionamento normativo.

b. *Limitazioni computazionali.* Per Dennet (1987) e Anderson (1990) occorre mantenere distinti il livello di analisi razionale/intenzionale da quello di analisi algoritmico, nell'ambito del quale si collocano le limitazioni computazionali. Gli autori hanno osservato e misurato la capacità cognitiva in termini di intelligenza trovando che, ad esempio, la memoria di lavoro è correlata al ragionamento deduttivo. Pertanto, alcuni soggetti risulterebbero dunque maggiormente suscettibili, rispetto ad altri, a deviazioni sistematiche

dalla norma. Riteniamo comunque che le limitazioni computazionali, di per sé, non siano sufficienti a spiegare la varianza dovuta alle differenze fra modelli descrittivi e modelli normativi.

*c. Errori nell'applicazione dei modelli normativi.* Per interpretare i risultati degli studi sperimentali, spesso gli studiosi si rifanno a modelli normativi di altre discipline, come la statistica o la logica. Tali modelli normativi non sempre rappresentano la modalità più adeguata per interpretare tali comportamenti (Koehler, 1996). Il dibattito generato dall'analisi degli errori nell'applicazione dei modelli normativi ha dato vita a posizioni antitetiche rappresentate da una parte, dalla strategia del rifiuto della norma (Stein, 1996), che deduce i modelli normativi da quelli descrittivi, secondo cui le persone ragionerebbero in base alle loro intuizioni, da cui deriverebbero anche le regole dei modelli normativi. Dall'altra parte, troviamo invece la tesi secondo cui le applicazioni normative si baserebbero su fatti descrittivi del ragionamento umano. Secondo tale principio le descrizioni del comportamento umano sono le uniche informazioni che possediamo circa l'appropriatezza dei modelli normativi, usati per valutare il comportamento stesso (March, 1988). Fra le due sponde contrapposte troviamo Tversky e Kahneman (1974), i quali sostengono che le divergenze fra modelli normativi e modelli descrittivi possano essere attribuite a problemi di intendimento dei compiti, cioè a deficit di riflessione da parte dei soggetti. Pertanto, elevando il livello di comprensione dell'individuo si potrebbe potenziare la sua performance nella direzione del modello normativo più adatto a quella determinata circostanza. Questo principio di comprensione/accettazione può essere così sintetizzato: gli individui più intelligenti sono maggiormente facilitati a rispondere in modo normativamente corretto. Partendo da questo presupposto, Larrick (1993) ha dimostrato che persone più intelligenti usano meglio i principi di costo/beneficio rispetto a persone che hanno ottenuto inferiori risultati nella misurazione del quoziente intellettivo. Tuttavia, è stato di converso dimostrato che ad essere più suscettibili nel commettere alcuni errori di ragionamento sono proprio i

soggetti riconosciuti come più intelligenti e ed esperti a livello sociale (Ross, Amabile, Steinnetz, 1977). L'esperienza dimostra che individui con maggiore potere computazionale forniscono, in modo sistematico, soluzioni che si discostano da quelle normative.

d. *Interpretazione del problema.* Per taluni autori (Hilton, 1995; Schick, 1997), i compiti sperimentali inducono i soggetti esaminati a elaborare mentalmente il problema in modo difforme rispetto a come dovrebbe essere interpretato dallo stesso sperimentatore. Articolati approfondimenti sul tema hanno evidenziato che le persone tendono, a seconda del contesto in cui la decisione viene assunta, a ricorrere a due diversi processi di pensiero: il processo analitico/razionale e il processo esperienziale/intuitivo (Epstein, 1994). Una possibile spiegazione risiede nel fatto che il concetto di razionalità dal punto di vista normativo non corrisponde a quello di razionalità dal punto di vista individuale (Anderson, 1991). In sintesi, la massimizzazione degli utili per il singolo si distingue nettamente dalla massimizzazione degli utili per la specie (Cummins, 1996; Skyrms, 1996).

e. *Differenze individuali.* La letteratura inerente i bias e le euristiche ha evidenziato numerose differenze individuali, le quali rappresentano una possibile spiegazione delle discrepanze fra modelli normativi e descrittivi (Stanovich, West, 2000), non riferibile solo alla presenza di errori di performance e limitazioni computazionali. Queste differenze rappresenterebbero, dunque, il principale motivo per cui il comportamento umano spesso si allontana dai modelli normativi. Diversità individuali sono state infatti rilevate nel bisogno di concludere il prima possibile il compito che si sta eseguendo, nell'attitudine a riflettere in maniera approfondita, nell'inclinazione alla conferma delle proprie ipotesi (Overton, 1990, Johnson-Laird, Oatley, 1992). Scott e Bruce (1995) hanno ipotizzato l'esistenza di quattro diversi stili decisionali, intesi come pattern abituali di risposta degli individui in una situazione decisionale. Mentre lo stile razionale è caratterizzato dalla ricerca di informazioni e dalla valutazione logica delle alternative, quello

intuitivo è definito dall'attenzione ai dettagli e dalla tendenza a basarsi su intuizioni e sentimenti. Vi sono poi lo stile dipendente, determinato dalla tendenza a basarsi sui giudizi degli altri e lo stile evitante contraddistinto dalla procrastinazione del momento in cui si deve assumere una decisione.

In conclusione possiamo sostenere che, a partire dalla teoria del prospetto, si sia andata delineando la tendenza a esaminare il processo decisionale in base alla rappresentazione del contesto in cui esso si colloca, a sua volta legato ad una serie di fattori complessi e interconnessi fra loro. Tendenze e valori individuali, regole sociali e morali e tutti gli elementi ambientali specifici incidono profondamente sul processo decisionale. Ne deriva che, la natura fondamentale del compito decisionale non è più la scelta fra alternative disponibili in base al valore della loro utilità attesa, bensì la definizione, caso per caso, delle ragioni di una scelta rispetto ad un'altra (Johnson-Laird, Byrne, 1993).



## CAPITOLO II

### GIUDIZI E PREGIUDIZI

*“Il valore di un’idea non ha niente a che fare con la sincerità di chi la espone. È molto più probabile che quanto meno si è sinceri, tanto più l’idea sarà intellettualmente limpida, perché non sarà contagiata dalle sue necessità, desideri o pregiudizi”*

Oscar Wilde, *Il ventaglio di Lady Windermere*

#### 2.1 Giudizi e scelta

La ricerca in ambito psicologico distingue tra giudizio e scelta. Il giudizio riguarda il processo attraverso il quale le persone stimano le probabilità. Le violazioni sistematiche dei modelli normativi del giudizio prendono il nome di bias. La scelta riguarda invece il processo attraverso il quale le persone compiono determinate azioni tenendo conto dei giudizi a cui sono pervenute. Le violazioni dei modelli normativi della scelta sono dette anomalie (Mottetlini, Guala, 2005).

Gli individui spesso prendono le proprie decisioni in situazione di incertezza in funzione della stima probabilistica di un dato evento, o partendo da un’ipotesi fondata sull’evidenza a disposizione. Fin dai loro primi lavori, Tversky e Kahneman hanno notato che il giudizio umano in condizione di incertezza diverge in modo sistematico dalle leggi della probabilità. In molti casi le persone sono incapaci di analizzare in modo esaustivo le situazioni che coinvolgono giudizi probabilistici e non hanno le risorse computazionali per svolgere i calcoli richiesti dalle leggi della probabilità. Quando ciò accade, ci si affida a scorciatoie mentali che agevolano e semplificano il loro compito ma non sempre portano alla soluzione migliore. Queste scorciatoie sono state documentate sperimentalmente a partire dagli anni settanta e prendono il nome di euristiche.

#### 2.2 Bias cognitivi

La radice etimologica del concetto di bias proposta dal dizionario etimologico inglese, deriva dal francese provenzale *biais*, che significa “obliquo, inclinato” e che a sua volta deriva dal latino e, prima ancora, dal greco *epikársios*, obliquo. In origine il

termine riguarda il gioco delle bocce, ma già nella seconda metà del 1500 acquista un significato più ampio e indica "inclinazione, predisposizione, pregiudizio".

*1520s, "oblique or diagonal line," from French biais "a slant, a slope, an oblique," also figuratively, "an expedient, means" (13c., originally in Old French a past participle adjective, "sideways, askance, against the grain"), a word of unknown origin. Probably it came to French from Old Provençal biais, which has cognates in Old Catalan and Sardinian, and is possibly via Vulgar Latin \*(e)bigassius from Greek epikarsios "athwart, crosswise, at an angle," from epi- "upon" + karsios "oblique," from PIE \*krs-yo-, suffixed form of root "to cut." In the old game of bowls, it was a technical term used in reference to balls made with a greater weight on one side (1560s), causing them to curve toward one side; hence the figurative use "a one-sided tendency of the mind" (1570s), and, at first especially in law, "undue propensity or prejudice." [The Oxford Dictionary of English Etymology]*

*The bias of education, the bias of class-relationships, the bias of nationality, the political bias, the theological bias--these, added to the constitutional sympathies and antipathies, have much more influence in determining beliefs on social questions than has the small amount of evidence collected. [Herbert Spencer, "The Study of Sociology," 1873]*

*For what a man had rather were true he more readily believes. Therefore he rejects difficult things from impatience of research; sober things, because they narrow hope; the deeper things of nature, from superstition; the light of experience, from arrogance and pride, lest his mind should seem to be occupied with things mean and transitory; things not commonly believed, out of deference to the opinion of the vulgar. Numberless in short are the ways, and sometimes imperceptible, in which the affections colour and infect the understanding. [Francis Bacon, Novum Organum, 1620].*

Tutti noi, per districarci nella complessità del mondo senza analizzare, pesare e valutare ogni dettaglio, ci affidiamo a strategie di pensiero che si chiamano euristiche. Anche questo nome viene dal greco: heurískein e vuol dire "trovare, scoprire". Le euristiche sono procedimenti mentali intuitivi, e sbrigativi, che ci permettono di farci un'idea di qualsiasi cosa in fretta e senza fatica. Sono euristiche, per esempio, gli stereotipi. Se le euristiche sono scorciatoie incerte ma comode e rapide, i bias

cognitivi sono euristiche inefficaci, logorate e corrotte: vicoli ciechi nei quali ci addentriamo fino a condurci ad errori sistematici.

L'origine del termine bias cognitivo si può far risalire alle ricerche degli psicologi Amos Tversky e Daniel Kahneman dei primi anni '70 (Kahneman, Tversky, 1973). Il programma di ricerca di Tversky e Kahneman aveva lo scopo di studiare in quale modo gli esseri umani prendono le loro decisioni in contesti dominati dall'incertezza e con limitate risorse individuali (tempo, informazioni, capacità cognitive).

Le ricerche sperimentali di Tversky e Kahneman portarono a una conclusione rivoluzionaria riguardo alla mente umana, e cioè che gli individui si affidano a un numero limitato di principi euristici che riducono il compito complesso di valutare le probabilità e predire valori. Perlopiù queste euristiche sono assai utili, ma a volte conducono a errori gravi e sistematici. Le euristiche funzionano correttamente in molti ambiti della vita umana ma producono sistematiche distorsioni del giudizio (*bias*) in altri ambiti.

La nostra ipotesi di lavoro è che la progettazione di sistemi complessi nonostante le nuove metodologie di sviluppo e la formalizzazione di procedure d'esecuzione sempre più performanti, risenta dei limiti dei bias delle diverse figure coinvolte.

Vedremo come l'applicazione sperimentale di alcune euristiche a team di analisti funzionali, architetti di processo e sviluppatori di sistemi software li condurrà a distorsioni del giudizio in alcune fasi della progettazione. Per euristiche si intendono le procedure cognitive che consentono all'individuo di assumere una decisione, compatibilmente con la complessità delle circostanze che si è chiamata ad affrontare nonché con la limitatezza del sistema di immagazzinamento e di elaborazione delle informazioni di ciascuno di noi. A dispetto di quanto accade nei processi di calcolo formale, la valutazione tempestiva della probabilità si fonda in linea di massima su regole che non ponderano tutti i fattori in gioco. Da una attenta analisi possiamo individuare alcuni fattori comuni a tutti i problemi di valutazione della probabilità. Si tratta per lo più delle caratteristiche peculiari dell'oggetto di valutazione, del modo in cui è formulato il problema, della chiarezza con la quale viene descritta la

situazione, del modo in cui è articolato l'evento, di quanto l'euristica esercita la propria forza sul decisore e infine le abilità e competenze possedute dai soggetti. Tutti questi elementi condizionano, separatamente o in combinato disposto, la presa decisionale del soggetto interessato.

La valutazione euristica può essere equiparata, per analogia, ai processi più elementari di inferenza percettiva, come l'attenzione non volontaria stimolata dagli oggetti presenti nel nostro campo visivo, ed è difficilmente controllabile dal soggetto, perché inconsapevole (Tversky, Kahneman, 1981). Il termine "valutazione euristica" fa riferimento ad una strategia inconsapevole, che ha l'obiettivo di fornire una valutazione o una previsione. Una volta attivata, l'euristica monopolizza il processo inferenziale sottovalutando, o in alcuni casi ignorando, altri elementi rilevanti.

Esaminando le diverse fasi della progettazioni, notiamo che sebbene gli individui non si comportino seguendo rigidamente gli standard normativi di razionalità, la loro capacità di modulare le proprie strategie in relazione a cambiamenti, anche moderati, della struttura del problema rifletta una forma indubbia di razionalità. L'essenza delle euristiche si riassume nella loro funzione adattiva, che "suggerisce un quadro del decisore in buona sostanza ottimistico in termini di razionalità del comportamento" (Payne et al., 1988). Condivisa da diversi autori è l'opinione che il giudizio euristico riduca il carico cognitivo e consenta pertanto risposte rapide e, generalmente, efficaci alla domanda decisionale (Hamilton, Gifford, 1976; Nisbett, Ross, 1980; MacLeod, Campbell, 1992). Tuttavia, è stato dimostrato che le euristiche possono indurre a scelte sbagliate, portando il decisore ad incappare in bias o errori di giudizio (Tversky, Kahneman, 1973).

### **2.3 Tassonomia dei *bias cognitivi***

Nel corso degli anni diversi ricercatori hanno presentato tassonomie dei bias e delle euristiche costruite generalmente sulla base di differenti teorie cognitive (Arnott 1998; Baron, 2008; Carter et. al., 2007; Stanovich, West, 2008; Tversky, Kahneman, 1974). Cercheremo di offrire una panoramica dei bias cognitivi partendo dal lavoro di Tversky e Kahneman (1974) e studieremo quali relazioni tra i bias e le

euristiche che compiano i diversi attori coinvolti nelle fasi di progettazione e realizzazione di sistemi complessi, cercando d'individuare delle categorie empiriche di appartenenza.

Per fornire una panoramica complessiva citiamo la ricerca empirica condotta da Ceschi, Sartori, Rubaltelli, Weller (2012) che presenta 32 tipologie di bias (si veda figura 2) classificati in cinque categorie:

1. Representativeness biases: caratterizzati dalla violazione di regole probabilistiche a favore delle opzioni più rappresentative e più mentalmente disponibili;
2. Wish biases: caratterizzati dall'influenza del desiderio nei processi decisionali;
3. Cost biases: caratterizzati dalla considerazione del valore dei costi o delle perdite maggiore di quanto siano in realtà;
4. Framing biases: caratterizzati dall'influenza del contesto nei processi decisionali;
5. Anchoring biases: caratterizzati dalla tendenza dei soggetti ad essere influenzati da un punto di riferimento.

<b>BIAS</b>	<b>DEFINIZIONE SINTETICA</b>
Affection effect	Riguarda l'influenza della connotazione affettiva verso gli oggetti che può alterare il processo razionale di presa di
Anchoring heuristic	Riguarda l'effetto che hanno i punti di riferimento nelle valutazioni compiute dagli individui.
Aversion to ambiguity	I decisori sono avversi all'ambiguità.
Availability heuristic	Alcuni eventi, fatti od oggetti vengono maggiormente considerati perché facilmente richiamabili.
Base rate fallacy	È la tendenza ad ignorare il ratio di una popolazione a favore della rappresentazione mentale.
Belief bias	Si tratta di un bias cognitivo che induce gli individui a prendere una decisione sulla base delle loro convinzioni.
Confirmation bias	Si tratta di una tendenza che induce gli individui a preferire le informazioni che confermano le loro ipotesi ed evitare possibilità contrarie.
Conjunction fallacy	È una violazione di una norma logica che si verifica quando alcuni eventi rappresentativi vengono considerati più probabili di quanto in realtà lo siano.
Distinction bias	Gli individui nei processi decisionali sono influenzati dalla modalità di valutazione: singola o congiunta.
Endowment effect	È un effetto che porta gli individui ad assegnare un valore maggiore a ciò che già possiedono.
Forer effect	Gli individui tendono ad accettare le descrizioni di personalità vaghe e generali

	come applicabili unicamente a se stessi, senza rendersi conto che la stessa descrizione potrebbe essere applicata a chiunque.
Framing	È un fenomeno che influenza la percezione decisionale, sulla base di un contesto di decisione positivo o negativo.
Gambler's fallacy	Si tratta di un effetto che induce gli individui a considerare brevi sequenze dettate dal caso come statisticamente rilevanti.
Hindsight bias	Si tratta di un processo mentale che induce gli individui a considerare un evento già verificatosi come più prevedibile di quanto lo sia in realtà.
Hyperbolic discounting	E' un fenomeno che induce le persone a preferire dinamiche incoerenti nella scelta di opzioni future.
Information bias	È un bias dovuto a una gestione irrazionale delle informazioni.
Illusion of superiority	Gli individui, in alcune attività, tendono a valutare se stessi come superiori alla media.
Imaginability bias	Eventi facilmente immaginabili vengono considerati come più probabili.
Opportunity cost	È il costo dell'opzione non scelta, in generale inferiore al costo dell'opzione già scelta.
Optimism bias	È la tendenza a considerare un esito futuro come più probabile se positivo ma meno probabile se negativo.
Planning fallacy	È un illusione che porta gli individui a sottovalutare il tempo necessario per completare un compito.
Prominence effect	È un fenomeno che succede quando un'opzione presenta un attributo importante che influenza le preferenze rispetto a un confronto diretto tra le diverse opzioni.
Pseudo certainty effect	È un effetto che induce gli individui a considerare un risultato come più certo di quanto in realtà sia.
Reference price	È la tendenza ad assegnare un prezzo ad un oggetto sulla base del contesto di riferimento.
Regression toward the mean	È un fenomeno che induce gli individui a non considerare l'effetto del caso su una serie di eventi.
Regret aversion	È la tendenza ad evitare il rimpianto su scelte già effettuate.
Sunk costs fallacy	In economia i Sunk costs sono spese di bilancio già sostenute ma considerate maggiormente, in grado di compromettere la futura gestione del bilancio stesso.
Self-serving bias	È un bias che si verifica quando gli individui attribuiscono i loro successi a fattori interni o personali e i loro fallimenti a fattori situazionali, indipendenti dalla loro volontà.
The extra-cost effect	Si tratta di un effetto che porta gli individui a valutare maggiormente un costo perché già sostenuto.
Representative bias	È la disposizione a violare il calcolo probabilistico bayesiano a favore di un'opzione rappresentativa.
Wishful thinking	È la tendenza a valutare un evento come più probabile perché maggiormente desiderato.
Zero risk bias	È la tendenza ad evitare ogni forma di rischio e a preferire un'opzione che potrebbe eliminare ogni minaccia a scapito dell'utilità attesa delle altre opzioni.

Figura 2 - Tassonomia dei bias cognitivi di Ceschi, Sartori, Rubaltelli, Weller (2012)

## **2.4 Euristiche**

Nell'ambito della psicologia cognitiva le euristiche sono alla base dell'ipotesi secondo cui l'individuo elabora la sua decisione in modo autentico e spontaneo, non seguendo le teorie normative e probabilistiche. Le euristiche sono procedure cognitive che permettono alle persone di prendere decisioni compatibilmente con la complessità della situazione e la limitatezza del proprio sistema di conservazione ed elaborazione delle informazioni.

Molte decisioni si basano sulle convinzioni circa la probabilità di verificarsi di un evento incerto, come il risultato di un referendum, l'assoluzione di un imputato o il valore futuro del differenziale tra i titoli di Stato. Tversky e Kahneman (1974) dimostrano che le persone fanno affidamento a un numero limitato di principi euristici, cioè regole empiriche, che semplificano i compiti di assegnare probabilità e predire valori, semplificando il processo di decisione. Inoltre, gli autori sostengono che il giudizio intuitivo costituisce spesso l'unica modalità pratica per valutare elementi incerti (Kahneman, Tversky, 1982).

## **2.5 Rappresentatività**

L'euristica della rappresentatività induce a valutare la probabilità di un'ipotesi in base ad un giudizio di similarità. Attivando l'euristica della rappresentatività, la probabilità viene valutata dal grado in cui A è rappresentativo o può sostituire B. Quando l'elemento A è molto rappresentativo di B, la probabilità che deriva da B viene giudicata alta (Tversky, Kahneman, 1974). La rappresentatività può essere intesa come una valutazione del rapporto che esiste tra un elemento campione e il suo universo di riferimento, tra un esempio e una categoria.

Si ricorre al concetto di rappresentatività per stimare la probabilità che un elemento appartenga a una specifica classe o categoria, oppure che un fenomeno si verifichi in conformità di una data ipotesi. Nel primo caso il concetto di rappresentatività si riduce al concetto di somiglianza (Nisbett, Ross, 1980). Nel secondo caso la rappresentatività è intesa in termini di causalità: pensiamo che una

determinata azione sia rappresentativa di una data persona in quanto è possibile ricondurre ad essa la volontà di compiere quel determinato gesto (Nisbett, Ross, 1980).

La tendenza sistematica a non prendere in considerazione la frequenza di un evento può essere ricondotta proprio all'euristica della rappresentatività. Ne è la dimostrazione il fatto che la somiglianza di un evento con gli elementi più tipici di una categoria possa portare le persone a non considerare la numerosità del campione cui questi elementi appartengono (Tversky, Kahneman, 1974). Le persone tendono spesso a fare delle valutazioni di probabilità scegliendo il risultato più rappresentativo dell'input (per esempio, la descrizione). La fiducia nella previsione è direttamente proporzionale al grado di rappresentatività, anche se la descrizione è limitata e inaffidabile. L'ingiustificata sicurezza che deriva dal collegamento tra il risultato e l'input viene definita illusione di validità (Tversky, Kahneman, 1974). Tra le maggiori determinanti di questa condizione ritroviamo l'omogeneità interna delle variabili di input e la loro correlazione. Ad esempio, gli analisti programmatori si sentono più sicuri nel definire la stima per lo sviluppo di una applicazione software se i requisiti vengono dati da un singolo cliente piuttosto che se gli stessi requisiti funzionali vengano presentati da più soggetti. Ma le regole statistiche dicono che, date delle variabili di input valide, la previsione sarà più accurata quanto queste saranno indipendenti l'una dall'altra. Pertanto, la ridondanza diminuisce il grado di accuratezza tanto quanto aumenta l'illusione di validità (Tversky, Kahneman, 1974). L'euristica della rappresentatività, inoltre, è alla base di un altro errore di giudizio, noto come "fallacia della congiunzione", consistente nel valutare come maggiormente probabile l'occorrenza della congiunzione di due eventi, rispetto alla probabilità di presentazione di uno dei due costituenti. È stato invero dimostrato che gli individui attribuiscono erroneamente maggiori probabilità ad eventi composti rispetto a quelle attribuite ai semplici eventi componenti (Slovic et al., 1976).

## **2.6 Disponibilità**

Parliamo di euristica della disponibilità quando agli individui viene chiesto di



stabilire la frequenza di una categoria. In alcune situazioni, essi stabiliscono la frequenza di una classe di elementi o la probabilità di un evento in base alla facilità con cui si riesce a ricordare un esempio simile a quel determinato evento o ad una classe di elementi (Tversky, Kahneman, 1974). Capita dunque che elementi di grandi categorie vengano richiamati più velocemente e più frequentemente (e quindi risultano più probabili) di elementi di categorie meno ampie. L'euristica della disponibilità porta a considerare più numerosa una classe di elementi che sono facilmente recuperabili in memoria rispetto a una classe di uguale frequenza. Oltre alla familiarità, un altro fattore che influenza la reperibilità degli eventi è la temporalità, eventi recenti sono più facili da recuperare in memoria.

Un secondo errore cognitivo cui gli individui sono predisposti quando si parla di disponibilità è quello dovuto all'efficacia dell'insieme di ricerca (Kahneman, Tversky, 1973). Applicando queste osservazioni a livello aziendale, si parla di euristica della disponibilità quando i responsabili di funzione ricorrono a informazioni che sono maggiormente disponibili, rispetto ad altre che non lo sono, prescindendo dalla loro qualità e utilità. In questo modo l'opinione si predispone al pregiudizio cognitivo. Infatti, capita spesso in contesti aziendali che un responsabile si concentri su una questione non considerando altre possibili scelte; in questo modo non valuterà correttamente le priorità e rischi.

Questa particolare strategia cognitiva viene usata in tutte quelle circostanze in cui i responsabili valutano la frequenza o la probabilità di un evento sulla base della facilità con cui tale evento può essere richiamato alla mente e si presenta alla memoria. Ad esempio, qualora il manager non disponga di dati precisi, l'euristica della disponibilità lo porterà ad attingere dalla sua conoscenza pregressa, ricercando nella propria memoria elementi che possano essergli di aiuto. La disponibilità in memoria di questi elementi determinerà una maggior facilità con cui esempi dell'oggetto o associazioni legate allo stesso possono essere recuperate (Kahneman, Tversky, 1973). La facilità di recupero verrà considerata indicativa della frequenza dell'oggetto o dell'evento ad esso connesso (MacLeod, Campbell, 1992).

Generalmente tale criterio ha una sua validità intrinseca, essendo il giudizio

intuitivo di frequente confermato dai dati. Ma tale corrispondenza non sempre si verifica, determinando processi che possono portare a distorsioni di giudizio e a veri e propri biases. Ne è un esempio il fenomeno della “correlazione illusoria”, ossia la tendenza a vedere correlazioni inesistenti in un gruppo di dati e a individuare una regolarità fenomenica nella compresenza di due eventi tra loro indipendenti. Spesso capita che pensando a un evento specifico, ci venga in mente anche un altro evento diverso e, di conseguenza, siamo portati ad inferire che entrambi gli eventi tendano a verificarsi contemporaneamente. A questa regola seguono meccanismi di attenzione selettiva, che puntano a individuare una spiegazione che confermi la nostra ipotesi originaria quando succedono degli eventi (Hamilton, Gifford, 1976).

## **2.7 Ancoraggio**

L’euristica di ancoraggio e accomodamento si verifica quando, dovendo emettere giudizi in condizioni di incertezza, le persone riducono l’ambiguità ancorandosi ad un valore iniziale di riferimento - detto àncora - per poi operare aggiustamenti ed successivamente giungere ad una decisione finale. Di frequente l’àncora è costituita da un evento noto, che presenta tratti di familiarità per l’interessato o proviene da una fonte autorevole. All’ancoraggio segue il c.d. accomodamento, inteso come la fase in cui vengono elaborate e integrate tutte le informazioni disponibili. Kahneman e Tversky (1973) hanno dimostrato come tali fenomeni rappresentino una delle prime cause di errore nei meccanismi di valutazione delle probabilità, conducendo ad errori sistematici nella stima dei fattori del calcolo della probabilità.

La probabilità di un evento può essere identificata come punto di partenza per la valutazione delle probabilità di altri tipi di evento ad esso connessi. Ma il risultato finale rimarrà sempre troppo vicino alla probabilità dell’evento iniziale perché il grado di aggiustamento è quasi sempre insufficiente. Errori di questo tipo sono particolarmente significativi nel contesto della progettazione e programmazione di sistemi complessi. La generale tendenza a sovrastimare la possibilità di eventi congiunti (per il successo di un sistema complesso ognuno degli eventi di una serie

deve accadere) può portare ad un elevato ma non giustificato ottimismo nella valutazione del mantenimento del sistema (Tversky, Kahneman, 1974).

Nel contesto aziendale, spesso i responsabili basano le loro stime su valori di riferimento, successivamente correggono questo valore per validare nuove circostanze o informazioni. Pertanto, restano vincolati al valore iniziale e nell'assumere una decisione non si discostano adeguatamente da esso.

## **2.8 Illusione di controllo e tendenza alla conferma**

L'illusione di controllo porta le persone a credere di avere possibilità di controllare determinate situazioni in maniera tale da poterne influenzare l'esito, anche quando quest'ultimo dipende esclusivamente dal caso (Langer, 1975). In genere infatti, le persone si sono dimostrate più disponibili a pagare di più il biglietto di una lotteria di cui devono ancora essere estratti i numeri vincenti, rispetto a quello di una lotteria il cui biglietto vincente è già stato uscito ma non è ancora stato rivelato, come se nel secondo caso il potere di governare gli eventi fosse meno ampio che nel primo.

Incontriamo l'illusione di controllo anche in numerosi comportamenti quotidiani, come ad esempio la guida a velocità elevata o l'utilizzo dello smartphone mentre si guida. Le persone sono infatti convinte che gli effetti negativi di queste condotte si possano controllare grazie alle proprie abilità. Si tratta certamente di una fiducia eccessiva e ingiustificata: neppure un guidatore esperto sarebbe in grado di controllare tutti i fattori che possono concorrere a causare un incidente stradale (Rumiati, 2000).

La tendenza alla conferma, meglio nota con il nome di confirmation bias, consiste nella disposizione delle persone a basare il proprio giudizio su informazioni che confermano le proprie ipotesi piuttosto che falsificarle (Cherubini, 2005). Si tratta di una sorta di meccanismo conservatore che, come una forza, rende le persone tendenzialmente meno inclini a reperire fatti o ipotesi che non siano coerenti con le proprie precedenti credenze o aspettative, con la conseguenza di inficiarne la correttezza del ragionamento. Se prendiamo in considerazione le strategie di

selezione delle ipotesi, gli individui dimostrano la tendenza a scegliere sistematicamente di controllare solo un tipo di previsione, andando a confermare ipotesi inadeguate. Se invece consideriamo l'interpretazione degli eventi, notiamo la tendenza ad attribuire scarsa importanza alle informazioni falsificanti e a costruire più frequentemente rappresentazioni mentali di eventi coerenti con le proprie aspettative. Nel complesso, l'azione di queste tendenze rende il sistema cognitivo piuttosto conservatore: gli individui che tendono a selezionare informazioni positive, attribuendo scarso peso alle informazioni falsificanti, sono soliti rafforzare la validità delle proprie convinzioni, anziché dubitarne. Inoltre, la tendenza alla conferma, contravviene alle norme della logica formale e della filosofia della scienza (Popper, 1959), che procedono attraverso processi di formulazione e falsificazione delle ipotesi.

## **2.9 Effetto framing**

Per framing si intende il modo in cui una questione viene incorniciata in una determinata situazione. Il modo in cui le informazioni vengono presentate può influenzare molto la decisione da prendere. L'avversione alla perdita porta le persone a evitare il rischio di fronte ad alternative che presentano sia possibilità di guadagno che di perdita. Per spiegare meglio la descrizione di questo fenomeno riportiamo una situazione descritta da Kahneman e Miller (1986). Simuliamo di poter decidere tra due opzioni e indichiamo quella preferita.

*Quesito 1: scegliete tra:*

- A) un guadagno sicuro di 2.400\$
- B) 25% probabilità di guadagnare 10.000\$ e un 75% di non guadagnare nulla

*Quesito 2: scegliete tra:*

- C) una perdita sicura di 7.500\$
- D) un 75% di probabilità di perdere 10.000\$ e un 25% di non perdere nulla.

La maggior parte delle persone sceglie l'opzione A nel primo set di decisioni e l'opzione D nel secondo. A è la scelta avversa al rischio: il valore atteso dell'opzione B è (2.500\$) (1/4 di probabilità di guadagnare 10.000\$), solo di poco più alto del

valore di A (2.400\$). Al contrario, rispetto alle due possibilità del secondo gruppo, l'opzione D non è certo quella avversa al rischio; tuttavia la maggior parte dei soggetti sottoposti alla presente intervista preferisce sfidare la sorte piuttosto che una perdita sicura. Ci troviamo di fronte alla cosiddetta avversione alla perdita certa, fenomeno sintetizzabile nell'avversione degli individui alla perdita, tale per cui anche una minima possibilità tiene vive le speranze. L'avversione alla perdita rappresenta uno dei cardini della teoria del prospetto elaborata da Kahneman e Tversky. Dall'esempio citato emerge chiaramente come, quando ci si trova in una condizione che presenta una perdita certa e una scommessa che offre prospettive di guadagno, la maggior parte delle persone sceglie l'azzardo.

A livello aziendale, l'avversione alla perdita determina nei responsabili una certa prudenza nel sopportare i rischi, anche se potrebbero produrre effetti positivi. La sensazione di perdere è percepita con maggiore intensità rispetto ai potenziali guadagni. L'avversione alla perdita certa definisce l'avversione a correre un rischio fatta nella speranza di ribaltare le probabilità di insuccesso o perlomeno di andare in pari. In un team di sviluppo software, la situazione tipica è rappresentata dalla tendenza a rifare le diverse soluzioni software per aggiornarle dal punto di vista tecnologico. Se durante una fase valutativa i responsabili hanno assunto una decisione sovrastimando i ritorni futuri, ben presto si troveranno davanti alla decisione se proseguire con quel progetto o abbandonarlo. La resistenza ad abbandonare un progetto fallimentare è causata in primis dall'avversione alla perdita certa, infatti, i responsabili che hanno fatto la scelta preferiranno continuare il progetto per andare almeno in pari con i costi dell'investimento. Gli individui sono, infatti, disposti a correre rischi nel momento in cui si prospetta una perdita certa, e tendono a non voler ammettere il loro errore.

## **2.10 Effetto dotazione e default**

Il fenomeno dell'effetto dote (*endowment effect*), originariamente scoperto da Thaler (1980) e documentato da una serie di esperimenti mostra che le persone risentono dell'effetto dotazione: perché provano più dispiacere quando devono

separarsi da oggetti di cui sono in possesso di quanto piacere arrechi loro acquisire gli stessi oggetti. Si tratta di un'anomalia di notevole rilevanza, in quanto fa dipendere le preferenze degli individui dalle dotazioni iniziali per cui un bene A può essere preferito ad un bene B quando A fa parte della sua dotazione iniziale, e B può essere preferito ad A se questa volta è B a far parte della sua dotazione iniziale. Si producono così curve di indifferenze che si intersecano, violando uno dei cardini della microeconomia dei manuali (Kahneman, Knetsch, Thaler, 1991).

L'effetto dotazione implica inoltre un certo conservatorismo delle scelte, per esempio la tendenza a ribadire la scelta di una particolare tecnologia o di uno specifico linguaggio di programmazione piuttosto che impegnarsi in una nuova decisione. Detto questo, le persone tendono ad attribuire un valore più alto a quanto già in loro possesso, allora le decisioni di cambiare diventano più difficili e meno frequenti.

L'effetto dotazione è connesso a un altro fenomeno diffuso e di notevole interesse: la propensione a privilegiare lo stato in cui già ci si trova. Gli esperimenti di Kahneman, Knetsch e Thaler (1991) mostrano la tendenza a prostrarre lo status quo più del dovuto, nel timore che gli svantaggi che si otterrebbero abbandonandolo possano essere maggiori dei vantaggi. A guidare le scelte della maggior parte delle persone non è un più o meno stabile sistema di preferenze, bensì la loro propensione allo status quo. Una possibile spiegazione è che decidere richiede uno sforzo cognitivo, dobbiamo indagare su ciò che davvero preferiamo, valutare le diverse possibilità, confrontare i pro e i contro delle conseguenze delle varie alternative (Mottolini, Guala, 2015).

### **2.11 Effetto gruppo e debiasing**

Un effetto interessante nell'ambito delle distorsioni comportamentali dei manager è determinato dal comportamento del team, che può mitigare o amplifica gli errori cognitivi ai quali gli individui sono inclini. Non di rado accade che le decisioni dei manager siano assunte in gruppo. Per chiarire la portata dell'effetto gruppo sulla presa di decisione riportiamo uno studio sperimentale condotto da White (1993):

l'esperimento prevede che ad un campione di individui vengano presentati le descrizioni di due progetti: il primo progetto presenta costi sommersi, il secondo no. Solo un terzo dei partecipanti che ha ricevuto la descrizione senza costi sommersi raccomanda di continuare il progetto. Quando la descrizione include i costi sommersi, quasi i  $\frac{3}{4}$  dei soggetti lo preferisce come progetto. L'analisi presenta risultati ancora più interessanti quando si prende in analisi la reazione del gruppo. Solo un terzo del gruppo sceglie il progetto senza costi sommersi, mentre la quasi totalità raccomanda i progetti in cui erano descritti i costi sommersi. In sostanza, l'effetto comportamentale risulta amplificato quando la decisione è presa a livello di gruppo rispetto ai casi in cui è assunta a livello individuale (White, 1993).

I fenomeni psicologici che abbiamo descritto sono sistematici e persistenti. Gli psicologi hanno ripetutamente dimostrato che riconoscere gli errori non implica un cambiamento automatico dei comportamenti. Il processo di debiasing, cioè di correzione dei bias cognitivi, non è un processo così semplice poiché anche se le persone imparano dai propri errori; il processo di apprendimento e di correzione degli errori è lento, e non sempre registra risultati di successo. Un ruolo importante in questo processo è ricoperto dai feedback sui risultati delle azioni: se questi sono chiari e tempestivi è più semplice tentare di rimediare.

Shefrin (2007) ha descritto un esempio di debiasing per l'avversione alla perdita certa. In primo luogo, occorre adottare una visione ampia del compito decisionale per superare l'effetto framing. In secondo luogo, è opportuno inquadrare le situazioni mediante una rimodulazione dei punti di riferimento, tale da consentire di sopportare un'eventuale perdita. Per quanto riguarda invece l'overconfidence, i manager dovrebbero separare punto di vista interno (orientato ai dettagli del progetto) e punto di vista esterno (calato sulla probabilità del progetto in generale).

## CAPITOLO III

### EMOZIONI E DECISIONI

*“È una malattia. La gente ha smesso di pensare, di provare emozioni, di interessarsi alle cose; nessuno che si appassioni o creda in qualcosa che non sia la sua piccola, dannata, comoda mediocrità”*

Richard Yates, *Revolutionary Road*

#### 3.1 Basi neurobiologiche e architettura neurale nella presa di decisione

In analogia ad altri processi cognitivi, la presa di decisione richiede l'elaborazione di un'ampia gamma di dati e informazioni provenienti da diversi canali sensoriali che deve essere analizzata ed elaborata in modo iterativo per portare alla migliore decisione. Molti studiosi hanno indagato diversi aspetti coinvolti nel decision making partendo dallo studio delle basi neurobiologiche nelle scimmie per arrivare ad analisi complesse della presa di decisione di individui e gruppi di persone.

Come in altri settori delle neuroscienze, l'esplorazione può procedere su diversi livelli di analisi: dallo studio dell'attività dei singoli neuroni nella scimmia ai sistemi cerebrali complessi nell'uomo per mezzo delle metodiche di neuroimmagine, come la risonanza magnetica funzionale (fMRI) e la tomografia a emissione di positroni (PET). Inoltre, grazie alla stimolazione magnetica transcranica (TMS) è possibile intervenire attivando selettivamente aree corticali e osservare gli effetti comportamentali associati.

La neuropsicologia cognitiva è nata e cresciuta grazie ai casi di pazienti che, avendo sviluppato deficit cognitivi specifici in seguito a una lesione celebrale focale, sono divenuti loro malgrado un'importante fonte di informazioni circa il funzionamento del cervello in ambito comportamentale.

Lo studio di pazienti con ferite accidentali o lobotomie terapeutiche della porzione frontale del cervello ha messo in evidenza l'importanza dei lobi frontali in numerose funzioni esecutive, quali la pianificazione, l'organizzazione, l'esecuzione di azioni legate al raggiungimento di obiettivi specifici e la flessibilità di risposta in relazione a differenti contingenze ambientali.



Il lobo frontale costituisce una sorta di centrale esecutiva che presiede all'integrazione e modulazione delle informazioni in entrata (interne ed esterne) e delle risposte comportamentali attuate dall'organismo, rappresentando così un elemento determinante per comprendere il complesso rapporto cervello-comportamento.

Nello studio della presa di decisione, le strutture maggiormente richiamate sono il circuito prefrontale dorso laterale e quello orbito-frontale. Il circuito prefrontale dorsolaterale attiva le funzioni esecutive (Cummings, 1993), che comprendono la possibilità di fornire risposte per risolvere problemi complicati e mantenere comportamenti adeguati alle circostanze ambientali. La corteccia orbitofrontale laterale è coinvolta in numerosi processi cognitivi, come la pianificazione, la generazione di ipotesi, la flessibilità cognitiva, la presa di decisione e l'uso di riscontri positivi e negativi, indispensabili per tenere un comportamento opportuno in termini affettivi e di contesto. Pazienti con lesioni ventromediali della corteccia orbitofrontale hanno mostrato evidenti deficit nel decision making, così come negli aspetti esecutivi legati alla presa di decisione e all'abilità di modulare ricompense e punizioni per realizzare gli obiettivi fissati. Questi soggetti, pur avendo un comportamento cognitivo regolare, commettono numerosi errori nella pianificazione della loro vita, prendendo decisioni contrarie al loro interesse, senza modificare il proprio comportamento in funzione degli errori commessi in precedenza (Cummings, 1993).

È quindi dall'indagine neuropsicologica dei pazienti neurologici con specifiche lesioni alle aree ventromediali della corteccia orbitofrontale che inizia a prendere forma un primo modello sperimentale per lo studio del decision making. Numerose ricerche hanno studiato i meccanismi neuro-funzionali alla base del comportamento di persone con lesioni alle aree ventromediali della corteccia prefrontale. Gli studi sui meccanismi di apprendimento condizionato e sulla capacità di modificare risposte soggette a ricompense, hanno portato a individuare la corteccia orbitofrontale come la struttura che permette l'associazione di stimoli ambientali ai meccanismi di ricompensa. Secondo Rolls (1999) il rinforzo dell'apprendimento è alla base

dell'elaborazione delle emozioni, e la corteccia orbitofrontale verifica il valore di rinforzo dello stimolo e permette l'associazione rapida fra stimolo e rinforzi.

Un caso divenuto celebre per la sua peculiarità è quello di Phineas Gage (Damasio, 1994). Lo sfortunato protagonista di questa storia aveva subito un profondo cambiamento di personalità in seguito a un incidente che gli provocò una grave lesione nella regione prefrontale del cervello, centrale per l'integrazione di componenti cognitive ed emotive nella presa di decisione. Sebbene si fosse ripreso in tempi relativamente rapidi, e nonostante le principali funzioni cognitive (linguaggio, memoria, programmazione del movimento) non fossero state intaccate, nell'immediato una certa instabilità emotiva sembra l'unico tratto di nota del suo nuovo comportamento. Solo al ritorno del paziente alla vita quotidiana si notò che egli avesse perso la capacità di prendere decisioni adeguate, soprattutto nell'ambito sociale. Casi analoghi per sede della lesione e conseguenze sul piano comportamentale sono state ampiamente studiati negli ultimi anni da Damasio e il suo gruppo. Per esaminare le difficoltà di questi pazienti sul piano decisionale, questi studiosi hanno sviluppato un test noto come *Iowa gambling task*, che ha lo scopo di riprodurre in una situazione sperimentale ben controllata, le variabili principali tra quelle che entrano in gioco nelle scelte reali.

Dalla sintesi di tutti i dati prodotti nelle diverse analisi sperimentali ha preso le mosse quella che è nota come *ipotesi del marcatore somatico*: gli esiti delle nostre scelte, come le conseguenze emotive che ne derivano, si fissano nella memoria, magari senza che ve ne sia un ricordo esplicito. Nel momento in cui si ritrova in una situazione di scelta analoga a una già vissuta in passato le relative tracce mnestiche si riattivano, e così facendo riattivano anche le tracce emotive associate alle conseguenze delle scelte allora, e influenzando le scelte presenti. Al centro di questo processo si trova la corteccia prefrontale ventro-mediale, che agisce come un magazzino di associazioni tra componenti emotive e cognitive (Damasio, 1994; 1996).

L'ipotesi di Damasio attribuisce ai pazienti con lesioni alla corteccia prefrontale un deficit nei meccanismi emotivi automatici. Privi di queste emozioni, i pazienti, secondo Damasio, basano le loro decisioni su un'analisi cognitiva di costi-

benefici dispendiosa che conduce, spesso, a scelte contrastanti. Questo deficit riduce la velocità e l'adeguatezza della scelta, consentendo alle persone di fare delle scelte impiegando più tempo e optando per le soluzioni non sempre vantaggiose.

Damasio ha dimostrato che le emozioni sono dimensioni cognitive, una collezione di trasformazioni che hanno luogo nel corpo e nel cervello e che sono innescate da un sistema cerebrale dedicato che risponde agli stimoli avvertiti dall'individuo o richiamati alla memoria da un particolare oggetto o situazione (Damasio, 1994; 1999; Damasio, Adolphs, 2003). La risposta dell'organismo prevede modifiche fisiologiche manifestate dallo stato corporeo (somatico). Queste modificazioni variano da cambiamenti viscerali, che possono non essere percepite da un osservatore esterno (rilascio di sostanze endocrine, leggera contrattura muscolare), a cambiamenti nel sistema muscoloscheletrico, rilevabili dall'esterno (postura, espressioni facciali). L'insieme di queste modificazioni nel corpo e nel cervello rappresentano l'emozione, mentre la percezione di questi cambiamenti costituiscono il sentimento (Damasio, 1999; Damasio, Adolphs, 2003).

Gli studi di Damasio mostrano che l'emozione è mediata a livello cerebrale dalle regioni prefrontali, tramite connessioni corticali e sotto-corticali che includono la corteccia ventromediale, il nucleo medio dorsale del talamo, l'amigdala e l'ipotalamo. Egli attribuisce alle sensazioni viscerali un ruolo centrale nella presa di decisioni in condizioni di incertezza, questa teoria del tipo bottom-up si differenzia da una teoria alternativa che pone l'accento sul ruolo dell'esperienza e dell'anticipazione del rimpianto.

### **3.2 Rimpianto e disappunto**

Nonostante la ricerca si occupi di questo tema da più di vent'anni, ad oggi non esiste ancora una definizione universalmente accettata di rimpianto. Psicologi, economisti e filosofi hanno proposto diverse definizioni e la mancanza di una definizione formale condivisa rende difficile interpretare e confrontare i risultati delle varie ricerche.

Il rimpianto è il sentimento che accompagna un'occasione ormai definitivamente persa. Per lo più è la conseguenza di non aver fatto sapendo che si sarebbe potuto fare. Nel rimpianto, emozione e cognizione sono intimamente connesse, poiché in questo caso l'emozione scaturisce ed è amplificata proprio da un ragionamento. Questo tipo di confronto tra il mondo reale e mondi alternativi che avrebbero potuto realizzarsi è subordinato all'azione di un processo cognitivo, il pensiero controfattuale. Nello specifico, il *regret* dipende dalla produzione di controfattuali di tipo *upward*, quelli cioè in cui si immaginano stati del mondo migliori di quelli effettivamente realizzati; più facile è immaginare che avremmo potuto ottenere un esito migliore, maggiore è il rimpianto. Per gli psicologi il rimpianto è un'emozione caratterizzata da una forte componente cognitiva, tanto da essere definita come un'emozione controfattuale (Kahneman, Miller, 1986). La vera forza del rimpianto non scaturisce solo dall'emozione che proviamo nei confronti di un passato che sarebbe potuto essere, ma dal modo in cui l'anticipazione di questa emozione determina le nostre decisioni.

Le teorie delle emozioni, per quanto diverse, riconoscono un ruolo funzionale alle emozioni, come segnale (Lazarus, 1991) o come guida per l'azione (Frijda et al, 1989). Le emozioni sono quindi importanti perché valutando la situazione attuale ci segnalano le azioni da mettere in atto per il raggiungimento degli obiettivi. Analogamente, la letteratura sul pensiero controfattuale mostra come i controfattuali *upward* abbiano una funzione preparatoria, portano a produrre inferenze causali utili per informarci su come le persone si sarebbero dovute comportarsi per ottenere un risultato migliore. Se si ripresenterà una situazione simile, la persona sarà pronta per affrontarla in un modo migliore (Roese, 1997).

La teoria del rimpianto (Loomes, Sugden, 1982) porta il ragionamento controfattuale dentro il processo stesso di scelta attraverso il confronto tra alternative, e lo fa enfatizzando la responsabilità implicita nella possibilità di determinare un diverso esito delle cose qualora avessimo deciso diversamente. In questo senso, creando mondi di esperienza alternativi nella nostra immaginazione, il rimpianto ci fa imparare.

Nell'idea degli autori, la teoria del rimpianto avrebbe dovuto superare la teoria del prospetto di Kahneman e Tversky (1979), perché più semplice e intuitiva (Loomes, Sugden, 1982). La teoria del rimpianto propone di sostituire la tradizionale funzione di utilità con una funzione di utilità multiattributo che incorpora il rimpianto, definito come differenza di valore tra l'esito realmente ottenuto e il più alto valore ottenibile da altre alternative. Questa correzione della funzione di utilità rifletterebbe la variazione nell'esperienza psicologica di piacere associata ad un esito, dovuta al confronto tra l'esito attuale e gli esiti che avremmo ottenuto se avessimo scelto un'alternativa diversa.

La natura anticipatoria del rimpianto e il fatto che sia una determinante della presa di decisioni, sono ormai condivise e alla base di tutta la ricerca sulla relazione tra rimpianto e decisioni (Zeelenberg, Pieters, 2007).

Ma non tutti i controfattuali *upward* portano necessariamente al rimpianto, talvolta possiamo generare controfattuali in cui mutiamo, invece delle nostre azioni, gli eventi del mondo non dipendenti direttamente da noi. Questo tipo di pensiero controfattuale porta al disappunto. Benché apparentemente simili, entrambe sono emozioni negative derivanti dal pensiero controfattuale, rimpianto e delusione differiscono per origine, fenomenologia e conseguenze. Il rimpianto deriva da controfattuali focalizzati sulle proprie azioni, mentre la delusione deriva da controfattuali focalizzati sulle situazioni.

La differente fenomenologia di rimpianto e delusione può essere confrontata sulla base di cinque dimensioni: sensazioni, pensieri, tendenze all'azione, azioni e obiettivi emotivo-motivazionali (Zeelenberg, Pieters, 1999). I risultati emersi dall'analisi sperimentale portano a sostenere che l'esperienza di rimpianto si differenzia da quella di delusione per il fatto che implica la sensazione che avremmo dovuto sapere che stavamo sbagliando, il pensare che abbiamo commesso un errore, il desiderio di annullare quanto successo e avere una seconda possibilità. Le maggiori differenze tra le esperienze di rimpianto e delusione riguardano la tendenza all'azione nel caso del rimpianto, con l'intento di rimediare alla decisione che ha portato all'esito negativo.

L'implicazione della corteccia orbitofrontale nell'anticipazione e nell'esperienza del rimpianto è stata confermata anche da uno studio di risonanza magnetica funzionale. Coricelli et al. (2005) hanno mostrato che, nelle scelte successive all'esperienza del rimpianto, aumenta l'attività della corteccia prefrontale dorsolaterale destra, della corteccia orbitofrontale laterale destra e del lobulo parietale inferiore, aree associate al controllo cognitivo. L'esperienza del rimpianto porta quindi ad attivare meccanismi di controllo cognitivo nelle scelte successive.

Anche le neuroimmagini mettono in luce da un'altra prospettiva la realtà psicologica e fisiologica delle emozioni negative associate a un'esperienza di rimpianto. Alla luce di questi risultati Coricelli et al. (2008) hanno proposto una diversa interazione tra emozioni e decision making rispetto a quanto ipotizzato da Damasio. Qui si tratta di emozioni complesse e mediate cognitivamente, perché nascono a seguito di un ragionamento controfattuale, e quindi mediante un processo che è dall'alto verso il basso (*top-down*), in cui la corteccia orbitofrontale modula la produzione delle emozioni tramite il pensiero controfattuale. L'incapacità di mettere in atto meccanismi di confronto controfattuale, osservata nei pazienti con lesioni alla corteccia orbitofrontale, porta infatti a non poter generare le emozioni associate alla presa di decisioni, come il rimpianto, e quindi a non poter mettere in atto meccanismi adattivi di regolazione e aggiustamento del proprio comportamento

### **3.3 Sistema specchio e interazione decisionale**

Il tema dell'influenza esercitata dalle interazioni sociali sulle nostre scelte ha assunto un ruolo di rilievo negli ultimi anni, grazie alla scoperta del funzionamento del sistema specchio. Il tema della decisione in ambito sociale diventa rilevante nei casi di interazione decisionale tra gli individui, ovvero quelle situazioni nelle quali le nostre opzioni di scelta dipendono direttamente, e quindi sono influenzate, dalle decisioni prese da un altro individuo. Tra le tante situazioni esplorate in laboratorio ci concentriamo sulla possibilità di identificare le basi neurobiologiche dei meccanismi per cui l'esito di decisioni altrui influenza direttamente le nostre, ovvero come sia possibile imparare o sbagliare dagli altri (Motterlini, Guala, 2015).

Gli ultimi anni hanno visto un incremento dello studio dei correlati neurali dei processi di cognizione sociale, ovvero l'insieme di differenti abilità che ci consentono di relazionarci con i nostri pari, e che sottendono la natura sociale della specie umana. Le cellule nervose che permettono questi processi di cognizione sociale sono i neuroni specchio, originariamente identificate nel cervello della scimmia, si attivano quando viene eseguita una determinata azione, ma anche quando viene osservata la medesima azione effettuata da un'altra scimmia o dallo sperimentatore (Rizzolatti et al., 1996). Le loro potenzialità in termini cognitivi sono state indagate inizialmente in ambito motorio, nel quale sembrano essere coinvolte nella capacità di riconoscere il significato delle azioni che osserviamo, di apprendere per imitazione, e persino di prevedere le intenzioni altrui (Rizzolatti et al., 2004).

L'uso delle metodiche di neuroimmagine ha confermato l'esistenza di un sistema specchio analogo anche nel cervello umano, estendendo le potenziali implicazioni cognitive di questo sistema all'ambito interpersonale. Il nucleo centrale della proprietà specchio non è limitato alle azioni osservate, ma si estende all'ambito sensoriale e affettivo. Le peculiari proprietà di questo sistema che rievoca nella mente del singolo le esperienze sensoriali e affettive altrui, rappresentano un formidabile meccanismo neurale alla base dell'empatia, mostrando la capacità di comprendere e rivivere interiormente le emozioni di chi ci sta attorno (Gallese et al., 2004)

Canessa, Motterlini et al. (2010) si sono chiesti se l'osservazione degli esiti negativi di una scelta altrui, tale da determinare rimpianto in colui che l'ha compiuta, non potesse risultare nell'attivazione delle stesse regioni cerebrali che sono associate alla propria esperienza personale di rimpianto in chi le osserva. I risultati che le neuroimmagini mettono in evidenza mostrano che la corteccia prefrontale ventromediale, il giro del cingolo anteriore e l'ippocampo associati all'esperienza di rimpianto sono attivi sia quando si prova rimpianto in prima persona sia quando si è consapevoli del rimpianto provato da un altro. Proprio come davanti a uno specchio, il nostro cervello reagisce empaticamente di fronte alla decisione sfortunata che ha preso chi stiamo osservando come fosse la nostra. Questo risultato mostra quanto

complesso e particolare il filo che ci lega agli altri, mediante il continuo rispecchiarsi delle loro esperienze nella nostra mente attraverso l'attivazione di quegli stessi circuiti cerebrali che si attivano quando proviamo rimpianto (Motterlini, Guala, 2015).

### **3.4 Emozioni transitorie e integrate**

Gli stati affettivi ricoprono un ruolo cruciale nel processo di presa decisionale. Le emozioni guidano e influenzano la presa di decisione nelle sue diverse fasi, dalla valutazione di un problema (Beattie, Barlas, 2001), fino alla valutazione dei risultati ottenuti in seguito alle proprie scelte (Mellers, Schwartz, et al., 1997; Zeelenberg, Van Dijk et al., 1998).

Diversi sono gli stati emotivi che possono accompagnare il decisore. Ad esempio, esistono emozioni che hanno un ruolo costruttivo nel processo decisionale, perché ci permettono di filtrare la moltitudine di alternative che, altrimenti, non sarebbero computabili in tempo utile, e guidano le persone verso scelte dettate da esperienze precedenti. Secondo Damasio, le persone sono facilitate nella scelta fra più possibilità grazie ai "sentimenti generati da emozioni secondarie che sono a loro volta connesse, attraverso l'apprendimento, a prevedibili esiti futuri di certi scenari" (Damasio, 1996).

Nella valutazione degli effetti emotivi sulla presa di decisione è importante distinguere due tipi di fenomeni emotivi: le emozioni incidentali e quelle integrali (Bodenhausen, 1993). Le emozioni incidentali non sono collegate con l'oggetto della decisione; esse includono emozioni come lo stato di umore e le disposizioni affettive del decisore. Le risposte emotive integrali, invece, sono quelle vissute in relazione all'oggetto della scelta da prendere, si tratta delle emozioni e dei sentimenti prodotte dalle caratteristiche reali o anche solo immaginate dall'obiettivo della decisione (Cohen, Ranganath, 2007).

Lo stato d'umore delle persone, anche quando non è direttamente collegato alla decisione, bensì incidentale rispetto alle scelte, spesso influenza la presa di decisione. Può capitare che le persone scelgano in una condizione d'umore



transitoria, o possano essere influenzate da stati emotivi durativi o disposizionali, come stati cronici d'ansia o depressivi.

Mentre le emozioni legate a situazioni precise riguardano una reazione temporanea a uno specifico evento, la disposizione emotiva rappresenta la tendenza delle persone a reagire in un particolare modo a una serie di eventi nel corso del tempo e in diverse situazioni (Lazarus, Folkman, 1984; Frijda, Mesquita, 1994).

Sono stati mostrati collegamenti sistematici fra particolari condizioni disposizionali e determinate tipologie di scelta e di giudizio: le persone che hanno paura tendono sopravvalutare i rischi e a fare scelte meno rischiose, mentre gli individui iracondi hanno la tendenza a compiere giudizi ottimistici e a prendere decisioni più rischiose (Lerner, Keltner, 2000; 2001). Pertanto, la propria disposizione emotiva sembra guidare in maniera determinante il giudizio e la scelta degli individui.

Continuando a indagare le possibili disposizioni emotive, molti studi sperimentali sostengono che persone molto ansiose rispondono più velocemente agli stimoli che inducono paura rispetto a quelli neutrali. Alcune ricerche hanno dimostrato che soggetti con un elevato livello di ansia di tratto focalizzano la loro attenzione verso stimoli spaventosi (Eysenck, 1997; Eysenck, Derakshan et al., 2007), tendono a interpretare stimoli neutri come pericolosi (Coles, Heimberg, 2002) e ricordano maggiormente informazione collegate alle paure (Mitte, 2008). È stato rilevato che le persone con condizioni di ansia strutturale sono vittime di una distorsione a livello di giudizio che li porta a evitare scelte che potrebbero avere importanti conseguenze negative, perché stimano il rischio connesso a un evento in modo maggiore rispetto a individui non ansiosi (Butler, Mathews, 1987).

La propria disposizione emotiva può influenzare la presa di decisione interagendo con stati emotivi transitori. L'influenza specifica delle emozioni transitorie sembra dipendere non solo dalla valenza dell'emozione (positiva o negativa), ma anche dalla sua specificità. Coerentemente con le scoperte riguardo la disposizione emotiva, è stato osservato che gli stati incidentali transitori di rabbia e paura hanno effetti opposti sulla percezione del rischio. Le persone che provano rabbia percepiscono meno i rischi connessi a una scelta rispetto alle persone che

provano paura (Lerner, Keltner 2000; 2001). Gli effetti delle emozioni transitorie che incidono sulla presa di decisione sono stati osservati anche riguardo alla tristezza. La tristezza incidentale aumenta la tendenza a compiere scelte rischiose e ad alta ricompensa, mentre l'ansia, al contrario, aumenta la tendenza a scelte poco rischiose e a bassa ricompensa (Raghunathana, Phamb, 1999)

Diversi studi sperimentali hanno dimostrato che stati emotivi non esplicitati possono modificare obiettivi, comportamenti e percezione e, in particolare, è stato indagato come emozioni diverse influenzino diversamente il processo decisionale (Arkes, Herren et al., 1988; Wright, Bower, 1992; Conway, Giannopoulos, 1993).

Ricerche sulla rabbia hanno mostrato che anche quando la causa dello stato emotivo non è collegata alla decisione da prendere, si manifesta comunque la tendenza a sottovalutare i dettagli, a percepire comportamenti ambigui come ostili e a non valutare il ruolo di fattori incontrollabili (Keltner, Ellsworth et al., 1993; Goldber, Lerner et al., 1999; Lerner, Tiedens, 2006).

Le emozioni positive sono associate a una maggiore confidenza, a un più elevato ottimismo circa le decisioni da prendere (Forgas, Bower, 1988) e a un pensiero creativo e divergente (Gasper, 2004). Per quanto riguarda le emozioni negative, come la tristezza, si è dimostrato che sono solitamente associate a un comportamento avverso al rischio e a un ragionamento più lucido e analitico (Clark, Isen, 1982; Isen, Daubman, 1984).

Numerosi studi giungono al risultato che gli stati d'umore negativi influenzano la presa di decisione principalmente in due modi. In primo luogo le emozioni negative modificano la decisione delle persone cambiando il contenuto dei loro pensieri. Infatti, quando si ha un umore negativo la percezione, i pensieri e i giudizi degli individui sono spesso distorti in negativo, per effetto della "congruenza di umore" (Carson, Adams, 1980; Johnson, Tversky, 1983; Cunningham, 1988; Wright, Bower, 1992) che porta a richiamare alla memoria avvenimenti della stessa valenza (Bower, 1981). In secondo luogo stati emotivi come l'ansia e la tristezza interferiscono con la corretta elaborazione delle informazioni (Eysenck, 1982; Ellis, Ashbrook, 1988) guidando la presa di decisione con dati parziali e incompleti.

A differenza delle emozioni transitorie, le emozioni integrate sono stati emotivi legati alla scelta che un decisore deve prendere. Le emozioni integrate si suddividono in due classi di emozioni: le emozioni anticipate, che sono legate alle possibili conseguenze della decisione che si andrà a prendere; e le emozioni anticipatorie, ovvero le reazioni viscerali immediate (rabbia, ansia, paura) connesse all'incertezza della decisione che si prenderà.

Quando bisogna prendere delle decisioni, spesso si è guidati dalle sensazioni, di piacere o dispiacere, collegate ai risultati che si potrebbero ottenere. Queste emozioni anticipate influenzano in modo importante il processo di decision making. Qualora la scelta porti a conseguenze negative, le persone spesso si colpevolizzano per non aver preso decisioni diverse. Questo fatto è vero soprattutto quando si è consapevoli del fatto che scelte diverse avrebbero potuto portare risultati migliori e, di conseguenza, producono uno stato cognitivo di dispiacere e perdita (Landman, 1993). Questo stato di dispiacere ha conseguenza sulla scelta presa (Gilovich, Medvec, 1995), ma può anche influenzare le decisioni anticipando le sensazioni spiacevoli legate alle cattive conseguenze della scelta (Loomes, Sugden, 1982; Sage, White, 1983). Il rimpianto anticipato, può porta gli individui a evitare situazioni rischiose e scegliere alternative più sicure (Richard, Van der Pligt et al., 1996). Questo assunto, tuttavia, è stato criticato in alcuni lavori (Zeelenberg, Beattie et al., 1996) dove è stato dimostrato che il rimpianto anticipato può portare, in alcuni casi, a fare la scelta più rischiosa.

Le ricerche sulla presa di decisione si sono concentrate maggiormente sulle emozioni anticipate, risulta interessante riportare i risultati circa il ruolo giocato dalle emozioni in qualità d'input informativi nel processo decisionale. Infatti, la risposta emotiva a stimoli, veloce e automatica, serve a orientare l'elaborazione delle informazioni e il giudizio in merito a una particolare azione, che ha luogo in un secondo momento. Le emozioni devono essere considerate come uno strumento di orientamento, in grado di aiutarci a scegliere più velocemente prima dell'attivazione del pensiero analitico nella presa di decisione (Zajonc, 1984; LeDoux, 1996).

Altri studi sostengono che le risposte emotive immediate servono a interrompere e reindirizzare l'elaborazione cognitiva verso elementi ad alta priorità, come imminenti sorgenti di pericolo (Armony, Servan-Schreiber et al., 1995; Armony, Servan-Schreiber et al., 1997). Infatti, uno stimolo pericoloso che rimane al di fuori dell'attenzione può non essere correttamente elaborato dalle strutture corticali. Al contrario, gli stimoli emotivi, che non hanno bisogno di essere elaborati dalla corteccia, arrivano immediatamente all'amigdala, permettendo le risposte automatiche fondamentali per la sopravvivenza.

### **3.5 Dimensioni affettive e umorali nella presa di decisione**

Le risposte legate alle dimensioni affettive determinanti nella presa di decisione dipendono dal compito decisionale, dalle caratteristiche individuali, e dall'interazione di queste due variabili (Slovic et al., 2004). Le persone reagiscono in modo differente alle situazioni per la tendenza che hanno a seguire le emozioni (Peters, Slovic, 2000).

Gli sviluppi più recenti hanno portato i teorici a suggerire che il decisore usi i sentimenti che percepisce come informazioni (Loewenstein et al., 2001). Quest'ipotesi è coerente sia con il fatto che l'affetto precede la cognizione (Zajonc, 1968; 1980) sia con il fatto che le persone codifichino affettivamente le conseguenze di alternative come linee d'azione (Damasio, 1994; Bechara et. al, 1997).

A partire dall'ipotesi dei marcatori somatici, alcuni studi hanno mostrato come le differenze individuali siano riconducibili alle qualità affettive della rappresentazione di uno stimolo: gli individui sono caratterizzati da un "insieme di valutazioni affettive", che contengono tutti i marcatori positivi o negativi associati alle rappresentazioni mentali degli stimoli ambientali. Slovic et al. (2002) hanno proposto addirittura che l'affetto possa essere rappresentato come una vera e propria euristica di giudizio: l'euristica dell'affetto. L'affetto, infatti, proprio come un euristica, ci conduce in una direzione piuttosto che in un'altra in modo automatico ed inconsapevole. Quest'euristica è fortemente collegata alla percezione del rischio e quindi anche al processo decisionale. Nei processi di presa di decisione le persone usano le loro emozioni, che funzionano come àncora per i giudizi e le scelte. Quando le decisioni

sono difficili e le risorse limitate, le persone basano le proprie decisioni sulle reazioni emotive, più semplici rispetto ad elaborare ragionamenti o a recuperare ricordi rilevanti. Pertanto, si può sostenere che il sistema affettivo detiene, spesso, il primato sul sistema cognitivo. Questo processo è stato definito euristica dell'affetto (Finucane et al., 2000).

Le emozioni provate dipendono dal tipo di rappresentazione che viene richiamata involontariamente nella nostra mente quando siamo stati stimolati da una parola o da una situazione. Questo fenomeno è stato definito illusione di focalizzazione perché le persone si concentrano su alcuni elementi e non su altri (Savadori, Rumiati, 2005).

L'emozione è uno stato affettivo interno e temporaneo, che riguarda valutazioni di circostanze esterne ed è legato al presente (Schwarz, 1990).

L'umore è uno stato mentale interno, connotato affettivamente, che tende a perdurare per un lungo periodo. A differenza dell'emozione ha una bassa intensità, non ha un oggetto esterno e può avere cause indefinite (Isen, Daubman, 1984). È stato dimostrato che persone di buon umore, valutano più positivamente le situazioni attuali e passate rispetto a persone di cattivo umore (Clark, Teasdale, 1982; Forgas, 1992). Questi risultati si basano sull'ipotesi che gli effetti dell'umore sui giudizi e sulla presa di decisione siano mediati dagli stati emotivi recuperati in memoria. I ricordi di eventi con la stessa valenza emotiva possono essere collegati in memoria attraverso processi automatici di *priming* (Fiske, Taylor, 1984) oppure attraverso un modello associativo a rete, in cui lo stato emotivo è associato a idee, eventi, pattern muscolari ed espressivi (Bower, 1981). Quando viene appreso nuovo materiale, questo materiale viene associato con i nodi emotivi attivati in quel determinato momento. In generale, le persone desiderano di mantenere l'umore positivo e a modificare quello negativo. Pertanto, le persone con umore positivo eviteranno di prendere decisioni rischiose perché una eventuale perdita ridurrebbe il loro buonumore, mentre persone con umore negativo tendono a scegliere opzioni rischiose per ottenere un miglioramento d'umore, derivante da un potenziale guadagno (Johnson, Tversky, 1983).

### **3.6 Dimensioni cognitive e valutative delle emozioni nella presa di decisione**

Lo studio delle emozioni ha seguito due diverse prospettive di ricerca: da un lato si cercato di investigare il flusso continuo di emozioni e il rapporto interattivo fra l'uomo e il mondo esterno, esaminando gli indicatori verbali e non verbali delle emozioni; dall'altro lato si è cercato di isolare e analizzare i singoli episodi emotivi valutando le diverse componenti delle emozioni (cognitive, fisiologiche, espressivo-motorie, motivazionali ed esperienziali).

Alle emozioni è stato spesso riconosciuto un ruolo determinante nel processo decisionale (Cacioppo, Gardner, 1999). Le emozioni possono aiutare il decisore in molti modi (Kendal, Montgomery, 1997). Sicuramente il decisore può essere aiutato a scegliere fra diverse alternative; inoltre, le emozioni possono fungere da segnale per il decisore circa il fatto che la decisione che sta prendendo può procurargli piacere o dispiacere. Ulteriormente, le emozioni provate dal decisore possono influenzare la sua attenzione e il modo in cui affrontare il compito decisionale (Lewinsohn, Mano, 1993). Inoltre, dal momento che le situazioni che le persone si trovano ad affrontare si presentano in modo ambiguo, le emozioni possono aiutare il decisore nell'interpretazione della situazione. Alcune ricerche hanno dimostrato che le emozioni hanno effetti più localizzati sul giudizio rispetto all'umore, mostrando che gli effetti delle emozioni sulle decisioni scompaiono nel momento in cui l'emozione non è più presente (Schwarz, Clore, 1983).

Alcune ricerche hanno dimostrato che una determinata emozione terminato il suo effetto, può lasciare la persona in un determinato stato emotivo al punto di influenzare le successive decisioni (Bodenhausen, 1993; Loewenstein, Lerner, 2003).

Alcuni autori hanno proposto modelli che prevedono diverse dimensioni cognitive delle emozioni, intese come pattern valutativi sottostanti le specifiche emozioni (Scherer, 1982; Roseman, 1984; Smith, Ellsworth, 1985), identificando sei dimensioni cognitive che differenziano le esperienze emozionali: attenzione, sicurezza, controllo, piacere, responsabilità e sforzo anticipatorio.

a) Il livello di attenzione riflette l'intensità con cui gli eventi attirano o respingono l'attenzione delle persone. Questa dimensione è importante per differenziare

soprattutto le emozioni negative: che possono avere un alto livello di attenzione come la frustrazione, o un basso livello attentivo come la noia; dalle emozioni positive, che sono generalmente associate ad un alto livello di attenzione.

b) La sicurezza/certezza si configura come percezione di prevedibilità e comprensione degli eventi futuri (alta sicurezza) o come incapacità nella comprensione degli eventi (bassa sicurezza). Gli individui che non hanno paura descrivono con sorpresa le situazioni in cui sentono che sta per accadere qualcosa di inatteso (alta sicurezza), al contrario le persone che provano paura, descrivono situazioni in cui non sono sicuri di quello che sta per accadere (bassa sicurezza).

c) Il controllo si basa sulla percezione che gli eventi siano causati da fattori dipendenti dall'individuo (alto controllo) oppure alla sensazione che gli eventi dipendano da fattori indipendenti dall'individuo (basso controllo). Solitamente le persone prima valutano il grado di controllo personale della situazione, poi, se sentono di non riuscire a controllare la situazione, valutano se questo può essere attribuito ad altri soggetti oppure a fattori esterni. Le persone che provano rabbia ritengono che gli eventi negativi siano attribuibili a una persona, mentre le persone che provano tristezza credono che gli eventi negativi dipendano dal caso.

d) La piacevolezza si differenzia in percezione di piacere (alta piacevolezza) oppure percezione di dispiacere (bassa piacevolezza). La valutazione personale di questa dimensione dipende sia dalla valenza delle emozioni, ma anche dagli scopi che guidano gli individui in una determinata situazione.

e) La responsabilità si riferisce alla percezione emotiva di quale causa ha generato un determinato evento, la causa può essere dipendente dal singolo (alta responsabilità), oppure può rimandare alla sensazione che qualcuno o qualcosa sia responsabile di quell'evento (bassa responsabilità). Chi prova colpa spesso crede di essere responsabile della situazione in cui si trova, mentre persone che provano tristezza credono di essere vittime delle circostanze.

f) Lo sforzo anticipatorio, si riferisce alla percezione di dover fare qualcosa, a livello fisico o mentale, in determinate situazioni (alto sforzo anticipatorio), oppure alla percezione che non sia necessario nessuno sforzo perché la situazione è tranquilla

(basso sforzo anticipatorio). Questa dimensione è particolarmente interessante per differenziare le emozioni positive. In particolare, la sfida è associata a un livello alto di sforzo anticipatorio, la speranza a un livello moderato e la felicità a un livello basso. Fra le emozioni negative, la noia si presenta un livello molto basso di sforzo anticipatorio. Le altre emozioni negative sono associate ad alti livelli di sforzo anticipatorio perché per migliorare una brutta condizione è necessario molto impegno.

Questo approccio si differenzia da quello classico basato che considera esclusivamente la valenza (positiva o negativa) come aspetto rilevante delle emozioni (Elster, 1998), perché molte ricerche mostrano che emozioni con la stessa valenza sono diversi per alcuni aspetti come le espressioni facciali (Keltner, Ekman, 2003), le reazioni del sistema nervoso autonomo (Levenson, Ekman, Friesen, 1990) e le reazioni del sistema nervoso centrale (Berkowitz, Harmon-Jones, 2004).

L'approccio di Smith e Ellsworth (1985) è utile per lo studio degli effetti che le emozioni hanno sul processo decisionale, e nello specifico nelle fasi del giudizio e della scelta. Individuare queste dimensioni risulta determinante per capire la natura delle emozioni e gli effetti sulla presa di decisione. Alcune dimensioni cognitive riguardano temi centrali della ricerca sul decision making, come la probabilità di accadimento degli eventi, il grado di sicurezza delle persone, l'attribuzione di responsabilità e di colpa (Gigerenzer, 1989).

Ogni emozione attiva una predisposizione cognitiva a valutare le situazioni, in linea con le dimensioni cognitive legate all'emozione stessa. Le tendenze valutative aiutano l'individuo a rispondere agli stimoli ambientali che evocano l'emozione, ma persistono e diventano una lente percettiva per interpretare le situazioni future e influenzare i giudizi successivi. Alcuni studi hanno dimostrato che la rabbia aumenta la tendenza a percepire gli altri individui come responsabili di eventi negativi (Lerner, Goldberg, Tetlock, 1998), altri studi hanno dimostrato che le persone che provano paura forniscono giudizi negativi e hanno un'elevata percezione di rischio, mentre persone che provano rabbia forniscono giudizi positivi di eventi futuri e hanno una scarsa percezione di rischio (Lerner, Keltner 2000; 2001).



Appare interessante notare come le emozioni direzionano l'attenzione, la memoria e il giudizio sugli eventi che le elicitano (Schwarz, 1990; Johnson-Laird, Oatley, 1992). Inoltre, l'intensità delle emozioni generalmente riflette l'importanza delle situazioni loro relate (Frijda et al., 1992), e la valutazione dell'importanza delle situazioni è, a sua volta, controllata dai processi cognitivi che calcolano la rilevanza di queste situazioni rispetto a obiettivi e standard personali (Ortony et al., 1988).

L'aspetto motivazionale delle emozioni sulla cognizione è così forte che gli stati emotivi guidano sia le opinioni riguardanti l'evento iniziale che li ha generati, e interagiscono anche sugli altri eventi. Questo fenomeno è stato chiamato rimanenza incidentale dell'emozione (Bodenhausen, 1993; Loewenstein, Lerner, 2003). Ad esempio, la rabbia innescata in una data situazione porta a incolpare altre persone di eventi negativi in altre circostanze (Quigley, Tedeschi, 1996).

Riassumendo, possiamo sostenere che, si è avviata una rivalutazione del ruolo delle emozioni nei processi decisionali. Diversi studi hanno dimostrato la tendenza degli individui a basarsi sulle proprie emozioni quando devono valutare situazioni rischiose (Finucane et al., 2000; Loewenstein et al., 2001). In passato gli studi che sull'influenza dell'affetto nei processi decisionali si sono concentrati sugli effetti dello stress e dell'umore nella presa di decisione (Janis, Mann, 1977; Bower, 1981; Fiske, Taylor, 1984). Negli ultimi vent'anni ci si è concentrati sull'influenza di emozioni specifiche e incidentali sui giudizi e le scelte, valutando l'effetto puntuale di ciascuna emozione sulla presa di decisione. È stato dimostrato che le persone che provano paura forniscono giudizi negativi di eventi futuri e hanno alta percezione del rischio, mentre le persone che provano rabbia forniscono giudizi ottimistici e hanno una scarsa percezione di rischio. Le nuove prospettive teoriche si sono occupate della relazione fra emozioni incidentali e percezione di rischio (Hemenover, Zhang, 2004; Fischhoff, et al., 2005), attribuzione di causalità e responsabilità (Goldberg et al., 1999), attenzione (DeSteno, et al., 2004) e profondità nell'elaborazione delle informazioni (Tiedens, Linton, 2001).

## CAPITOLO IV

### MODELLI DI PROGETTAZIONE DEL SOFTWARE

*"I computer sono incredibilmente veloci, accurati e stupidi. Gli uomini sono incredibilmente lenti, inaccurati e intelligenti. L'insieme dei due costituisce una forza incalcolabile"*

Albert Einstein

#### 4.1 Code and Fix

Agli esordi dell'informatica lo sviluppo di software era un'attività caratterizzata da un approccio *code and fix*. Questa modalità di programmazione era priva di organizzazione e di controlli precisi su tempi, costi e qualità del software prodotto. L'unico obiettivo di questo approccio non strutturato era quello di capire se il software rispondeva alle richieste iniziali e correggere e/o modificare le parti non funzionanti.

L'approccio *code and fix* può essere usato per realizzare software poco complessi, sarebbe molto difficile da applicare a soluzioni software complesse e presenterebbe problemi nell'apportare modifiche o nell'aggiungere funzionalità, volendo garantire un elevato livello di qualità.

L'aumento crescente della complessità delle soluzioni informatiche ha portato a definire i primi modelli di organizzazione dello sviluppo software. Nasce così l'ingegneria del software che si occupa dei processi produttivi e delle metodologie di sviluppo per realizzare sistemi software (Pressman, 2000). L'obiettivo di questa disciplina è garantire che lo sviluppo del software sia performante ed efficiente sia da un punto di vista tecnologico, sia da un punto di vista metodologico. Il ciclo di vita del software prevede che la soluzione applicativa da realizzare venga scomposta in sotto-attività fra loro coordinate e comprende almeno le seguenti attività:

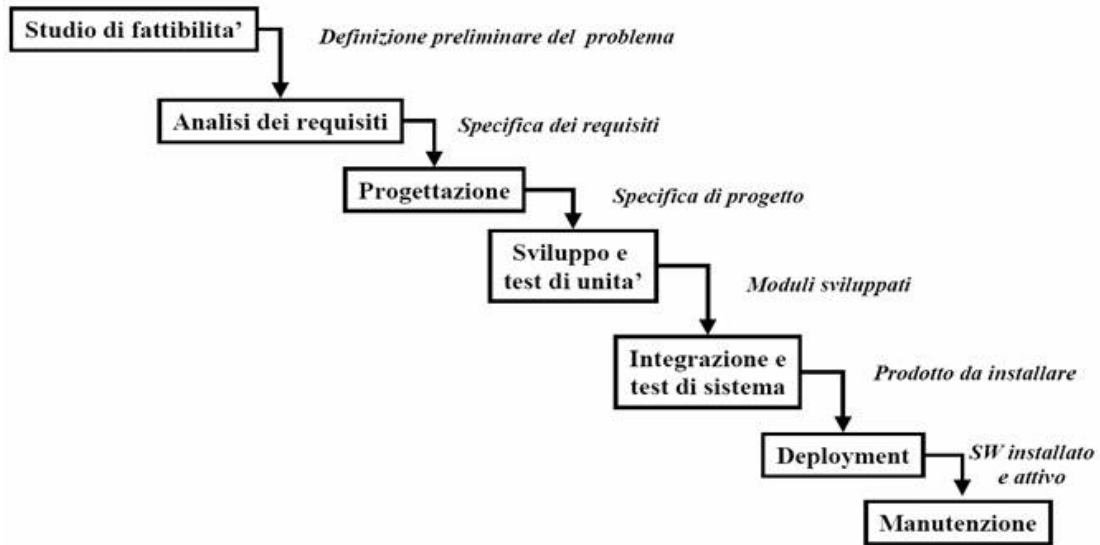


Figura 3. Rappresentazione delle diverse fasi del ciclo di vita del software

Migliorare i processi di sviluppo delle soluzioni software significa fare degli sforzi per far evolvere anche le metodologie che ne sostengono gli sviluppi. Negli anni si sono susseguite diverse metodologie che hanno caratteristiche diverse in base ai bisogni del progetto o del cliente. Le metodologie possono essere suddivise in:

- Metodologie pesanti (come il modello a cascata).
- Metodologie iterative (come il *Rational Unified Process*).
- Metodologie agili.

Tutti i modelli di sviluppo software comprendono le attività strutturali generiche che sono state descritte in figura 3, ma ognuno di essi applica un' enfasi differente alle diverse fasi e definisce un flusso di lavoro che coinvolge ciascuna attività strutturale in un modo differente (Munassar, Govardhan, 2010).

## 4.2 Modello a cascata

Il modello a cascata (*waterfall model*) è un modello prescrittivo che prevede una sequenza di fasi definite per realizzare un prodotto software. Queste metodologie di sviluppo vengono chiamate prescrittive perché stabiliscono una serie di elementi del processo: attività strutturali, azioni di ingegneria, valutazione della qualità e meccanismi di controllo delle modifiche, definendo il modo in cui questi

diversi momenti vengono correlati fra loro (Alshamrani, Bahattab, 2015).

Il modello a cascata è stato adottato all'inizio degli anni '70 come primo metodo di lavoro strutturato per diminuire i costi di sviluppo, rispetto alle metodologie precedenti. Il modello a cascata è il processo di sviluppo software più diffuso nel mondo e si rifà al processo della catena di montaggio tipica della produzione industriale. Il modello a cascata presenta un approccio sistematico e strettamente sequenziale allo sviluppo del software, in cui ciascuna fase produce un preciso output (*deliverable*) che diventa input per la fase successiva. L'elemento principale di questo modello è la sequenza rigida delle fasi, che comporta la completa assenza di sovrapposizioni e l'assenza di ricicli. Un'ulteriore caratteristica è la convinzione che sia possibile progettare correttamente l'applicazione sin da subito, confidando sulla stabilità dei requisiti.

Il modello a cascata mette in evidenza quattro fasi (figura 4) che si ritrovano in tutte le metodologie successive.

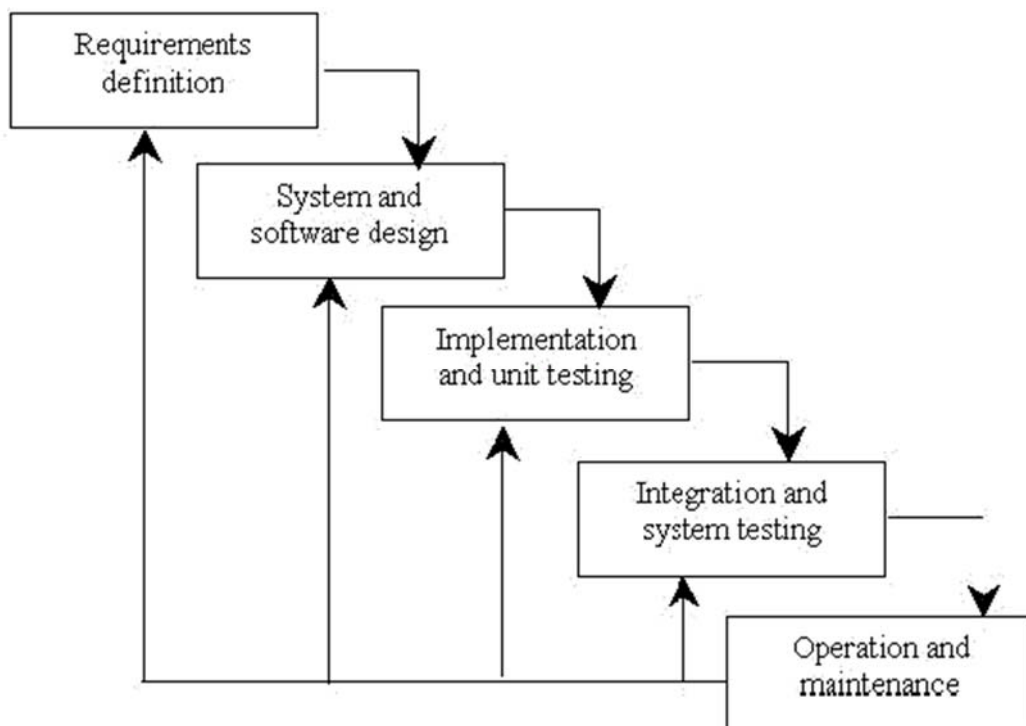


Figura 4. Rappresentazione delle fasi del modello a cascata (waterfall model)

Il punto di partenza è rappresentato dai bisogni del cliente che diventano i

requisiti che il software deve soddisfare. Vengono identificati i requisiti generali dell'intero sistema (hardware, software di base, fonti di informazioni, riferimenti funzionali) e i requisiti di dettaglio che dovranno essere realizzati nel prodotto software. Tutti questi elementi sono contenuti in un documento che deve contenere tutte le informazioni perché omettere qualche elemento potrebbe compromettere il risultato dell'intero progetto.

La fase successiva determina come verrà sviluppato il sistema secondo quanto stabilito nell'analisi dei requisiti, definendo l'architettura (hardware e software) del sistema e identificando tutti i componenti da realizzare o modificare. Completata questa seconda fase si passa all'implementazione del sistema.

Infine, si verifica la correttezza dell'implementazione del sistema e ci si pone la domanda se le specifiche sono state soddisfatte. Un ulteriore aspetto del collaudo è l'attività di integrazione e di testing di tutto quanto è stato sviluppato.

Il modello a cascata è una metodologia ben strutturata che offre il maggior vantaggio quando i requisiti sono definiti e ben chiari fin dall'inizio del progetto. Inoltre, è utilizzabile quando la tecnologia è ben nota, perché se utilizzata in contesti dinamici, destinati a cambiare rapidamente e di cui non si ha una buona conoscenza, si rischia di dover riscrivere alcune parti perché le fasi rigide non prevedono cambiamenti in corso di realizzazione.

Il modello a cascata ha contribuito a definire molti concetti fondamentali, e ha rappresentato un punto di partenza per l'evoluzione della metodologie di sviluppo software, che da quel momento viene considerata come un processo industriale (con le relative necessità di documentazione e controllo) e non più come un'attività artigianale (il cosiddetto approccio code and fix).

La maggiore difficoltà di applicazione di questo modello è determinata dalla rigidità delle diverse fasi che rende complicato rispondere alle richieste di modifiche non programmate da parte del cliente. Per queste ragioni il modello a cascata può essere adottato solo se i requisiti sono definiti chiaramente all'inizio e non cambiano durante lo sviluppo. Infatti, qualsiasi modifica dei requisiti porta a ritardi nelle fasi di rilascio e a un aumento esponenziale dei costi di sviluppo.

Inoltre, il time-to-market è un ulteriore punto a sfavore nell'uso di questa metodologia perché il tempo che può passare dalla commissione del progetto alla consegna al cliente potrebbe durare anche anni, in questo caso non potendo apportare delle correzioni in corso d'opera il prodotto realizzato risulterebbe tecnologicamente obsoleto.

### **4.3 Processo RUP (Rational Unified Process)**

Il Rational Unified Process (RUP) è un processo di sviluppo, o meglio un framework di processo, di tipo iterativo ed incrementale. Il RUP si fonda su delle best practices di sviluppo, cioè utilizzando sistemi software di base largamente utilizzati nell'industria. Il processo viene controllato in tutte le sue fasi e pertanto incoraggia il controllo della qualità e la gestione del rischio. Il RUP appartiene al ciclo di vita del software iterativo e incrementale, in modo tale da assecondare la complessità dello sviluppo e permettere la flessibilità necessaria per gestire i cambiamenti nei requisiti (Kruchten, 2000).

Il RUP si compone di più fasi e prevede un iter incrementale. La prima fase è l'*inception* che permette la verifica della fattibilità tecnica ed economica dell'intervento. Inoltre, in questa prima fase vengono definiti i business case per individuare i criteri di successo, la gestione dei rischi, la stima delle risorse necessarie, la pianificazione e la schedulazione degli obiettivi del progetto.

La seconda fase è l'*elaboration* che definisce in dettaglio le caratteristiche funzionali, strutturali e tecniche del sistema. Tutte le decisioni architetturali devono essere prese avendo una conoscenza dell'intero sistema e questo implica che la descrizione della maggior parte dei requisiti sia contenuta e documentata all'interno del sistema.

La fase successiva è la *construction*, che produce una prima versione del sistema pronta per i test di accettazione. In questa fase vengono definiti i requisiti rimanenti e i criteri di accettazione e verifica del software.

La fase finale è la *transition* che produce una versione definitiva del sistema. In questa fase viene rilasciata una prima versione *beta* sulla quale vengono corretti

eventuali *bugs*, successivamente vengono inseriti eventuali requisiti aggiuntivi non rilevanti o completare lo sviluppo di alcuni requisiti lasciati in coda (Kruchten, 2000).

Il processo RUP integra due prospettive: una tecnica, che tratta gli aspetti qualitativi, ingegneristici e di metodologie progettuali, e una gestionale, che si occupa degli aspetti finanziari, strategici e commerciali. Un processo di sviluppo iterativo come il RUP fornisce la possibilità di cambiare i requisiti durante le fasi di sviluppo, questo permette di prendere decisioni tattiche al momento giusto, rispondendo alle continue richieste del cliente. Le singole parti vengono integrate in modo iterativo e questo viene facilitato dalla suddivisione in funzioni atomiche.

#### **4.4 Metodologia Agile**

La metodologia Agile, ideata nel 2001 dalla Agile Alliance, è un metodo di sviluppo software che coinvolge il committente, allo scopo di ridurre gli eventuali malfunzionamenti del software prodotto e aumentando la soddisfazione del cliente. L'idea di base della metodologia Agile è di essere adattiva, ovvero seguire l'evoluzione dei requisiti dell'utente per creare una soluzione software che rispecchi le richieste del cliente (Dingsøy et al., 2010).

Questa metodologia porta cambiamenti profondi nel processo di sviluppo software. Una delle modifiche più importanti è quella di ridurre il tempo di consegna al cliente: per fare questo la metodologia prevede che il progetto totale sia suddiviso in parti più piccole (decise dal cliente) e ogni singola parte viene consegnata al cliente appena realizzata. Si tratta di una suddivisione in funzioni autoconsistenti che devono essere realizzate in poche settimane per arrivare sul mercato nel minor tempo possibile, e velocizzare lo sviluppo delle funzionalità, e non come avviene nel modello a cascata (si veda il punto 4.2) che impiega una grande quantità di tempo (Dingsøy et al., 2010).

Il metodo Agile cambia il modo di intendere lo sviluppo del software: si passa da un modello con fasi di lavoro definite a priori, a uno dinamico che punta a realizzare una soluzione che rispecchia le esigenze e le richieste di modifica del cliente. Una differenza significativa tra le due metodologie è nella definizione delle

risorse. Il modello a cascata fissa un requisito e definisce il numero di risorse e il tempo necessari per realizzarlo, nel metodo Agile invece si fissano le risorse e il tempo e si decide con il cliente quante e quali funzionalità applicative realizzare.

Il modello a cascata si compone di quattro macro fasi che vengono eseguite una dopo l'altra, senza alcuna possibile sovrapposizione. Uno dei problemi di questa metodologia è definire l'avanzamento del progetto in termini di percentuale. Non si può rispondere con precisione alla richiesta di avanzamento del progetto perché le fasi non hanno uguali contenuti e non le si può stimare in modo affidabile (Dingsøyr et al., 2010).

Il modello Agile suddivide il progetto complessivo in piccole parti di durata fissa, in modo da sapere quanto tempo viene impiegato per ogni singola parte e conoscere in qualsiasi momento la percentuale di avanzamento del progetto. Questo è determinato dalla maggiore facilità di stimare la durata di una piccola operazione piuttosto che di una grande e complessa operazione.

Inoltre, risulta molto importante il fatto che l'output, che restituisce ogni iterazione (approccio iterativo), è un incremento di software (approccio incrementale) autoconsistente e immediatamente utilizzabile. Questo approccio migliora la soddisfazione del cliente, che può già usare una parte del software subito dopo la consegna, e può valutare la porzione di software appena realizzata, il che aiuta a cambiare, correggere e migliorare più velocemente gli sviluppi successivi.

Adottando la metodologia Agile, grazie alle iterazioni brevi, è possibile anticipare la concorrenza e uscire prima sul mercato, offrendo così la possibilità al cliente di beneficiare del nuovo software in tempi rapidi e riducendo il rischio eventuale di fallimento del progetto. Il confronto tra team di sviluppo e cliente è importante perché aiuta a gestire le priorità e le eventuali nuove richieste. Fornisce, inoltre, una migliore visibilità e un più efficiente monitoraggio dell'avanzamento del progetto. Condividendo i micro sviluppi con il cliente si possono comprendere meglio le sue necessità, evitando così di commettere errori e di sprecare del tempo. Alcune ricerche dimostrano che il costo del *debugging* del software si riduce (figura 5) se si utilizza un approccio Agile rispetto a quello tradizionale (Rasmusson, 2010).



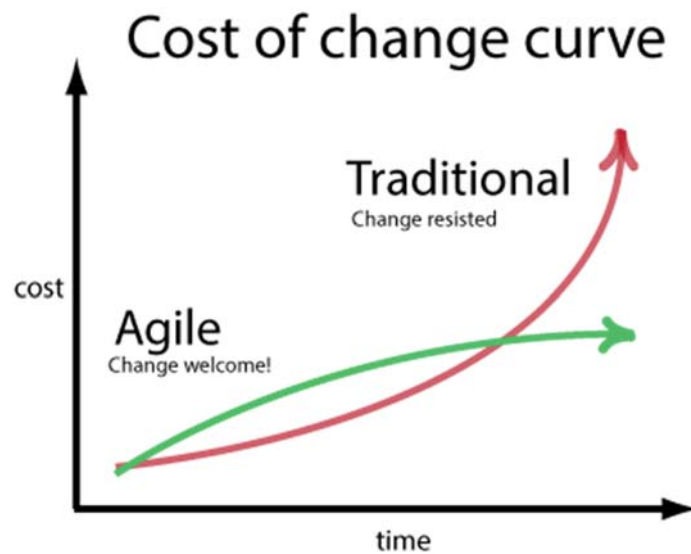


Figura 5: Andamento dei costi di cambiamento dei due metodi a confronto

La riduzione dei costi nella fase di correzione dei difetti del codice si osserva nella metodologia Agile perché i test sono parte integrante dell'implementazione (Test-Driven Development), di contro nelle metodologie tradizionali è necessario attendere il termine dello sviluppo per trovare e correggere i difetti del codice.

La metodologia Agile si pone l'obiettivo di evitare di implementare più codice di quanto serve per la soddisfazione dei requisiti del cliente. Questo concetto è dimostrato da uno studio di Johnson (2002), che mostra (figura 6) come quasi la metà delle funzionalità applicative sviluppate in una soluzione software non vengono usate dagli utenti finali.

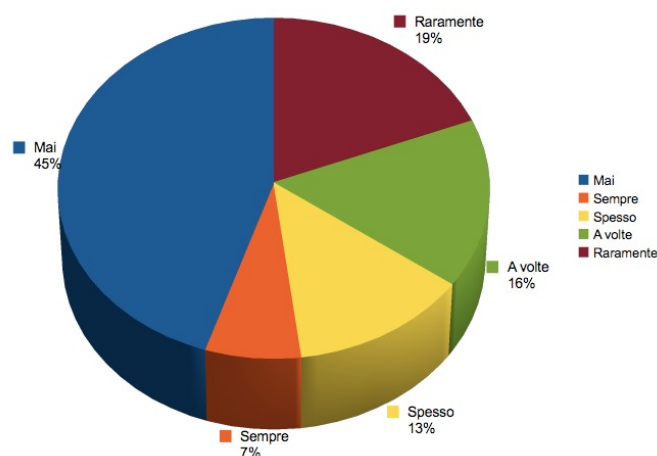


Figura 6: Utilizzo delle funzionalità applicative da parte degli utenti.

Gli elementi che conducono a uno sviluppo software di successo (MacCormack, 2001) sono il rilascio rapido di una funzionalità per la valutazione del cliente, la possibilità di eseguire i test di integrazione quotidianamente, avere una squadra e/o un leader esperti nel prendere velocemente decisioni in condizioni di ambiguità, costruire un'architettura modulare che possa sostenere la possibilità di aggiungere facilmente nuove funzionalità.

Possiamo intendere la metodologia Agile come una raccolta di tecniche diverse che trasformano i metodi tradizionali e che condividono i valori e i principi del Manifesto Agile. Sotto questa definizione vengono raggruppate metodologie innovative (figura 7) come Extreme Programming (o XP, ideato da Kent Beck), Crystal (ideato da Alistair Cockburn), Scrum (ideato da Ken Schwaber) e Lean Software Development (ideato da Tom e Mary Poppendieck), che rientrano nella definizione di metodologie Agili perché permettono il confronto continuo con il cliente e la modifica dei requisiti funzionali durante lo sviluppo (Kniberg, 2010).

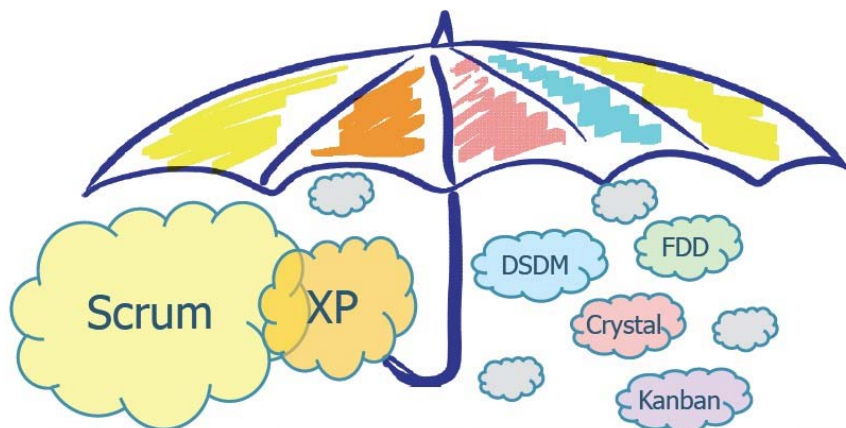


Figura 7: Rappresentazione grafica di tutti i modelli che condividono i principi del Manifesto Agile.

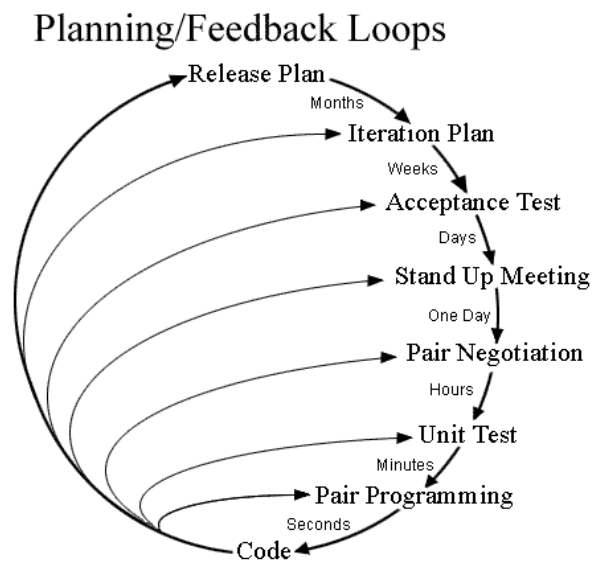
#### 4.5 eXtreme Programming (XP)

L'eXtreme Programming, formulato da Kent Beck è un processo di sviluppo adattivo e *people oriented* che si realizza attraverso una serie di pratiche: comunicazione, semplicità, rispetto e coraggio (Beck, 2000). Per coraggio si intende la possibilità di incorrere nell'eventualità di dover buttare il codice appena scritto e riscriverlo completamente per migliorarlo oppure ridurre la complessità.

Alla base dell'eXtreme Programming ci sono alcune attività (Beck, Fowler, 2000) che qualificano questa metodologia di processo:

- 1) Pianificazione. La pianificazione viene vista come un dialogo tra il cliente e il team di sviluppo per definire un piano di lavoro, che preveda intervalli brevi e che sia costantemente aggiornato. Il cliente descrive uno scenario che la soluzione software deve soddisfare, mentre il team di sviluppo decide le priorità e i tempi di consegna delle singole funzionalità. Durante la fase di pianificazione viene costruito un piano di lavoro con l'elenco delle funzionalità da realizzare e i momenti di consegna.
- 2) Collaborazione con il cliente. È importante una continua collaborazione con l'utente finale, che è la persona che realmente utilizzerà il sistema e che può contribuire attivamente alla realizzazione del software verificando le funzionalità implementate e rispondendo alle domande del team di sviluppo sui processi funzionali che le funzionalità devono automatizzare.
- 3) Rilasci piccoli e frequenti. Le iterazioni di sviluppo sono molto brevi e frequenti per avere un rapido feedback da parte del cliente ed essere in grado governare i possibili cambiamenti.
- 4) Unit Testing e Continuous Integration. I test unitari (Unit Test) sono dei test che verificano la correttezza del codice in ogni sua piccola parte (da qui unitario) e vengono utilizzando la tecnica del *test-driven development*, che controlla e garantisce la qualità del software che si sta sviluppando e verifica il rispetto dei requisiti funzionali del cliente. Il Test-Driven Development (TDD) è una tecnica di sviluppo (e non di test) che combina il Test-First Development (TFD) con il *refactoring* per garantire un'elevata qualità nel codice. Seguire l'approccio TFD significa scrivere i test prima ancora di avere scritto il codice.
- 5) Design semplice. La soluzione applicativa in fase di progettazione prevede la definizione di un disegno architeturale che dovrà essere il più semplice possibile per rendere più facile la manutenzione del prodotto una volta rilasciato al cliente.

- 6) Pair programming. Consiste nella programmazione a coppie: due programmatori sono seduti l'uno accanto all'altro su una stessa macchina, con una tastiera e un mouse. Ognuno dei programmatori ha un ruolo diverso, uno scrive codice mentre l'altro ne verifica la correttezza.
- 7) Refactoring. Consiste nel riprogettare iterativamente il codice, cercando di migliorarlo e di renderlo il più semplice possibile per facilitare le modifiche e la manutenzione.



*Figura 8: Rappresentazione grafica delle fasi dell'eXtreme Programming.*

Alcuni di questi aspetti rendono l'eXtreme Programming poco applicabile, perché sono necessarie elevate competenze di sviluppo e una predisposizione allo sviluppo TDD. Programmatori meno esperti potrebbero avere più difficoltà a progettare in maniera semplice per migliorare la manutenzione successiva. Un altro problema è quello del costo del pair programming perché bisogna raddoppiare il numero di programmatori presenti nel team di sviluppo.

#### **4.6 Scrum**

Scrum è un framework Agile, ideato da Ken Schwaber e da Jeff Sutherland alla fine degli anni '90 e definisce un nuovo approccio al project management, trasformando in modo radicale due relazioni tradizionali nello sviluppo software:

quella tra clienti e fornitori e quella tra capo progetto e sviluppatori (Schwaber, 2004).

Il termine Scrum deriva dal rugby e descrive la mischia ordinata, ovvero una situazione di gioco che si crea per ordine dell'arbitro per riprendere il gioco quando esso è stato interrotto per qualche irregolarità. Lo scopo è di spingere tutti nella stessa direzione per conquistare la palla; nell'informatica, il fine ultimo è quello di sviluppare software più efficiente e di migliore qualità.

Il framework Scrum è particolarmente indicato per situazioni progettuali con obiettivi e requisiti imprevedibili e in costante cambiamento. Una caratteristica del metodo Scrum è quella di condurre i progetti in modo iterativo ed incrementale. Le sessioni di durata definita vengono chiamate sprint, durante le quali si sviluppa il prodotto. Il cliente e il team di sviluppo identificano i requisiti di ogni sprint in base alla priorità e alla complessità delle funzioni da rilasciare (Schwaber, 2004). Gli sprint comprendono tutte le fasi di sviluppo (analisi, progettazione, realizzazione, test, integrazione) dei modelli tradizionali. All'interno di ciascuno sprint è importante tenere traccia quotidianamente del completamento dei task, per allineare tutti in merito allo stato di avanzamento dello sviluppo.

Il framework Scrum è orientato verso risultati concreti e verso la gestione dei cambiamenti, e permette di lavorare in modo produttivo anche in situazioni caotiche e confuse. Come per le metodologie Agile prevede la condivisione iterativa con il cliente e una assunzione di responsabilità collettiva da parte del team. Bisogna ricordare che è un processo che definisce esclusivamente pratiche di project management e non fornisce indicazioni su come condurre altre discipline fondamentali (gestione requisiti, analisi, test) è quindi opportuno integrarlo con altri approcci (ad esempio eXtreme Programming) per colmare le parti mancanti.

#### **4.7 Lean Software Development**

Il Lean Thinking è un modello operativo nato in Toyota negli anni '80, ma oggi viene applicato in settori e ambiti diversi per aumentare l'efficienza della produzione (nel nostro caso di software) ed eliminare gli sprechi (Taiichi, 1988). Il "Toyota Way"

si basa fondamentalmente su due principi: profondo rispetto per tutte le persone coinvolte nel processo e il miglioramento continuo. Questi principi che stanno alla base del successo del Gruppo Toyota sono condivisi da tutta l'organizzazione e vengono applicati in tutte le attività lavorative e a tutti i livelli organizzativi (Hino, 2006). Uno dei principi fondamentali è il *Genchi Genbutsu* (andare a vedere di persona), cioè incontrare il cliente e vedere come utilizzerà il prodotto, questa fase è necessaria per decidere quali siano le decisioni giuste da prendere, raccogliere consensi e raggiungere gli obiettivi prefissati. Un altro principio fondamentale è il *Kaizen* (miglioramento continuo) che coinvolge l'intera struttura aziendale: si tratta di un principio che sostiene nella vita ci si può migliorare continuamente. Deriva dalle parole giapponesi "Kai" che significa "continuo" e "Zen" che significa "miglioramento" (Larman, Vodde, 2009).

Nello sviluppo software Lean, l'obiettivo principale è quello di eliminare tutti gli sprechi che producono valore per il cliente. Per eliminare gli sprechi bisogna sapere quello che vuole il cliente. Tutto quello che non serve o non viene usato dall'utente finale è uno spreco. È stato dimostrato (figura 6) che un utente utilizza per la maggior parte del tempo soltanto una piccola parte delle funzionalità messe a disposizione dal sistema software (Johnson, 2002).

Sempre con l'obiettivo di individuare le attività che producono valore per il cliente e distinguerle dalle attività accessorie, la metodologia Lean utilizza la mappa del flusso del valore (value stream map), che permette di individuare quali punti del processo impediscano o ritardano la costruzione del valore per il cliente.

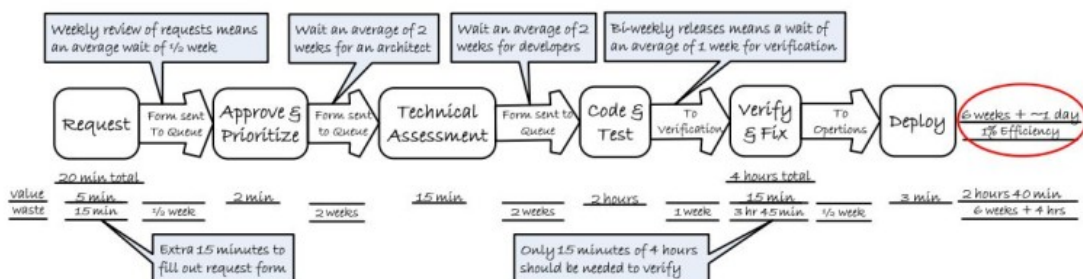


Figura 9: Esempio di Value Stream map.

Prendendo il modello a cascata, è facile dimostrare che l'elenco completo delle

specifiche con tutte le esigenze da soddisfare, comprensivo di quelle inutili, è uno spreco. Per ridurre i costi è necessario sviluppare solo le parti importanti e che verranno utilizzate dall'utente finale: in questo caso si parla di flusso di valore. Lo sviluppo del software è un processo di creazione e il modo migliore per non produrre scarto è quella di confrontarsi iterativamente con l'utilizzatore finale, che può aiutare il team di sviluppo a realizzare un prodotto migliore e funzionalmente coerente.

Un ulteriore elemento significativo per il metodo Lean è il *Just in Time* che prevede di fare una determinata attività solo quando è necessaria. Questo significa che le scadenze di consegna vengono definite dal team che si è impegnato a realizzarle.

Data la velocità con cui i requisiti e i bisogni del cliente cambiano, è preferibile posticipare il più possibile le decisioni importanti in modo da avere il maggior numero di informazioni ed evitare di prendere strade sbagliate. Le aziende che riescono a essere competitive lavorando sulla pianificazione e sulla temporalità delle consegne hanno un grande vantaggio perché riescono a ridurre gli sprechi e quindi ridurre i costi.

## CAPITOLO V

### STUDI SPERIMENTALI

*“Qualunque sia il risultato di un esperimento, ci sarà sempre qualcuno pronto a fraintenderlo, falsificarlo, o credere che si sia prodotto in virtù della sua teoria preferita”*

*Arthur Bloch, Seconda legge di Finagle*

#### 5.1 Scelta del campione e definizione del perimetro di analisi

La progettazione del software può essere rappresentata come un processo di valutazione di ipotesi incerte (le possibili funzionalità applicative) alla luce dell'acquisizione di informazioni imperfette (le analisi dei processi da automatizzare). Idealmente, tale processo comporta innanzitutto una lista di ipotesi realizzative compatibili con i primi risultati di analisi ottenuti. Già a questo stadio, le diverse ipotesi implementative potranno essere considerate più o meno efficaci ed efficienti in funzione della loro maggiore o minore diffusione nel cluster di soggetti cui l'utente finale appartiene per età, ruolo e competenze precedenti. A questo punto, il compito dell'analista di processo consisterà nel raccogliere informazioni aggiuntive per migliorare la soluzione applicativa che verrà realizzata. I risultati iniziali raccolti e la rilevanza dei confronti successivi permetteranno di aggiornare la probabilità delle diverse ipotesi implementative, fino al punto in cui qualcuna di esse avrà raggiunto un livello di affidabilità sufficiente per determinare l'inizio dello sviluppo.

Perché è necessario progettare il software, e non è sufficiente limitarsi a costruirlo? Se l'analisi serve per capire quale sistema costruire e lo sviluppo serve a realizzare tale sistema, quali obiettivi vengono riversati sulla progettazione? La necessità di progettare deriva, oggi più che mai, dalla crescente complessità dei sistemi software. Sistemi spesso caratterizzati da vincoli di compatibilità rispetto a soluzioni preesistenti, o con richieste di prestazioni real time, o influenzati da problematiche di sicurezza sempre più significative. Aggiungiamo l'instabilità dei requisiti, il desiderio di mantenere bassi i costi di sviluppo, e otteniamo uno scenario che caratterizza tante soluzioni software, soprattutto nelle fasi di manutenzione ed evoluzione dei sistemi informativi complessi.

Progettare diventa allora importante perché costituisce un momento,



nell'intero ciclo di vita di un progetto, in cui il focus principale è capire come costruire un sistema limitando i costi in una più ampia prospettiva di evoluzione del software. Intesa in questo modo, la progettazione diventa uno strumento per gestire la complessità del sistema. In pratica, un certo livello di complessità viene ereditato direttamente dal problema stesso e, come tale, non può essere facilmente abbattuto. Altri contributi derivano da aspetti tecnici legati alla soluzione, come le tecnologie utilizzate o la modularità del programma. Proprio nei confronti di tali aspetti il progettista può esercitare un maggiore controllo.

Lo scopo principale del nostro lavoro è verificare la presenza di euristiche nella fase di presa di decisione di tecnici esperti che progettano e realizzano sistemi informativi complessi. Diventa importante definire il concetto di complessità di un sistema informativo distinguendo tra complessità essenziale e complessità accidentale. La complessità essenziale nasce dal dominio e viene considerata una componente intrinseca al problema. Essa è caratterizzata dai processi che si vogliono automatizzare e digitalizzare. Dalla complessità essenziale, infatti, deriva la difficoltà nel comprendere e descrivere gli aspetti multiformi di un problema, o di comunicare ai membri del team di progetto un particolare aspetto del problema (Nguyen, Swatman, 2000).

La complessità accidentale, per contro, nasce con il tentativo di definire e formalizzare il problema. Essa è causata, in fase di analisi, da vari fattori (Nguyen, Swatman, 2000), tra cui la comprensione limitata del dominio da parte degli analisti, la mancata identificazione di astrazioni chiave, la completezza e il livello di precisione dei requisiti. La complessità accidentale è inizialmente il risultato di una scarsa corrispondenza tra la struttura del modello del sistema software e quella dei processi da informatizzare, ovvero della parte di dominio attinente al problema da risolvere.

Con il procedere dall'analisi al design, queste due forme di complessità sono destinate ad aumentare. In parte, la complessità essenziale cresce come conseguenza del maggiore approfondimento sugli aspetti essenziali del problema; in parte, tende a crescere con l'introduzione dei requisiti non funzionali. La complessità accidentale, invece, cresce spesso a causa della sovra ingegnerizzazione di alcune parti del

modello, o quando la piattaforma hardware/software (includendo sia l'hardware fisico o virtuale, sia lo strato software composto da sistema operativo e linguaggio di programmazione) impone vincoli rispetto alla risoluzione del problema. In conclusione, la complessità essenziale non potrà essere rimossa completamente così come, entro certi limiti, avremo sempre una parte di complessità accidentale (Baruzzo, Pescio, 2004). Queste formulazioni di complessità sono presenti in molti software che gestiscono grandi moli di dati e una grande quantità di utenti, e che hanno bisogno di elevati standard di sicurezza perché detengono informazioni rilevanti per i processi amministrativi e gestionali di enti pubblici o privati.

Per verificare le nostre ipotesi abbiamo condotto uno studio approfondito sul campo presso una struttura di rilievo nazionale e internazionale che racchiude tutti gli elementi necessari e di rilievo per approfondire e verificare la nostra ipotesi di ricerca.

Lo studio è stato condotto presso il Cineca, un Consorzio Interuniversitario senza scopo di lucro formato da 67 Università italiane, 9 Enti di Ricerca Nazionali e il MIUR. Costituito nel 1969 (come Consorzio Interuniversitario per il Calcolo Automatico dell'Italia Nord Orientale), oggi il Cineca è il maggiore centro di calcolo in Italia, uno dei più importanti a livello mondiale. Operando sotto il controllo del Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca, offre supporto alle attività della comunità scientifica tramite il supercalcolo e le sue applicazioni, realizza sistemi gestionali per le amministrazioni universitarie e il MIUR, progetta e sviluppa sistemi informativi per le amministrazioni pubbliche, sanità e imprese. Sempre più punto di riferimento unico in Italia per l'innovazione tecnologica, con sedi a Bologna, Milano Roma e Napoli, e oltre 800 dipendenti, il Cineca opera al servizio di tutto il sistema accademico, dell'istruzione e della ricerca nazionale.

Cineca offre supporto alle attività di ricerca della comunità scientifica tramite il supercalcolo e le sue applicazioni, grazie a un ambiente di calcolo al massimo livello delle architetture e delle tecnologie disponibili. Il suo personale specializzato è altamente qualificato e affianca i ricercatori nell'utilizzo dell'infrastruttura tecnologica, sia in ambito accademico che industriale. Partecipa ai progetti

dell'Unione Europea con numerose iniziative di promozione, sviluppo e diffusione delle più evolute tecnologie informatiche. La sua missione istituzionale comprende la realizzazione di sistemi gestionali e servizi a sostegno delle università e del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR). In questo ruolo, il Consorzio è impegnato nella costante ricerca di soluzioni in grado di accompagnare gli atenei nel loro cammino di ammodernamento dei metodi di governo di realtà così complesse e articolate.

Per il MIUR, il Cineca realizza sistemi informativi che consentono l'interazione di tutte le componenti del mondo accademico con l'Amministrazione centrale, garantendo al Ministero il costante monitoraggio dei processi e il coordinamento di tutte le attività.

Inoltre Cineca è concretamente impegnato nelle attività di trasferimento tecnologico alle imprese e la pubblica amministrazione. In particolare realizza sistemi avanzati per la gestione e l'analisi delle informazioni in ambito biomedico e sanitario, manifatturiero e della grande distribuzione. Oggi il Cineca è trait d'union ad alto contenuto tecnologico tra la realtà accademica, la ricerca e il mondo dell'industria e della pubblica amministrazione.

Pertanto, i team di progettisti e sviluppatori del Cineca rappresentano un campione molto interessante su cui condurre la nostra analisi sperimentale perché vi sono condizioni particolari e privilegiate difficilmente riscontrabili in altri contesti. Infatti, per il suo ruolo istituzionale al Cineca è stato affidato di progettare e realizzare sistemi che vengono utilizzati quotidianamente da oltre 2 milioni di soggetti tra studenti universitari, professori universitari, ricercatori e personale tecnico amministrativo, inoltre i suoi tecnici possono vantare una elevata competenza specialistica in materia di tecnologia, che pone attualmente il Consorzio al diciottesimo posto nel mondo e al terzo posto in Europa tra i soggetti che gestiscono sistemi ad altissime prestazioni di calcolo.

## 5.2 Obiettivi e ipotesi

Il primo scopo di questo studio è di indagare la relazione fra le diverse strategie cognitive usate da progettisti e sviluppatori quando devono prendere decisioni in merito a due passaggi fondamentali nella quotidianità della loro attività professionale: il primo è determinato dalla stima dei tempi per la progettazione e realizzazione di una funzione applicativa all'interno di una soluzione software complessa; il secondo passaggio vuole indagare le strategie cognitive messi in atto in condizioni in cui bisogna decidere se avviare il *refactoring* di una soluzione software vetusta o mantenerla. A differenza di molti studi sperimentali che hanno valutato il decision making soprattutto in riferimento all'ambito economico e finanziario, questo lavoro valuta la presa di decisione in condizioni di attività professionale quotidiana, rappresentative di una serie di circostanze in cui gli individui si possono imbattere ogni giorno. I soggetti prendono quotidianamente decisioni in diversi ambiti, riguardanti la propria salute, il proprio denaro e le relazioni sociali, estremamente comuni nella vita della maggior parte delle persone, come indicato da numerose ricerche (Byrnes, Miller, Schafer, 1999; Soane, Chimel, 2005). Attraverso la costruzione di domande che descrivono ipotetiche situazioni di vita professionale quotidiana, si è cercato di porre i soggetti di fronte a scenari caratterizzati da incertezza e ambiguità. È stato adottato l'approccio di Wallach e Kogan (1964), che per primi hanno studiato i processi sottostanti la presa di decisione utilizzando le situazioni quotidiane.

Il nostro studio sperimentale constava di due esperimenti. Il primo esperimento (esperimento 1) aveva l'obiettivo di indagare le strategie cognitive che influenzano la performance decisionale nell'attività di stima e realizzazione di una funzione applicativa di un sistema software complesso; il secondo esperimento (esperimento 2) voleva verificare la presenza di euristiche e biases che si possono attivare quando ci si trova di fronte alla decisione circa il rifacimento di un sistema software in una situazione di complessità essenziale e accidentale.

Ogni esperimento aveva un obiettivo e dei sotto-obiettivi. L'esperimento 1 aveva l'obiettivo principale di indagare l'attivazione di euristiche nell'attività di stima

e realizzazione di una funzione applicativa di un sistema software complesso. Di seguito, relativamente all'esperimento 1 sono presentati i sotto-obiettivi e le ipotesi correlate.

- Sotto-obiettivo 1.1: indagare l'incidenza dell'euristica della rappresentatività nella stima dei tempi e nella scelta del linguaggio di programmazione per realizzare una nuova funzione applicativa. In riferimento al sotto-obiettivo 1.1 riteniamo rilevante verificare se in soggetti con competenze tecniche che richiedono continui aggiornamenti, per mantenersi al passo con la tecnologia e con i nuovi linguaggi di programmazione, la presa di decisione sia fortemente influenzata dall'euristica della rappresentatività. Infatti, l'euristica della rappresentatività induce il soggetto a predire solo in base alla positività o negatività di una descrizione, così facendo le proprie scelte saranno insensibili all'attendibilità delle prove e all'accuratezza attesa della predizione. Pertanto, decisione che ne consegue verrà presa in base a quanto simile è l'evento richiesto rispetto alla categoria di riferimento (Kahneman, Tversky, 1973).

- Sotto-obiettivo 1.2: indagare se è presente l'euristica dell'aggiustamento e dell'ancoraggio per stimare l'impegno necessario a realizzare una funzione applicativa con un modello di sviluppo conosciuto, o se adottarne uno nuovo, quindi più performante ed evoluto, ma impiegando più tempo. In merito al sotto-obiettivo 1.2 ipotizziamo che i soggetti di fronte ad una domanda che prevede una scelta difficile tra due opzioni facciano riferimento ad alcuni elementi della richiesta, usando l'ancora come una ragione plausibile. (Kahneman, 2012).

- Sotto-obiettivo 1.3: indagare la presenza dell'euristica della simulazione in contesti ostili, ovvero quando l'utente che utilizza una funzione applicativa non è soddisfatto. In merito al sotto-obiettivo 1.3 risulta interessante capire quale situazione il tecnico valuti più ostile tra una condizione di insoddisfazione dell'utente da un mese o da tre mesi. E indagare quale utente decida di affrontare tra quello insoddisfatto da un mese e quello da tre mesi.

- Sotto-obiettivo 1.4: indagare la presenza dell'euristica della disponibilità quando ci si trova di fronte alla scelta di riscrivere una funzione con il linguaggio di

programmazione conosciuto oppure approfondire un nuovo linguaggio e riscriverla in maniera diversa e innovativa. In merito al sotto-obiettivo 1.4 l'euristica della disponibilità sostituisce il quesito con un altro: in realtà i soggetti cercano di valutare le dimensioni alternative o calcolare la frequenza di un possibile nuovo fallimento che può verificarsi nel riscrivere la stessa funzionalità con lo stesso linguaggio di programmazione, ma sono suggestionati dalla facilità con cui vengono loro in mente le caratteristiche del linguaggio di programmazione conosciuto.

- Sotto-obiettivo 1.5: verificare se viene attivato qualche forma di effetto *priming* quando il soggetto viene posto di fronte alla possibilità di riscrivere nuovamente una funzione applicativa non funzionante e di cui sostiene di aver eseguito correttamente tutti i passaggi. In merito al sotto-obiettivo 1.5 la presenza di una descrizione che identifica utenti insoddisfatti avvia un processo di attivazione associativa: le idee che sono state evocate innescano molte altre idee in una sequenza sempre più consistente di processi decisionali. La forza di questa complessa serie di eventi mentali è la coerenza. Ogni elemento è connesso all'altro e ciascuno sostiene e rafforza gli altri. La descrizione proposta evoca ricordi, che evocano emozioni, che a loro volta inducono il soggetto a prenderne le distanze. Infatti, la presa di distanza intensifica le sensazioni cui sono associate, e le sensazioni a loro volta rafforzano le idee compatibili (Kahneman, 2012). La nostra ipotesi è che l'attivazione dell'effetto *priming* conduca i soggetti a chiedere supporto ad altri colleghi per il controllo di quanto realizzato e quindi prendere le distanze dalla funzione applicativa non funzionante.

- Sotto-obiettivo 1.6: indagare il funzionamento che svolge la legge della psicofisica quando ci si trova a valutare la gravità e l'impatto di una funzione applicativa non funzionante su una platea molto vasta di soggetti. In merito al sotto-obiettivo 1.6 appare determinante conoscere la percezione dei soggetti quando si trovano di fronte a grandezze rilevanti e come viene considerata la proporzione degli utenti insoddisfatti rispetto al gruppo di riferimento preso in considerazione. Pertanto, si ipotizza che i soggetti all'aumentare delle grandezze in gioco possano non essere in grado di calcolare le dovute proporzioni e quindi sottostimare

l'insoddisfazione.

- Sotto-obiettivo 1.7: verificare l'attivazione dell'euristica del riconoscimento in una condizione che vede il soggetto dover scegliere quale linguaggio di programmazione preferire tra uno conosciuto e un altro sconosciuto ma più performante, per riscrivere una funzionalità applicativa. In merito al sotto-obiettivo 1.7 secondo Gigerenzer (2007) l'euristica del riconoscimento è utile se esiste una forte correlazione tra il riconoscimento e il criterio assunto per formulare il giudizio; una possibile formulazione dell'euristica del riconoscimento è la seguente: se uno dei due oggetti è conosciuto e l'altro non lo è, allora si può inferire che l'oggetto riconosciuto possiede il valore più elevato rispetto al criterio (Rumiati, 2016). Pertanto, si ipotizza che i soggetti possano propendere per il linguaggio di programmazione conosciuto rispetto a quello non conosciuto.

- Sotto-obiettivo 1.8: verificare se l'effetto incorniciamento può favorire lo status quo bias, ovvero la tendenza degli individui a non modificare il proprio comportamento abituale, rimanendo attaccati alla situazione in cui si trovano. In merito al sotto-obiettivo 1.8 si ipotizza che i soggetti preferiscano che le cose rimangano invariate senza fare nulla o attenendosi a una decisione presa in precedenza (Samuelson, Zeckhauser, 1988). Samuelson e Zeckhauser notano che il pregiudizio dello status quo è coerente con l'avversione alla perdita, e che potrebbe essere psicologicamente spiegato da impegni presi in precedenza, dall'affaticamento che comporta il cambiamento e dal bisogno di controllo che viene facilitato dal mantenimento di una situazione nota e abituale. Secondo Kahneman e Tversky le persone provano un maggiore rimpianto per i risultati negativi derivanti dalle nuove azioni intraprese piuttosto che per le cattive conseguenze che sono la conseguenza dell'inazione (Kahneman, Tversky, 1982a).

- Sotto-obiettivo 1.9: indagare il ruolo dell'omission bias quando i soggetti si trovano a dover riscrivere una funzionalità applicativa senza avere un'analisi puntuale e precisa di come dovrebbe essere la nuova funzione. In merito al sotto-obiettivo 1.9 si ipotizza come dimostrano i risultati di molti studi che quando le persone temono che la loro decisione si rivelerà sbagliata a posteriori, proveranno un forte senso di

rimpianto e attiverà in loro una forte avversione al rischio (Seiler et al., 2008). I soggetti pensano di provare un dispiacere maggiore facendo una scelta che si possa rivelare sbagliata rispetto al dispiacere che proverebbero per aver preso la decisione di non effettuare un'azione che avrebbe potuto produrre un risultato accettabile, così facendo la soluzione preferibile è attendere e non prendere alcuna decisione (Legrenzi, 2006).

- Sotto-obiettivo 1.10: verificare su quale aspetto i soggetti dell'esperimento concentrano la propria attenzione e le loro valutazioni, quando si trovano a dover scegliere tra il rifacimento del processo da automatizzare o il restyling della funzione applicativa. In merito al sotto-obiettivo 1.10 si ipotizza che gli individui cadano nell'illusione di focalizzazione quando la loro attenzione è catturata dalla possibilità di un cambiamento in un aspetto particolare ma significativo per le proprie competenze, esagerando di conseguenza gli effetti di questo cambiamento sul benessere generale (Schkade, Kahneman, 1998).

L'esperimento 2 aveva l'obiettivo principale di indagare la presenza di euristiche e biases che si possono attivare quando ci si trova di fronte alla decisione di continuare a mantenere il sistema software in uso o rifarlo (*remake*), in una situazione di complessità essenziale e accidentale. Di seguito, relativamente all'esperimento 2 sono presentati i sotto-obiettivi e le ipotesi correlate.

- Sotto-obiettivo 2.1: indagare l'effetto dell'avversione all'incertezza rispetto ad una condizione che prevede il rifacimento di una funziona applicativa che porterà benefici nel medio termine, ma tensioni nel breve termine. In riferimento al sotto-obiettivo 2.1 si ipotizza che l'avversione all'incertezza, porterà i soggetti a preferire la condizione attuale rispetto alla gestione di una situazione non controllabile e quantificabile, compresi i rischi noti rispetto ai rischi sconosciuti. Ad esempio, quando si sceglie tra due scommesse, è più probabile che scegliamo la scommessa per la quale conosciamo le probabilità, anche se le probabilità sono scarse, rispetto a quella per cui non conosciamo le probabilità.

- Sotto-obiettivo 2.2 verificare l'influenza dell'avversione alla perdita nei casi in cui l'insoddisfazione dell'utente è manifesta e non vi sono alternative al rifare la



funzione applicativa per migliorare la percezione dell'utente. In riferimento al sotto-obiettivo 2.2 ipotizziamo che i soggetti scelgano di rifare l'applicazione di fronte ad una situazione in cui l'unica possibilità per modificare la percezione dell'utente sia il rifacimento, anche se questo comporti inevitabilmente un periodo di tensioni iniziali a causa della immaturità del sistema. Questo perché "le perdite incombono più dei guadagni" (Kahneman, Tversky, 1979), infatti si pensa che il dolore di perdere sia psicologicamente circa due volte più potente del piacere di guadagnare. Pertanto le persone sono più disposte a correre dei rischi per evitare una perdita.

Il principio base dell'avversione alla perdita può spiegare perché in alcuni casi le penalità sono più efficaci dei premi nel motivare le persone e talvolta vengono applicati nelle strategie di cambiamento del comportamento (Gächter et al., 2009).

- Sotto-obiettivo 2.3: indagare la presenza dell'effetto disposizione quando ci si trova nella condizione di scegliere quale componente migliorare per aumentare la soddisfazione dell'utente. In riferimento al sotto-obiettivo 2.3 si ipotizza che i soggetti sceglieranno la soluzione di rifare la componente meno performante ma trasparente per l'utente finale rispetto a continuare a migliorare l'interfaccia che è l'unica porzione di applicazione in uso all'utente. La nostra ipotesi è che i soggetti si comporteranno come gli investitori che ritengono del tutto normale e affatto irrazionale vendere un titolo che sta guadagnando e mantenere in portafoglio uno che sta perdendo.

- Sotto-obiettivo 2.4: indagare il comportamento dei soggetti in contesti in cui bisogna presentare pubblicamente una soluzione tecnologica che mostri le competenze dei singoli. In merito al sotto-obiettivo 2.4 si ipotizza che i soggetti rappresentino la propria storia professionale come una serie di episodi. Quando viene mostrata una soluzione tecnologicamente allo stato dell'arte seppur molto semplice in termini di funzionalità implementate i soggetti provano un'emozione positiva perché stanno presentando quello che considerano come un episodio positivo. Al contrario presentare pubblicamente una soluzione funzionalmente complessa ma tecnologicamente poco evoluta gli provoca un'emozione negativa perché realizza che si tratta di un episodio negativo. Pertanto, l'utilità di realizzazione (Barberis, Xiong,

2012) porterà i soggetti a scegliere di presentare la soluzione tecnologicamente più avanzata seppur funzionalmente più semplice.

- Sotto-obiettivo 2.5: verificare la presenza di *overconfidence* dei soggetti sottoposti ad un intervento rischioso che potrebbe comportare la perdita di dati. In merito al sotto-obiettivo 2.5 si ipotizza che come riportano alcune ricerche gli individui reputano le proprie abilità superiori alla media e pertanto possano optare per scegliere la soluzione più rischiosa. Shefrin (2001) mostra che, dato un gruppo di persone a cui viene posta la domanda se si giudichino sopra la media o sotto la media (intesa come mediana), rispetto ai colleghi di lavoro, tra il 65 e l'85% si ritengono superiori alla media. Poiché non più del 50% di ogni gruppo può collocarsi sopra la mediana, è un esempio di come gli individui siano generalmente *overconfident* rispetto alle proprie capacità. L'*overconfidence* è quindi strettamente correlata con la percezione delle proprie capacità e abilità: un individuo si definisce *overconfident*, cioè troppo sicuro di sé, quando tende a sovrastimare la precisione delle proprie conoscenze ed informazioni.

- Sotto-obiettivo 2.6: indagare la presenza della fallacia del *sunk cost* nella decisione di riscrivere un sistema ormai vetusto oppure mantenerlo cercando di apportare migliorie. In merito al sotto-obiettivo 2.6 si ipotizza che i soggetti tradiscano la teoria della decisione razionale cadendo nella fallacia del *sunk cost*. Infatti, la teoria della decisione razionale stabilisce che quando si devono prendere delle decisioni il decisore razionale dovrebbe considerare unicamente le conseguenze future e non prendere in considerazione le decisioni già prese. Ma generalmente ci si comporta in maniera diversa, non rispettando il principio dei costi sommersi. Ciò che è stato speso non è più recuperabile e perciò dovrebbe essere ininfluenza per la decisione successiva. Il decisore razionale dovrebbe tenere in considerazione soltanto i costi e i benefici derivanti dalla decisione che deve prendere attualmente (Tversky, Kahneman, 1981).

Sotto-obiettivo 2.7: indagare la presenza del principio dello spaccettamento di fronte ad una situazione identica a quella proposta nel sotto-obiettivo 2.6 ma formulata con una descrizione più dettagliata. In merito al sotto-obiettivo 2.7 si

ipotizza che a seguito della presentazione di una situazione sintomatica in maniera più dettagliata ciò può rendere più saliente al decisore aspetti ai quali non avrebbe dato altrimenti peso (Redelmeier et al., 1995). Questo è confermato dalla teoria del supporto (*support theory*) secondo cui gli individui non assegnano probabilità agli eventi, bensì alle descrizioni degli eventi. Una descrizione più dettagliata degli eventi potrà generare una maggiore quantità di evidenza positiva e argomenti favorevoli a supporto della decisione presa (Tversky, Koelher, 1994).

Sotto-obiettivo 2.8: indagare la disposizione di tecnici specializzati a stimare l'effort per realizzare una funzione applicativa basandosi sulla propria esperienza e non su sistemi di supporto alle decisioni con base statistica. In riferimento al sotto-obiettivo 2.8 si ipotizza che i soggetti nell'affidarsi alla propria esperienza o intuizione tentano di dimostrare la loro capacità, assumendo soprattutto in un contesto caratterizzato da procedure formalizzate un punto di vista inedito, e nel fare le loro predizioni prendono in considerazione combinazioni complesse di caratteristiche. La complessità può funzionare in alcuni casi particolari, ma spesso riduce la validità. Parecchi studi hanno dimostrato che i decisori umani sono meno affidabili di una formula predittiva anche quando viene fornito loro il punteggio suggerito dalla formula (Hoffman et al., 1968; Meehl, 1986; Shanteau, 1988; Kahneman, 2012).

### **5.3 Partecipanti**

Lo studio sperimentale costituito da due esperimenti (esperimento 1 ed esperimento 2) è stato condotto somministrando un questionario a 144 soggetti del Consorzio Cineca: selezionati sulla base dei ruoli primari della metodologia Agile (si veda il paragrafo 4.4). I soggetti hanno una età compresa tra i 24 anni e i 62 anni. La variabile classe di età è stata strutturata in 4 livelli (25-34 anni, 35-44 anni, 45-54 anni, 55-64 anni) e presenta la distribuzione mostrata in figura 10a; anche l'anzianità di servizio è stata strutturata in 4 livelli (1-5 anni, 6-10 anni, 11-15 anni, 16-20 anni) e presenta la distribuzione mostrata in figura 10b.

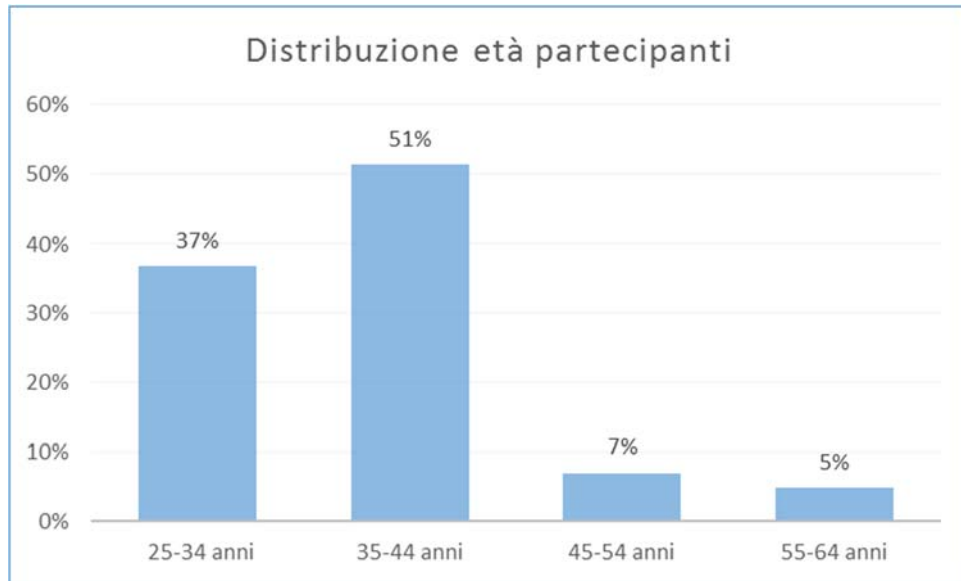


Figura 10a. Distribuzione età partecipanti

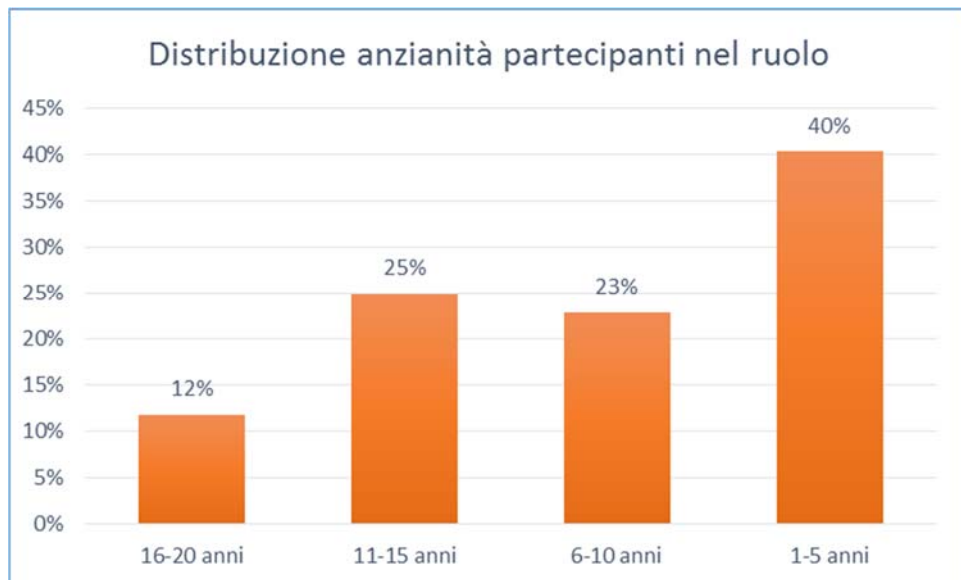


Figura 10b. Distribuzione anzianità dei partecipanti nel ruolo

La metodologia Agile, e in particolare il *Disciplined Agile Delivery* (DAD) prevede due tipologie di ruoli: i ruoli primari che accompagnano l'intero ciclo di vita del software, e i ruoli secondari che vengono richiesti in particolari situazioni. Dal momento che il nostro lavoro ha l'obiettivo di verificare la presenza di alcune euristiche attivate nella fase di progettazione e realizzazione del software si è deciso di prendere in considerazione quelle figure che hanno la responsabilità e il ruolo per prendere delle decisioni in merito allo sviluppo di soluzioni software complesse.

I ruoli primari previsti dal Disciplined Agile Delivery sono:

*Team Member.* Il Team Member è il soggetto impegnato nella creazione del prodotto e quindi nella produzione di Valore per gli stakeholder. Il Team Member si dedica alla stesura del codice, al testing, al planning e alla stima dei costi. Ogni componente del Team deve avere gli skills necessari per assolvere a tutte le attività richieste, e dovrà avere una buona base che gli permetta di partecipare alle varie attività: identificare, stimare, realizzare e aggiornare lo stato dei task di propria competenza. È interessante notare che rispetto alle metodologie Core Agile, non si parla di “developer” o “programmatore” perché non tutti i membri del Team sono chiamati a scrivere codice.

*Team Lead.* Il Team Lead è una figura che ha il compito di facilitare e guidare il team eliminando gli ostacoli che impediscono il raggiungimento degli obiettivi. Ulteriore caratteristica di questo ruolo è quello di contemplare il coaching Agile, guidando il team nell'applicazione pratica dei principi Agili e nel mantenimento del focus rispetto al Valore da produrre, in forte sinergia con il Product Owner.

*Product Owner.* Il Product Owner raccoglie le richieste del cliente e definisce cosa dovrà essere realizzato definendo le priorità. Il product owner è responsabile di fare chiarezza sui dubbi relativi alle funzioni da sviluppare, lavorando a stretto contatto con il resto del Team in modo da ridurre la necessità della stesura di documenti formali, ad ovvia esclusione di quelli che rappresentano un valore per gli stakeholder.

*Architecture Owner* L'Architecture owner è il mentore architetturale del sistema e guida il Team nelle scelte inerenti, in particolare nel design e nella sua evoluzione. Spesso lo specialista che ricopre il ruolo di architecture owner è lo stesso che ricopre anche quello di Team Lead, soprattutto nei progetti più piccoli, mentre si tende ad avere due figure diverse quando si impatta su progetti e Team di grandi dimensioni. Bisogna precisare che a volte l'architecture owner è un senior developer del team che prende in carico dei work item esattamente come ogni altro team member anche se, il suo background e le sue competenze, gli permettono di discutere di aspetti più complessi e comportarsi come mentore con i colleghi meno esperti.

Un altro elemento importante per definire la rappresentatività del campione è

il rapporto tra i diversi ruoli. Ogni Team è composto mediamente da 20 soggetti, e ogni team è coordinato da un Team Lead. Invece i Product Owner e gli Architecture Owner non coordinano risorse, ma ciascuno di loro ha la responsabilità di organizzare e gestire una soluzione software. Pertanto, avendo coinvolto 34 Team Lead, 22 Architecture Owner, 11 Product Owner e 77 Team Member abbiamo rappresentato l'ecosistema di sviluppo di una grande azienda strutturata che consta di 34 team di sviluppo (per un totale di circa 600 sviluppatori-programmatori) e che mantiene un catalogo di circa 30 soluzioni software complesse. Quindi possiamo sostenere di aver costruito un campione composto da soggetti con ruoli di coordinamento e con competenze specialistiche estremamente rilevanti.

#### **5.4 Disegno Sperimentale**

Al fine di osservare gli effetti principali e di interazione fra le euristiche coinvolte in due differenti momenti del processo decisionale a cui si è sottoposti nella progettazione e realizzazione di software complessi, il disegno sperimentale adottato prevede quattro variabili indipendenti: sesso, ruolo, classe di età e classe di anzianità

Le variabili indipendenti sono state costruite su più livelli. In dettaglio, per la variabile indipendente sesso abbiamo due livelli (maschio/femmina); per la variabile ruolo abbiamo quattro livelli (Team Lead [TL], Product Owner [PO], Architecture Owner [AO], Team Member [TM]); per la variabile classe di anzianità abbiamo 4 livelli (1-5 anni, 6-10 anni, 11-15 anni, 16-20 anni); infine per la variabile classe di età abbiamo 4 livelli (25-34 anni, 35-44anni, 45-54 anni, 55-64 anni).

Come tecnica di ottimizzazione abbiamo usato il Fisher's scoring, ovvero la varianza del gradiente del logaritmo della funzione di verosimiglianza. Come metodo di analisi statistica abbiamo scelto il modello di regressione logistica perché interessati ad analizzare la relazione causale tra una variabile dipendente dicotomica e più variabili indipendenti quantitative e qualitative (Keppel, 2001).

Come nella regressione lineare, nell'analisi della regressione logistica l'interpretazione della relazione tra variabili indipendenti e variabile dipendente

avviene mediante la valutazione dei parametri del modello. Nella pratica, i valori dei parametri della popolazione non sono noti, essi vengono stimati a partire dalle osservazioni del nostro campione (Caudek, Luccio, 2001).

Nella stima dei parametri della regressione logistica il metodo dei minimi quadrati (in inglese OLS: *Ordinary Least Squares*) non può essere applicato, pertanto abbiamo utilizzato l'algoritmo di massima verosimiglianza (*maximum likelihood - ML*) che stima i parametri del modello in modo da massimizzare la funzione (*log-likelihood function*) che indica quanto è probabile ottenere il valore atteso di Y dati i valori delle variabili indipendenti.

Nel metodo della massima verosimiglianza, la soluzione ottimale viene raggiunta partendo da dei valori di prova per i parametri (valori arbitrari) i quali successivamente vengono modificati per vedere se la funzione può essere migliorata. Il processo viene ripetuto (*iteration*) fino a quando la capacità di miglioramento della funzione è infinitesimale (*converge*) (Berry, Feldman, 1985).

Per l'interpretazione del modello della regressione logistica ci si è avvalsi di statistiche del tutto simili a quelle che esprimono l'adeguatezza del modello nel riprodurre i dati osservati nella regressione lineare. Similmente alla somma dei quadrati, nella regressione logistica si utilizza il *log likelihood* come criterio per la scelta dei parametri del modello. In particolare, per ragioni matematiche, si utilizza il valore del *log likelihood* moltiplicato per  $-2$ , e abbreviato come  $-2LL$ . Valori grandi e positivi indicano una bassa capacità di previsione del modello. Nel modello con la sola intercetta il valore della statistica  $-2LL$  rappresenta quello che nella regressione lineare corrisponde alla devianza (o somma dei quadrati totale). In aggiunta alle statistiche relative alla valutazione dell'adeguatezza del modello (*goodness of fit*), abbiamo preso in considerazione la capacità predittiva dello stesso. Per la valutazione dell'efficienza predittiva del modello abbiamo impiegato molti test comunemente utilizzati per analizzare le tabelle di contingenza: Tau di Kendall, Somers' Delta, Gamma di Goodman e Kruskal e gli Odds Ratio (Menard, 2001).

Al pari della regressione lineare, anche nella regressione logistica siamo interessati a valutare il contributo specifico di ogni variabile indipendente sulla

variabile dipendente, testandone la sua significatività. Come nella regressione lineare, la valutazione dei singoli contributi viene fatta solo quando il modello nel suo complesso si è rivelato utile a migliorare la previsione della variabile dipendente. Per valutare il contributo di ciascun predittore sulla variabile dipendente abbiamo applicato i seguenti test: *Likelihood Ratio*, *Score* e *Wald* (Baron, Kenny, 1986).

## 5.5 Compito decisionale

Il compito decisionale per i due esperimenti prevedeva di rispondere ad un questionario composto da 18 domande (10 domande per l'esperimento 1 e 8 domande per l'esperimento 2). L'esperimento 1 voleva indagare il processo decisionale attivato per stimare i tempi di realizzazione di una funzionalità applicativa di un sistema software complesso, l'esperimento 2 aveva l'obiettivo di indagare il processo decisionale attivato quando ci si trova nella condizione di poter scegliere se mantenere o rifare (*refactoring*) una soluzione software complessa.

Ciascuna domanda descriveva una situazione di decisione. Ogni domanda presentava scenari che attivavano una o più euristiche diverse per ogni situazione rappresentata. La figura 11a presenta i biases e le euristiche indagate nel nostro lavoro perché rilevanti in merito agli scenari presi in analisi.

EURISTICA/BIAS	DEFINIZIONE SINTETICA
Euristica della rappresentatività	descrive la tendenza ad attribuire caratteristiche simili a oggetti simili, spesso ignorando informazioni che dovrebbero far pensare il contrario.
Euristica dell'ancoraggio	descrive la tendenza a fare troppo affidamento sulle prime informazioni che si trovano quando si cerca di prendere una decisione
Euristica della simulazione	descrive il processo attraverso il quale smontiamo il passato e ricostruiamo il futuro che si sarebbe potuto realizzare, ma che non è stato
Euristica della disponibilità	descrive la tendenza a stimare la probabilità di un evento sulla base della vividezza e dell'impatto emotivo di un ricordo, piuttosto che sulla probabilità oggettiva
Euristica del riconoscimento	descrive la tendenza ad orientare la scelta tra due elementi, sempre verso ciò che viene riconosciuto, verso qualcosa di familiare.
Status quo bias	descrive la tendenza ad avere una particolare preferenze per lo status quo quando ci si trova a prendere decisioni
Omission bias	descrive la tendenza a giudicare le azioni dannose come peggiori delle omissioni altrettanto dannose
Euristica dell'affetto	descrive la tendenza a prendere i giudizi e decisioni partendo dalle emozioni suscitate dal problema e dal modo in cui lo stesso è posto



Avversione al rischio	descrive la tendenza secondo cui i decisori sono avversi alle situazioni rischiose.
Avversione alle perdite	descrive la tendenza a correre dei rischi pur di evitare una perdita
Effetto disposizione	descrive la riluttanza dei soggetti a vendere attività che hanno perso valore rispetto a beni che hanno già realizzato dei guadagni
Overconfidence bias	descrive la tendenza delle persone a considerare le proprie capacità maggiori rispetto a quelle oggettive (reali)
Fallacia dei costi irrecuperabili	descrive la tendenza a continuare un comportamento o un'azione come risultato di risorse precedentemente investite (tempo, denaro).

Figura 11a. Elenco delle euristiche e dei biases presi in analisi

Il compito decisionale ha prodotto risultati che mostrano una maggioranza di risposte in cui vengono attivate le euristiche e i biases presi in analisi. Queste le frequenze complessive delle risposte nei due esperimenti.

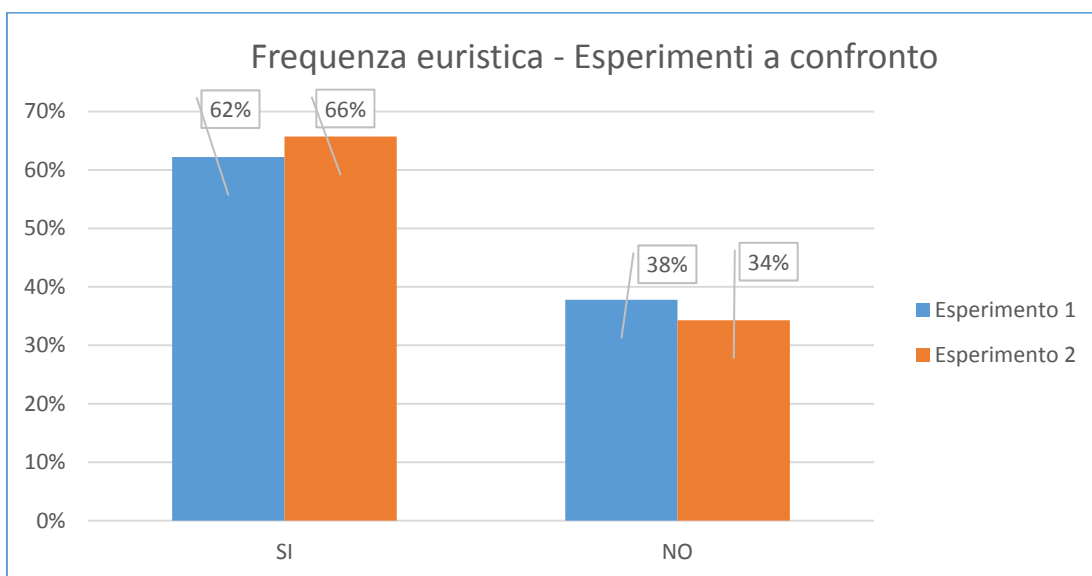
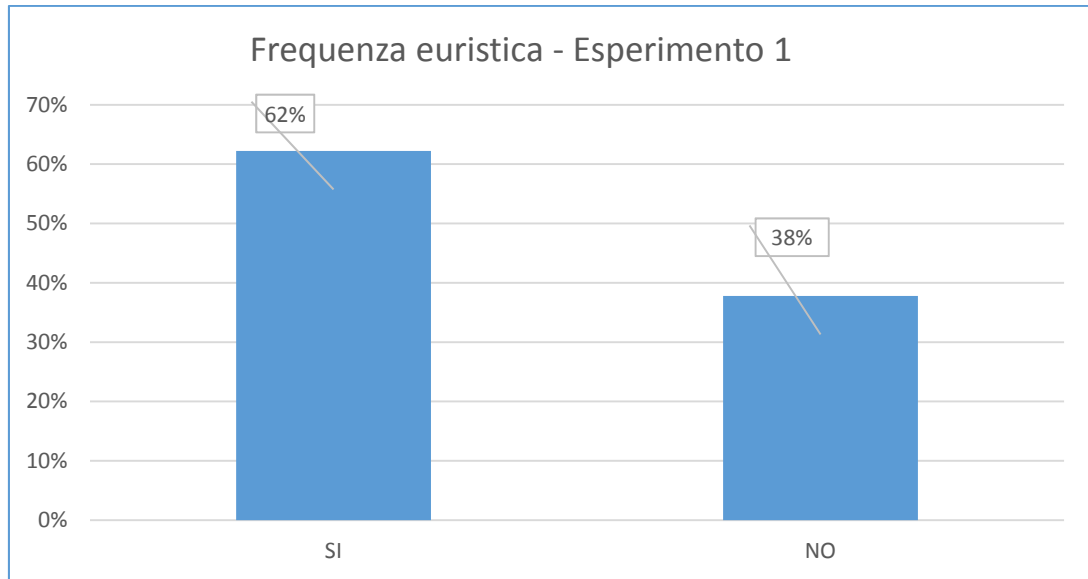


Figura 11b. Confronto frequenze dei due esperimenti

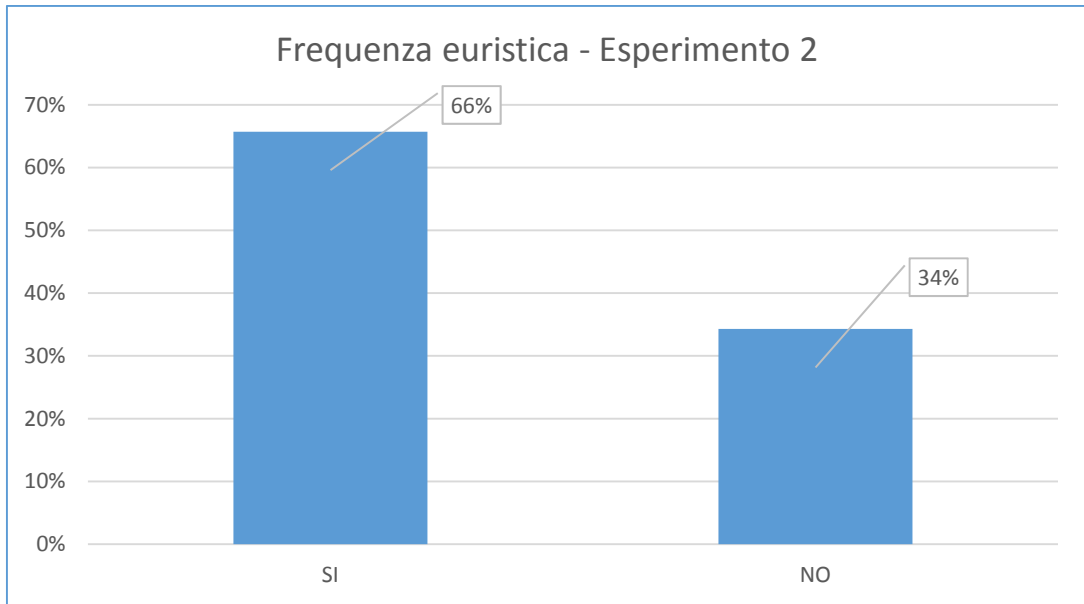
Per verificare se i risultati delle frequenze di risposta siano statisticamente significativi abbiamo utilizzato il metodo del Chi-square. La figura 12 mostra il risultato circa la significatività statistica dell'esperimento 1 e la figura 13 mostra la significatività statistica dell'esperimento 2.



Residual Chi-Square Test		
Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
14.4088	10	0.1551

Figura 12. Rappresentazione grafica delle frequenze dell'esperimento 1 e risultato Chi-Square Test

Considerando complessivamente tutte le risposte alle dieci domande che componevano l'esperimento 1 possiamo sostenere che nel suo complesso i risultati ottenuti non sono significativi (si veda il valore Chi-Square in figura 12). Pertanto, sarà necessario indagare i risultati dei sotto-obiettivi per capire quali euristiche e biases sono singolarmente significativi per il nostro campione.



Chi-Square Test		
Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
42.8353	10	<.0001

Figura 13. Rappresentazione grafica delle frequenze dell'esperimento 2 e risultato Chi-Square Test

Considerando complessivamente tutte le risposte alle otto domande che componevano l'esperimento 2 possiamo sostenere che nel suo complesso i risultati ottenuti sono significativi (si veda il valore Chi-Square in figura 13). Pertanto, sarà interessante indagare i risultati dei sotto-obiettivi per capire quali euristiche e biases sono singolarmente significativi per il nostro campione, e confrontare i risultati dei sotto-obiettivi con il valore di significatività e predittività dell'esperimento 2.

## 5.6 Analisi dei dati

I dati raccolti sono stati inseriti in un database creato con Microsoft Excel e analizzati attraverso Statistical Analysis System (SAS 9.4)<sup>1</sup>. Si tratta di uno dei software più utilizzati per condurre analisi di vario genere, che vanno dal calcolo di semplici statistiche descrittive all'effettuazione di analisi di tipo inferenziale e di

<sup>1</sup> In particolare è stato utilizzato il modulo SAS/STAT versione 14.2 specializzato nell'analisi statistica inferenziale.

complesse analisi multivariate.

La performance decisionale è stata analizzata utilizzando la regressione logistica. La regressione logistica è un caso particolare di modello lineare generalizzato, che mette in relazione una funzione del valore atteso della variabile dipendente Y con le variabili esplicative attraverso un'equazione lineare:

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k$$

Questo modello viene usato quando, come nel nostro caso, si è interessati a studiare o analizzare la relazione causale tra una variabile dipendente e una o più variabili indipendenti quantitative e qualitative.

La variabile che prendiamo in considerazione è di tipo dicotomico: una variabile dicotomica o binaria è un caso particolare di variabile nominale, con due sole modalità, codificata come 0-1. Pertanto, la distribuzione teorica di riferimento non può essere una distribuzione "normale", ma una distribuzione "binomiale". In questo caso, non è conveniente utilizzare una relazione lineare, in quanto i valori a disposizione sono solo due e non infiniti, quindi, si deve utilizzare una relazione non lineare.

Il grafico che rappresenta la regressione logistica descrive una curva monotona a forma di S allungata (detta sigmoide), limitata superiormente dalla retta Y=1 e inferiormente dalla retta Y=0, alle quali tende asintoticamente.

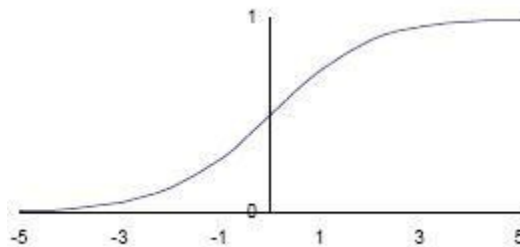


Figura 14. Curva sigmoide rappresentante la regressione logistica

Come nella regressione lineare, anche nell'analisi della regressione logistica è importante la valutazione dei parametri del modello, che ci permetterà di

interpretare la relazione tra la variabile dipendente dicotomica e le variabili indipendenti. La non linearità della relazione tra le variabili non consente di poter applicare il metodo OLS (*Ordinary Least Squares*), quindi si fa riferimento all'algoritmo di massima verosimiglianza (*maximum likelihood-ML*): questo metodo ci permette di stimare i parametri del modello in modo da massimizzare la funzione (*log-likelihood function*), che ci indica la probabilità di ottenere il valore atteso di Y dati i valori delle variabili indipendenti X (Berry, Feldman, 1985).

Nel metodo della massima verosimiglianza, la soluzione ottimale viene raggiunta partendo da valori di prova per i parametri (valori arbitrari) i quali successivamente vengono modificati per vedere se la funzione può essere migliorata. Il processo viene ripetuto secondo un metodo incrementale (*stepwise iteration*) fino a quando la capacità di miglioramento della funzione è infinitesimale (*convergence*).

## 5.7 Risultati Esperimento 1

L'obiettivo dell'esperimento 1 era quello di indagare l'attivazione di alcune euristiche rilevanti in contesti in cui bisogna stimare l'effort per realizzare una funzione applicativa in soluzioni software complesse.

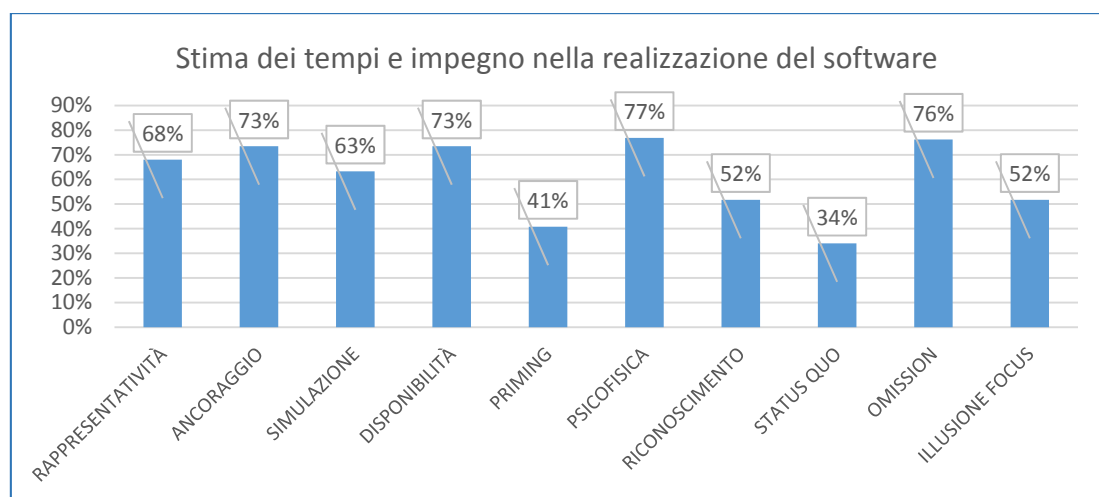


Figura 15. Rappresentazione grafica delle frequenze positive del primo esperimento

Il sotto-obiettivo 1.1 voleva indagare la presenza dell'euristica della rappresentatività nei soggetti impegnati a prendere una decisione circa la stima dei

tempi di realizzazione di una funzione applicativa. Partiamo dal ritenere significativa la nostra frequenza statistica perché il Chi-Square test mostra un valore significativamente alto (figura 16).

Residual Chi-Square Test		
Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
24.5764	10	0.0062

Figura 16. Risultato Chi-Square Test euristica della rappresentatività

L'analisi regressiva mostra che la variabile indipendente più rilevante per questo caso specifico è il Ruolo. Applicando l'approccio VeSN otteniamo un valore molto basso (figura 17) che ci permette di ritenere significativo il valore della nostra variabile indipendente.

Testing Global Null Hypothesis: BETA=0			
Test	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
Likelihood Ratio	17.5265	3	0.0006
Score	15.9229	3	0.0012
Wald	13.6660	3	0.0034

Figura 17. Test VeSN sulla variabile indipendente ruolo

Abbiamo testato che il coefficiente associato al Ruolo sia nullo, con l'obiettivo di falsificarlo. Il risultato ottenuto con diverse tipologie di test (*Likelihood*, *Score*, *Wald*) mostra che la variabile indipendente Ruolo è significativa rispetto alle nostre analisi. Per individuare quale ruolo ha un impatto più significativo per il nostro modello dobbiamo considerare i risultati della stima di massima verosimiglianza (figura 18).

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq	Standardized Estimate
Intercept		1	0.2348	0.2295	1.0471	0.3062	
ruolo	AO	1	1.2692	0.5985	4.4971	0.0340	0.2526

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq	Standardized Estimate
ruolo	PO	1	0.7460	0.7148	1.0890	0.2967	0.1096
ruolo	TL	1	2.1005	0.6467	10.5491	0.0012	0.4935

Figura 18. Risultati applicazione metodo di massima verosimiglianza

I risultati mostrano che il ruolo in cui si attiva maggiormente l'euristica della rappresentatività è il Team Lead (TL) con un valore di stima del coefficiente di regressione pari a 2.1005, seguito dall'Architecture Owner (AO) con un valore pari a 1.2692, dal Product Owner con un valore pari a 0.7460 e infine il Team Member che è stato usato come parametro di riferimento.

Volendo calcolare le probabilità predittive del modello utilizzato partendo dall'analisi delle risposte otteniamo i valori dei diversi test (Tau, Gamma, Somers' D) così come presentati in figura 19a.

Association of Predicted Probabilities and Observed Responses			
Percent Concordant	50.2	Somers' D	0.379
Percent Discordant	12.3	Gamma	0.607
Percent Tied	37.5	Tau-a	0.162
Pairs	4400	c	0.690

Figura 19a. Risultati di predizione del modello del sotto-obiettivo 1.1

Possiamo notare che l'indice di concordanza ha una percentuale superiore al 50%, e che il valore di discordanza è pari a 12.3. Questo ci porta a sostenere che il ruolo e in particolare il Team Lead attiva l'euristica della rappresentatività quando si trova in condizioni in cui deve stimare l'impegno per la realizzazione di una funzione applicativa (figura 19b).

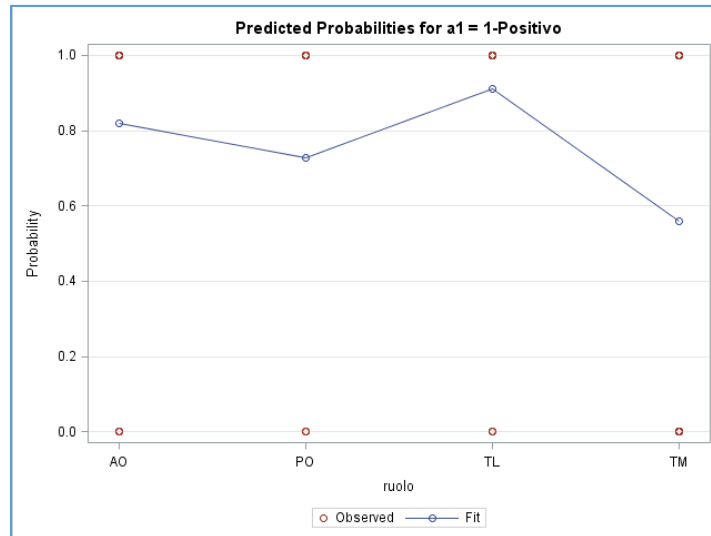


Figura 19b. Rappresentazione probabilità della variabile Ruolo per l'euristica della rappresentatività

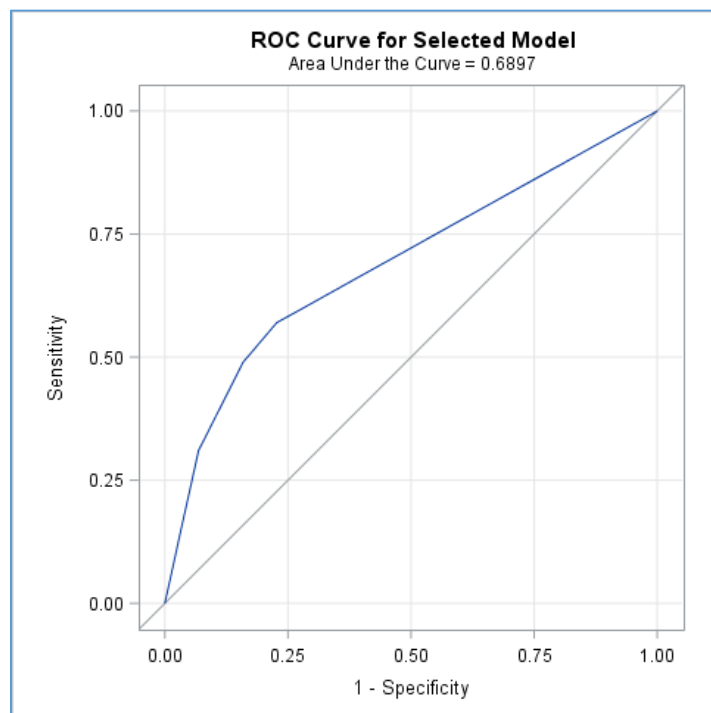


Figura 19c. Curva ROC sotto-obiettivo 1.1 – euristica della rappresentatività

La curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) viene costruita considerando tutti i possibili valori del test e, per ognuno di questi, si calcola la proporzione di veri positivi (la sensibilità) e la proporzione di falsi positivi. Congiungendo i punti che mettono in rapporto la proporzione di veri positivi e di falsi positivi (le cosiddette coordinate) si ottiene una curva arcuata la cui area sottostante fornisce una misura



di accuratezza del modello. Tanto più aumenta l'area tra la curva e la diagonale, tanto più è alta l'accuratezza; in questo caso il valore ottenuto pari a 0.69 ci porta a dire che il modello è moderatamente accurato.

Il sotto-obiettivo 1.2 voleva indagare la presenza dell'euristica dell'ancoraggio nei soggetti impegnati a prendere una decisione circa la stima dei tempi di realizzazione di una funzione applicativa. La frequenza di risposte in cui veniva attivato l'ancoraggio ha avuto una percentuale pari a 73 e considerando i risultati della stima di massima verosimiglianza possiamo sostenere che vi è significatività, ma nessuno dei quattro fattori presi in esame ha raggiunto la significatività (figura 20).

Analysis of Maximum Likelihood Estimates						
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq	Standardized Estimate
Intercept	1	1.0986	0.1925	32.5876	<.0001	

Figura 20. Risultati applicazione metodo di massima verosimiglianza

Il sotto-obiettivo 1.3 voleva indagare la presenza dell'euristica della simulazione nei soggetti impegnati a prendere una decisione circa la stima dei tempi di realizzazione di una funzione applicativa.

La variabile indipendente che ha maggiore significatività è la classe di anzianità che mostra un interessante risultato come si può vedere in figura 21a. La classe di anzianità che attiva l'euristica della simulazione è la seconda classe (6-10 anni di anzianità), mentre le classe 3 (11-15 anni) e 4 (16-20 anni) presentano valori simili del coefficiente di regressione, notiamo un risultato negativo pari a -1.5985 per la classe 1 (1-5 anni) che mostra come i neofiti nel ruolo tendono a non attivare tale processo euristico. La figura 21b mostra il grado di probabilità della variabile ruolo nei diversi livelli.

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq	Standardized Estimate
Intercept		1	1.1787	0.5718	4.2494	0.0393	
classe_anz	01-05	1	-1.5985	0.6316	6.4045	0.0114	-0.4338

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq	Standardized Estimate
classe_anz	06-10	1	1.1239	0.8328	1.8213	0.1772	0.2613
classe_anz	11-15	1	-0.0800	0.6893	0.0135	0.9075	-0.0192
classe_anz	16-20	0	0	.	.	.	.

Figura 21a. Risultati applicazione metodo di massima verosimiglianza

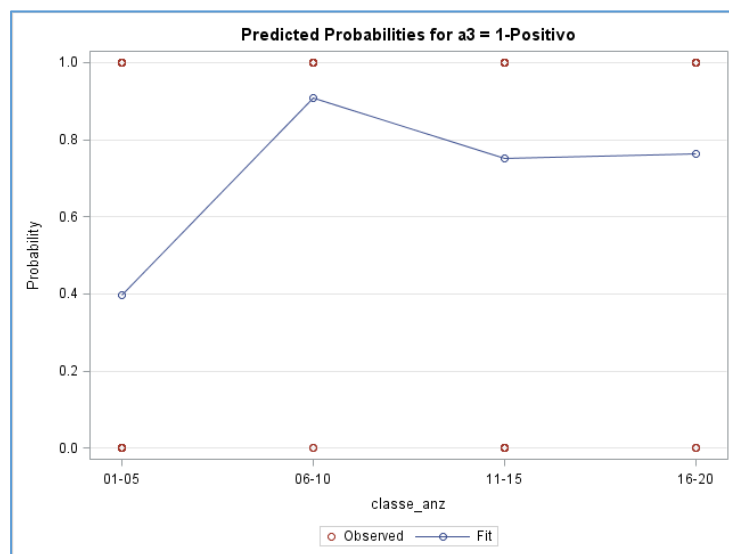


Figura 21b. Rappresentazione probabilità della variabile Ruolo per l'euristica della simulazione

Un altro elemento interessante è il valore predittivo del modello che presenta percentuali di concordanza pari a 62.3 come viene mostrato in figura 22a e un valore della Curva ROC pari a 0.75 che ci porta a sostenere che il modello è abbastanza accurato (figura 22b).

Association of Predicted Probabilities and Observed Responses			
Percent Concordant	62.3	Somers' D	0.498
Percent Discordant	12.6	Gamma	0.665
Percent Tied	25.1	Tau-a	0.229
Pairs	4743	c	0.749

Figura 22a. Risultati di predizione del modello del sotto-obiettivo 1.3

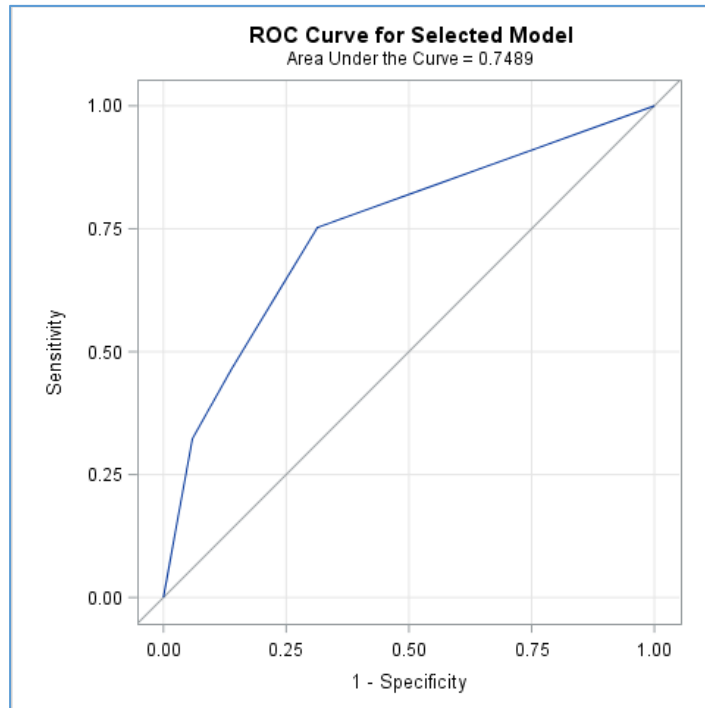


Figura 22b. Curva ROC sotto-obiettivo 1.4 – euristica della simulazione

Il sotto-obiettivo 1.4 voleva indagare la presenza dell'euristica della disponibilità e il sotto-obiettivo 1.5 voleva indagare la presenza dell'effetto priming nei soggetti impegnati a prendere una decisione circa la stima dei tempi di realizzazione di una funzione applicativa.

In entrambi i casi seppur la frequenza di risposte positive non sia concorde, ovvero positiva per l'euristica della disponibilità con una percentuale pari a 73 e negativa per l'effetto priming con una percentuale pari a 59 e seppur il test Chi-Square abbia verificato la significatività, non possiamo calcolare il valore di massima verosimiglianza perché la validità del modello che ne verrebbe fuori dall'ultima iterazione logaritmica è discutibile. Pertanto, ci limitiamo a sostenere che l'euristica della disponibilità è attivata dal nostro campione ed ha una forte significatività, di contro l'effetto priming appare molto meno presente in contesti in cui bisogna stimare l'effort per la realizzazione di un sistema software complesso.

Il sotto-obiettivo 1.6 voleva indagare come il campione rispondeva alla legge di Weber-Fechner perché riteniamo sia importante capire se anche nel contesto della progettazione del software gli aumenti della grandezza di uno stimolo producono

differenze sempre minori nella sensazione provata e questo ha degli impatti rilevanti in tutte quelle situazioni in cui bisogna stimare l'impegno nella realizzazione di una soluzione applicativa complessa.

I risultati confermano la nostra ipotesi ma ci mostrano che sono due le variabili più significative: la classe di anzianità e il sesso. Le figure 23 e 24 mostrano i valori del test di verifica della significatività dell'ipotesi nulla rispettivamente per le variabili classe di anzianità e sesso.

Testing Global Null Hypothesis: BETA=0			
Test	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
Likelihood Ratio	13.6993	3	0.0033
Score	11.1761	3	0.0108
Wald	7.8923	3	0.0483

Figura 23. Test VeSN sulla variabile indipendente classe di anzianità

Testing Global Null Hypothesis: BETA=0			
Test	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
Likelihood Ratio	19.0063	4	0.0008
Score	16.5940	4	0.0023
Wald	12.7634	4	0.0125

Figura 24. Test VeSN sulla variabile indipendente sesso

Per capire in quali livelli delle nostre variabili indipendenti otteniamo il grado di maggiore significatività dobbiamo ricorrere al metodo di massima verosimiglianza che mostra che la classe di anzianità maggiormente colpita dagli effetti della legge di Weber-Fechner è la classe di anzianità 6-10 anni mentre il genere più significativo è quello maschile (figura 25).

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq	Standardized Estimate
Intercept		1	2.6122	0.7901	10.9309	0.0009	
classe_anz	01-05	1	-1.3453	0.7288	3.4073	0.0649	-0.3650

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq	Standardized Estimate
classe_anz	06-10	1	1.1859	1.2325	0.9258	0.3359	0.2758
classe_anz	11-15	1	-1.0335	0.8150	1.6080	0.2048	-0.2476
classe_anz	16-20	0	0	.	.	.	.
sesso	F	1	-1.0717	0.4685	5.2334	0.0222	-0.2923
sesso	M	0	0	.	.	.	.

Figura 25. Risultati applicazione metodo di massima verosimiglianza

Il valore predittivo del modello è ben rappresentato in figura 26 in cui vengono mostrati i risultati della correlazione tra le variabili indipendenti significative.

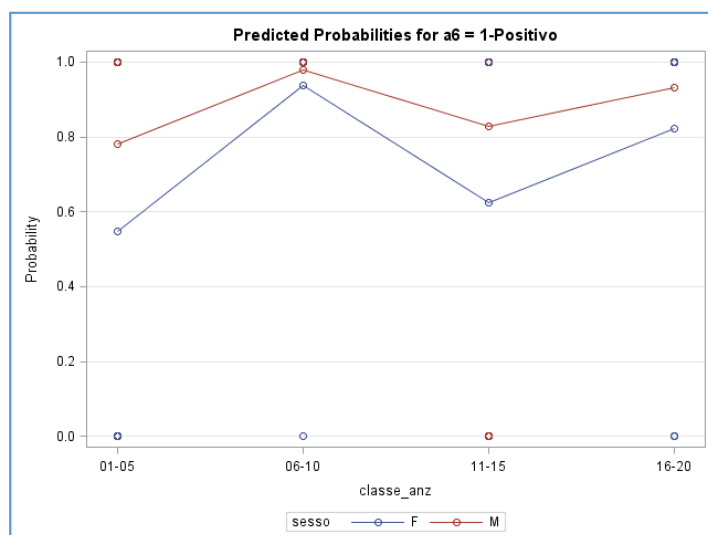


Figura 26. Rappresentazione probabilità delle variabili Ruolo e Sesso –legge Weber-Fechner

Anche in questo caso il valore predittivo del modello presenta una percentuale di concordanza pari a 63.1 (figura 27a), e un risultato della curva ROC pari a 0.7005 che ci conferma una accuratezza soddisfacente del modello (figura 27b).

Association of Predicted Probabilities and Observed Responses			
Percent Concordant	63.1	Somers' D	0.401
Percent Discordant	23.0	Gamma	0.466
Percent Tied	13.9	Tau-a	0.136

Association of Predicted Probabilities and Observed Responses			
Pairs	3503	c	0.701

Figura 27a. Risultati di predizione del modello – legge di Weber-Fechner

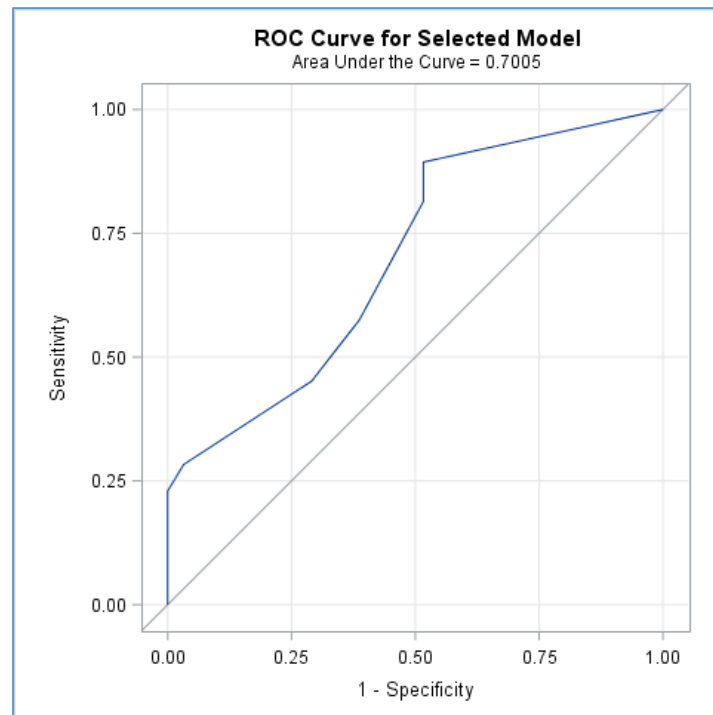


Figura 27b. Curva ROC legge di Weber-Fechner

Il sotto-obiettivo 1.7 voleva indagare la presenza dell'euristica del riconoscimento, il sotto-obiettivo 1.9 l'omission bias, mentre il sotto-obiettivo 1.10 la presenza dell'euristica dell'affetto mostrando il ruolo dell'illusione di focalizzazione nei compiti in cui è necessario decidere l'effort da impegnare per realizzare una particolare soluzione applicativa.

In tutti i casi come abbiamo già rilevato in merito all'euristica della disponibilità, nonostante i risultati delle frequenze siano tutte statisticamente significative non possiamo calcolare il valore di massima verosimiglianza perché la validità del modello che ne verrebbe fuori dall'ultima iterazione logaritmica risulterebbe discutibile. Pertanto, ci limitiamo a sostenere che le euristiche del riconoscimento e dell'affetto, e l'omission bias sono attivate dal nostro campione e sono significative in contesti in cui bisogna stimare l'effort per la realizzazione di un sistema software complesso.

Il sotto-obiettivo 1.8 voleva indagare la presenza dello status quo bias e la frequenza nelle risposte ne ha mostrato l'assenza nella valutazione del compito decisionale. La percentuale di risposte che non individuano la presenza dello status quo bias risulta significativa a seguito del test Chi-Square mostrato in figura 28.

Residual Chi-Square Test		
Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
27.8712	10	0.0019

Figura 28. Risultato Chi-Square Test status quo bias

La variabile indipendente che soddisfa il criterio di significatività e acquisisce maggiore rilevanza nella spiegazione del fenomeno è la classe di età come mostra la figura 29 in cui vengono presentati i risultati del test di verifica della significatività dell'ipotesi nulla.

Testing Global Null Hypothesis: BETA=0			
Test	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
Likelihood Ratio	18.9878	3	0.0003
Score	18.8275	3	0.0003
Wald	17.4686	3	0.0006

Figura 29. Test VeSN sulla variabile indipendente classe di età

Per capire qual è il livello di maggiore significatività della nostra variabile indipendente dobbiamo analizzare i risultati del metodo di massima verosimiglianza che mostra che la classe di età con il maggiore coefficiente di regressione è la classe di età 25-34 anni con un valore pari a 2.2217, seguita dalla classe 45-54 anni con un valore 1.54 come mostrato dalla figura 30a.

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq	Standardized Estimate
Intercept		1	-1.9454	1.0689	3.3128	0.0687	
classe_eta	25-34	1	2.2217	1.1056	4.0379	0.0445	0.5879
classe_eta	35-44	1	0.6405	1.1054	0.3357	0.5623	0.1770

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq	Standardized Estimate
classe_eta	45-54	1	1.5400	1.2486	1.5211	0.2175	0.2166
classe_eta	55-64	0	0	.	.	.	.

Figura 30a. Risultati applicazione metodo di massima verosimiglianza – status quo bias

Anche in questo caso il modello presenta un livello di accuratezza soddisfacente come mostrato dalla curva Roc in figura 30b.

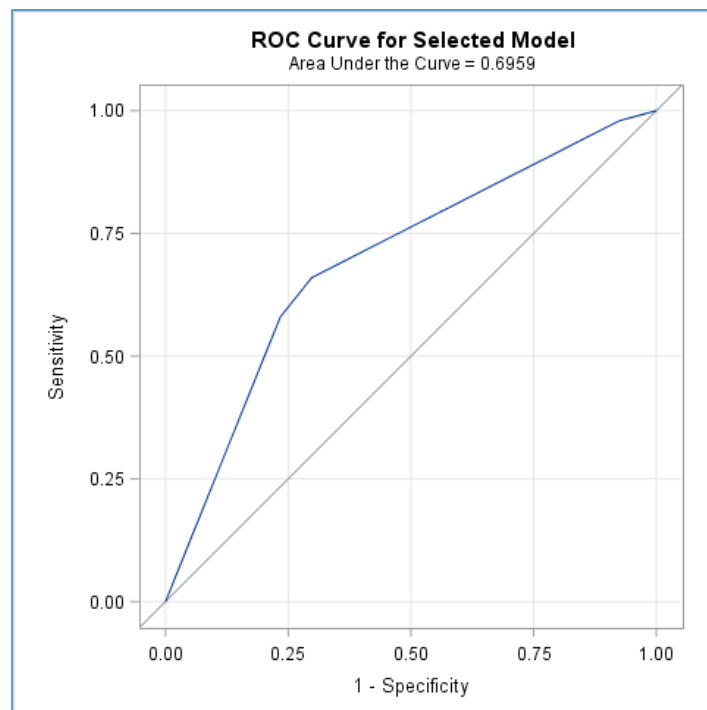


Figura 30b. Curva ROC sotto-obiettivo 1.8 – status quo bias

A seguito dell'analisi di regressione logistica di tutti i sotto-obiettivi dell'esperimento 1 vogliamo verificare se complessivamente i risultati sono significativi e soprattutto quali variabili indipendenti hanno maggiore significatività nel nostro modello. Abbiamo verificato che la frequenza complessiva data dalla somma di tutti i sotto-obiettivi pari al 62% non è significativa a seguito dei valori presentati dal Chi-Square Test (figura 12).

Vogliamo comunque indagare se vi è una variabile indipendente significativa per l'esperimento 1. La variabile indipendente che risulta significativa è il Ruolo come



mostrato dal VeSN (figura 31) che presenta i valori di Likelihood, Score e Wald inferiori a 0.01

Testing Global Null Hypothesis: BETA=0			
Test	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
Likelihood Ratio	11.9914	3	0.0074
Score	11.7665	3	0.0082
Wald	11.6749	3	0.0086

Figura 31. Test VeSN sulla variabile indipendente ruolo – esperimento 1

Per individuare quale ruolo ha la probabilità maggiore di confermare la nostra ipotesi dobbiamo verificare i valori dei coefficienti di regressione della stima di massima verosimiglianza (figura 32a).

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq	Standardized Estimate
Intercept		1	0.3731	0.0733	25.8853	<.0001	
ruolo	AO	1	0.0324	0.1559	0.0431	0.8356	0.00642
ruolo	PO	1	0.2260	0.2124	1.1326	0.2872	0.0331
ruolo	TL	1	0.4602	0.1389	10.9692	0.0009	0.1078
ruolo	TM	0	0	.	.	.	.

Figura 32a. Risultati applicazione metodo di massima verosimiglianza – esperimento 1

I risultati mostrano che il ruolo che attiva maggiormente le euristiche e i biases in situazioni in cui ci si trova a prendere decisioni in merito alla stima dell'impegno per realizzare una soluzione software complessa è il Team Lead (TL) con un valore di 0.4602, seguito dal Product Owner (PO) con un valore pari a 0.2260 e dall'Architecture Owner (AO) con un valore di 0.0324.

Il valore predittivo del modello è ben rappresentato in figura 32b in cui vengono mostrati i risultati della variabile indipendente Ruolo.

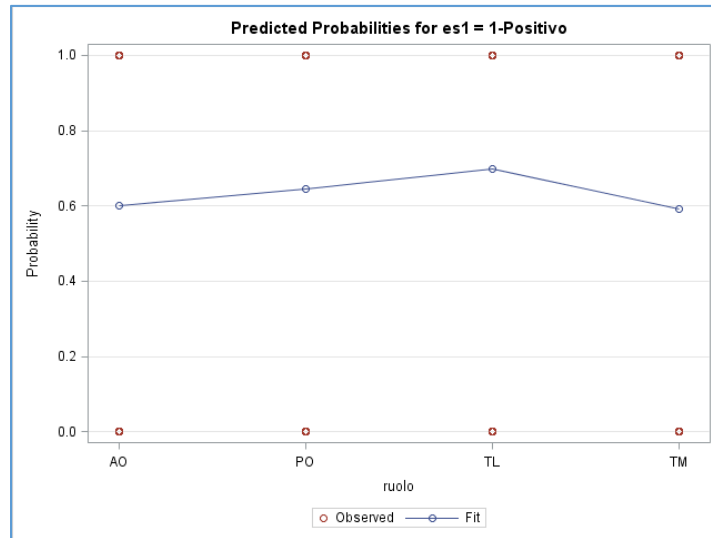


Figura 32b. Rappresentazione probabilità della variabile Ruolo -esperimento 1

Un'ulteriore analisi che abbiamo condotto per consentire di verificare la significatività statistica dei risultati è stata l'introduzione dell'intervallo di confidenza di Odds Ratio (figura 33). Gli intervalli di confidenza di Odds Ratio esprimono il grado di precisione con cui il valore che abbiamo ottenuto dalla nostra analisi rappresenta la stima del valore "reale" di questa misura di efficacia. Il valore reale di Odds Ratio corrisponde a quello che sarebbe stato teoricamente ottenuto sottoponendo alla sperimentazione -anziché i soggetti reclutati dall'esperimento - tutta la popolazione da cui essi sono stati estratti. In particolare gli intervalli di confidenza al 95% identificano un range di valori che con una attendibilità pari al 95% contiene anche il valore "reale". Questo range esprime l'intervallo entro cui ripetendo innumerevoli volte lo stesso esperimento con innumerevoli campioni estratti dalla stessa popolazione cadrebbe il 95% delle stime così calcolate.

Odds Ratio Estimates			
Effect	Point Estimate	95% Wald Confidence Limits	
ruolo AO vs TM	1.033	0.761	1.402
ruolo PO vs TM	1.254	0.827	1.901
ruolo TL vs TM	1.584	1.207	2.080

Figura 33. Risultati stima Odds Ratio

I valori di stima dell'Odds Ratio nel confronto tra i diversi ruoli equivale a dire che l'attivazione delle euristiche che abbiamo indagato è 1.58 volte più facile che si presenti nel ruolo TL, 1.25 nel ruolo PO e un rapporto leggermente sbilanciato pari a 1.03 nei confronti del AO rispetto al TM.

## **5.8 Discussione risultati Esperimento 1**

I risultati di questo primo esperimento sono molto interessante per tutti quei contesti in cui le attività di sviluppo software sono realizzate da team strutturati secondo metodologie Agile e con un personale differenziato sia nella seniority (classe di anzianità) che nell'età (classe di età). Quindi tutte le aziende che realizzano software complessi e che sono sul mercato da qualche decennio possono trovare nei risultati di questo studio delle risposte interessanti per colmare i limiti delle metodologie di sviluppo software. Infatti, anche le metodologie più innovative dello sviluppo software - adottate da sempre più numerose aziende informatiche - non prendono in considerazione le strategie cognitive intraprese dai componenti del team, che devono prendere quotidianamente decisioni in contesti ambigui.

In questo primo esperimento abbiamo verificato che le euristiche dell'ancoraggio, della disponibilità, del riconoscimento e dell'affetto vengono attivate con una rilevanza statistica significativa in tutte quelle condizioni in cui diversi ruoli del team devono stimare l'impegno per la realizzazione di una funzione applicativa di un sistema software complesso. Quindi il nostro studio conferma quanto precedentemente sostenuto dalle ricerche di Tversky e Kahneman (1974, 1981), da Gigerenzer (2007) in merito all'euristica del riconoscimento, e da Schkade, e Kahneman (1998) per l'euristica dell'affetto. In tutti questi casi le caratteristiche delle nostre variabili indipendenti non sono risultate significative, così come in questo particolare compito l'effetto priming non è rilevante pur risultando significativa la sua assenza.

Invece, risultano decisamente interessanti i risultati ottenuti nell'indagare la presenza dell'euristica della rappresentatività che risulta essere significativa in relazione al ruolo del Team Lead. Questo risultato diventa rilevante nel momento in

cui sappiamo che il Team Lead coordina il team di sviluppo e dà l'indirizzo a tutti gli sviluppatori, così facendo le loro scelte saranno insensibili all'attendibilità delle prove e all'accuratezza attesa della predizione. Pertanto, la scelta verrà fatta in base a quanto simile è l'evento richiesto rispetto alla categoria di riferimento (Kahneman, Tversky, 1973).

Un altro elemento di rilievo emerso dall'analisi dei nostri dati è la presenza significativa dell'euristica della simulazione e gli effetti della legge di Weber-Fechner in tutti quei soggetti che hanno un classe di anzianità di livello 2 (6-10 anni) a prescindere dal sesso, dall'età e dal ruolo che ricoprono all'interno del team. Questa condizione ha un'incidenza importante all'interno delle dinamiche del team, questi risultati possono essere utilizzati nella scelta delle risorse da assegnare ai team, e delle specificità che ciascun soggetto può portare all'interno del team. Per concludere l'analisi sintetica dei risultati ottenuti dal nostro primo esperimento risulta significativa l'assenza dello status quo bias in soggetti afferenti alla classe di livello 1 (25-34 anni), anche questo ennesimo valore può essere utile nella composizione del team di sviluppo e chiarisce la posizione dei giovani tecnici che tendono a non preferire che le cose rimangano invariate senza fare nulla, o attenersi a una decisione presa in precedenza (Samuelson, Zeckhauser, 1988). In questo caso i soggetti di età compresa tra 25-34 anni a prescindere dal ruolo ricoperto all'interno del team di sviluppo, tendono a sovvertire l'osservazione di Kahneman e Tversky secondo cui le persone provano un maggiore rimpianto per i risultati negativi derivanti dalle nuove azioni intraprese piuttosto che per le cattive conseguenze che sono la conseguenza dell'inazione (Kahneman, Tversky, 1982). Infatti, dai risultati ottenuti questa particolare classe di età sembrerebbe meno esposta al bias dello status quo, e che potrebbe essere spiegato dal fatto che ha avuto meno tempo per prendere impegni in precedenza che potrebbero influenzare la decisione.

## 5.9 Risultati Esperimento 2

L'obiettivo del secondo esperimento era quello di indagare l'attivazione di alcuni effetti cognitivi ed euristiche di ragionamento, rilevanti in contesti in cui bisogna decidere se rifare una soluzione software complessa o mantenere quella esistente.

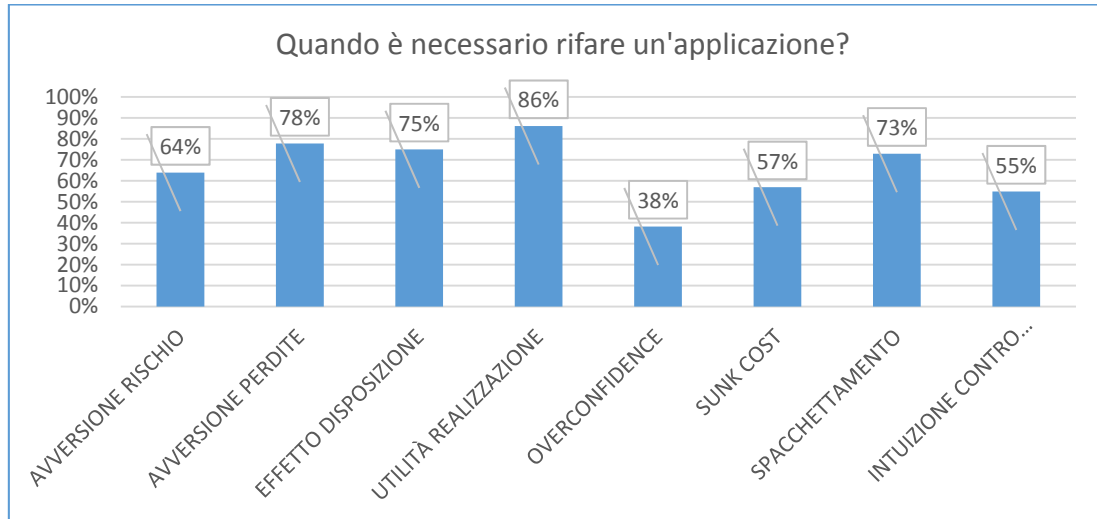


Figura 34. Rappresentazione grafica delle frequenze positive del secondo esperimento

Il secondo esperimento aveva l'obiettivo di indagare alcuni effetti associati alla teoria del prospetto (Kahneman, Tversky, 1979) e in dettaglio: l'avversione al rischio (sotto-obiettivo 2.1), l'avversione alle perdite (sotto-obiettivo 2.2) e la fallacia dei costi irrecuperabili (sotto-obiettivo 2.6). In tutti gli scenari indagati abbiamo riscontrato una frequenza di risposte positive che risulta statisticamente significativa come mostrato nelle figure (35a, 35b, 35c) ma in tutti i casi non riusciamo a calcolare il valore di massima verosimiglianza perché la validità del modello che verrebbe fuori dall'ultima iterazione logaritmica risulterebbe discutibile. Pertanto, ci limitiamo a sostenere che gli effetti della teoria del prospetto sono presenti nei soggetti che si trovano ad operare in contesti in cui bisogna prendere una decisione circa la necessità di rifare un sistema software complesso.

Anche nel contesto che stiamo indagando gli effetti della teoria del prospetto ci dimostra che le persone pensano in termini di utilità prevista rispetto ad un punto

di riferimento piuttosto che a risultati assoluti.

Residual Chi-Square Test		
Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
42.0448	10	<.0001

*Figura 35a. Risultato Chi-Square Test avversione al rischio*

Residual Chi-Square Test		
Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
38.1855	10	<.0001

*Figura 35b. Risultato Chi-Square Test avversione alle perdite*

Residual Chi-Square Test		
Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
22.0588	10	0.0148

*Figura 35c. Risultato Chi-Square Test fallacia dei costi irrecuperabili*

Il sotto-obiettivo 2.4 voleva indagare come il campione rispondeva al costrutto elaborato da Barberis e Xiong (2012) in merito all'utilità di realizzazione, perché riteniamo che sia una strategia cognitiva da indagare in contesti in cui i soggetti si trovano di fronte alla decisione circa il refactoring di un sistema software complesso. La frequenza delle risposte è risultata significativa come mostra il risultato del Chi-Square in figura 36, ma il valore che desta particolare interesse è il valore di massima verosimiglianza che presenta una maggiore significatività per il genere femminile come mostrato in figura 37.

Residual Chi-Square Test		
Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
31.1898	10	0.0005

*Figura 36. Risultato Chi-Square Test utilità di realizzazione*

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq	Standardized Estimate
Intercept		1	1.4469	0.2779	27.1168	<.0001	
Sesso	F	1	1.1920	0.5874	4.1181	0.0424	0.3251
Sesso	M	0	0	.	.	.	.

Figura 37. Risultati applicazione metodo di massima verosimiglianza

Continuando a passare in rassegna i risultati dei sotto-obiettivi che compongono il secondo esperimento abbiamo la possibilità di approfondire i risultati dell'overconfidence (sotto-obiettivo 2.5) che presenta una tendenza negativa statisticamente rilevante come ben rappresentata dal risultato del Chi-Square Test (figura 38).

Residual Chi-Square Test		
Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
53.5852	10	<.0001

Figura 38. Risultato Chi-Square Test overconfidence

I risultati dell'analisi regressiva ci mostrano un risultato complessivamente in controtendenza rispetto alle ricerche condotte nell'ambito dell'overconfidence. Diverse ricerche hanno evidenziato il fatto che molti individui reputano le proprie abilità superiori alla media Shefrin (2001). Questa sovrastima è correlata con la percezione delle proprie capacità e abilità: un individuo si definisce *overconfident*, cioè troppo sicuro di sé, quando tende a sovrastimare la precisione delle proprie conoscenze e informazioni. Il nostro esperimento ci mostra come in un contesto tecnico in cui i soggetti si trovano a prendere una decisione circa il refactoring di una soluzione software complessa sembrano mediamente non sovrastimare le loro competenze. Ma i risultati del test di massima verosimiglianza (figura 39a) ci mostrano che seppur i soggetti tendano a non sovrastimare le proprie competenze, vi sono delle variabili indipendenti che correlate tra loro delineano un profilo che risulta significativo. I coefficienti di regressione che mostrano i valori più

alti sono quelli associati alla classe di età 35–44 anni, al genere femminile, e al ruolo di Team Lead.

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq	Standardized Estimate
Intercept		1	-3.4026	1.2325	7.6219	0.0058	
classe_eta	25-34	1	0.0771	1.2042	0.0041	0.9490	0.0204
classe_eta	35-44	1	2.2874	1.1874	3.7107	0.0541	0.6322
classe_eta	45-54	1	1.2629	1.3570	0.8662	0.3520	0.1776
classe_eta	55-64	0	0	.	.	.	.
Sesso	F	1	2.4258	0.5594	18.8063	<.0001	0.6616
Sesso	M	0	0	.	.	.	.
Ruolo	AO	1	-0.8073	0.7212	1.2530	0.2630	-0.1607
Ruolo	PO	1	-0.1003	0.8335	0.0145	0.9042	-0.0147
Ruolo	TL	1	1.9561	0.6135	10.1676	0.0014	0.4596
Ruolo	TM	0	0	.	.	.	.

Figura 39a. Risultati applicazione metodo di massima verosimiglianza

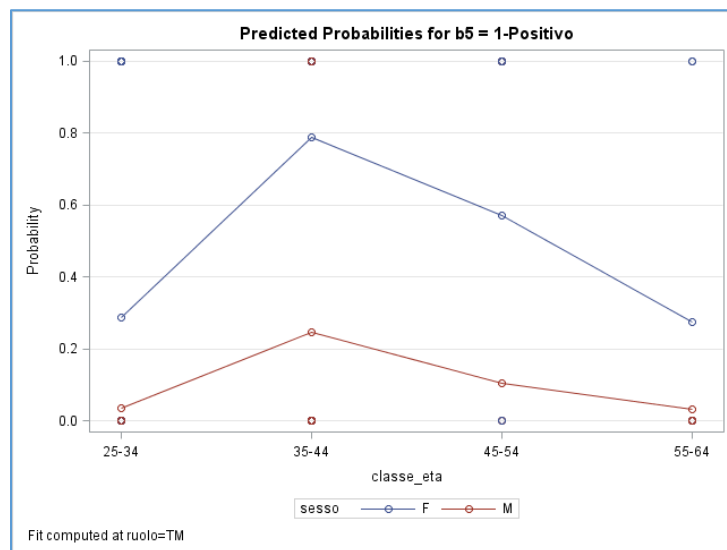


Figura 39b. Rappresentazione probabilità delle variabili classe di età e sesso

Il valore predittivo del modello è ben rappresentato in figura 39b in cui vengono mostrati i risultati della correlazione tra le variabili indipendenti classe di età e sesso.



Un altro dato da tenere in considerazione è quello che mostra i valori dei ruoli di Product Owner e di Architecture Owner, che risultano meno overconfident e dimostrano così una minore percezione di controllo: una minore percezione del controllo comporta una maggiore percezione del rischio. I soggetti overconfident ritengono che un progetto intrapreso da loro sia maggiormente controllabile e che sotto la loro supervisione possa essere meno rischioso di quello che è in realtà. Una possibile spiegazione a questa differenza nei ruoli può essere dettata dal fatto che il Team Lead ha la responsabilità delle scelte del team e del coordinamento di tutti coloro che lavorano all'interno del team, al contrario i Product e gli Architecture Owner hanno una visione prettamente tecnica della soluzione informatica che gestiscono. In questo caso assume grande rilievo il *self-attribution bias*: che mostra come i soggetti attribuiscono i successi alle loro capacità personali e gli insuccessi a fattori esterni.

Il sotto-obiettivo 2.7 voleva indagare la presenza dell'effetto spaccettamento perché la metodologia Agile (si veda il paragrafo 4.4) ne induce l'attivazione. Il risultato ottenuto conferma la presenza dell'effetto con un valore statisticamente significativo come mostrato dal Chi-Square Test (figura 40) e una distribuzione su tutti i ruoli e in tutte le classe di età.

Residual Chi-Square Test		
Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
23.1567	10	0.0102

Figura 40. Risultato Chi-Square Test effetto spaccettamento

Il dato che merita attenzione è il risultato di massima verosimiglianza (figura 41) che mostra una maggiore significatività per i soggetti con un livello di anzianità compresa tra 6 e 10 anni che si riduce nei valori di significatività per la classe successiva (11-15 anni) e che invece presenta valori poco significativi per la classe 1 (1-5 anni) e la classe 4 (16-20 anni). Questo effetto mostra che i soggetti con una media anzianità e con competenze di dominio strutturate prendono decisioni influenzati dall'effetto spaccettamento.

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq	Standardized Estimate
Intercept		1	-0.3567	0.4928	0.5238	0.4692	
classe_anz	01-05	1	1.0758	0.5667	3.6040	0.0576	0.2919
classe_anz	06-10	1	3.8224	1.1288	11.4675	0.0007	0.8888
classe_anz	11-15	1	1.4553	0.6253	5.4165	0.0199	0.3486
classe_anz	16-20	0	0	.	.	.	.

Figura 41. Risultati applicazione metodo di massima verosimiglianza

Il valore predittivo del modello è ben rappresentato in figura 41b in cui vengono mostrati i risultati della variabile indipendente classe di anzianità.

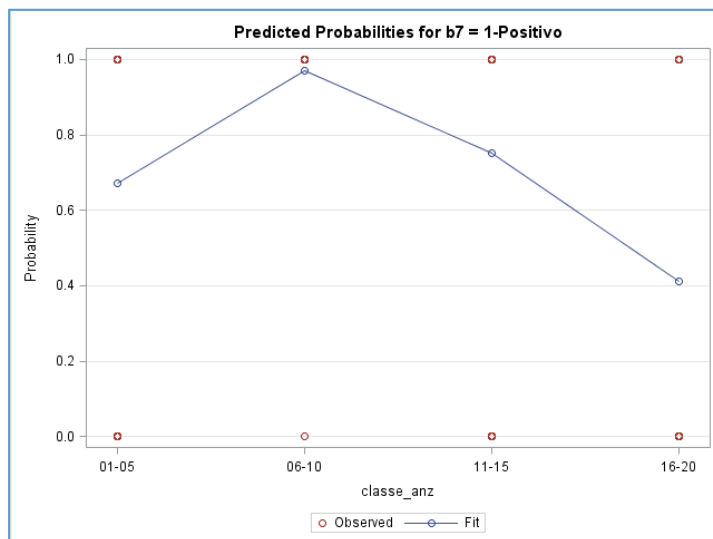


Figura 41b. Rappresentazione probabilità della variabile classe di età anzianità

Un ulteriore aspetto che era prioritario indagare (sotto-obiettivo 2.8) è la presenza della potenza dell'intuizione (Kahneman, 2012) soprattutto in un contesto in cui la retorica della pianificazione, del rispetto delle procedure e dei modelli matematici è un imperativo categorico per prendere decisioni tecniche come nel caso di refactoring di un sistema software complesso. In linea con i risultati delle ricerche condotte da Kahneman (2012) anche i nostri risultati mostrano che vi è una tendenza significativa (figura 42) a prendere decisioni sulla base delle propria esperienza e non seguendo rigidi protocolli di risk assessment.

Residual Chi-Square Test		
Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
41.6643	10	<.0001

Figura 42. Risultato Chi-Square Test effetto intuizione contro formule

Nella valutazione della significatività delle variabili indipendenti è emerso che la classe di anzianità ha il maggior grado di significatività (figura 43), e i risultati dell'analisi regressiva mostrano che vi è un comportamento simile nelle classi 1 (1-5 anni) e 3 (11-15 anni) mentre la classe di anzianità 6-10 anni va in controtendenza e cerca di rispettare il rigore imposto dalle procedure di valutazione delle stime e dell'impegno richiesto per rifare una soluzione software complessa.

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq	Standardized Estimate
Intercept		1	0.1178	0.4859	0.0588	0.8085	
classe_anz	01-05	1	0.5241	0.5590	0.8791	0.3485	0.1422
classe_anz	06-10	1	-1.2572	0.6333	3.9405	0.0471	-0.2923
classe_anz	11-15	1	0.5754	0.6009	0.9167	0.3383	0.1378
classe_anz	16-20	0	0	.	.	.	.

Figura 43. Risultati metodo di massima verosimiglianza effetto intuizione contro formule

A seguito dell'analisi statistica di tutti i sotto-obiettivi dell'esperimento 2 vogliamo verificare se complessivamente i risultati sono significativi e soprattutto quali variabili indipendenti hanno maggiore significatività nel nostro modello. Abbiamo verificato che la frequenza pari al 66% di attivazione di euristiche e bias nel processo decisionale è significativa a seguito dei valori presentati dal Chi-Square Test (figura 13).

Continuando l'analisi dei risultati complessivi dell'esperimento 2 notiamo che il VeSN mostra che le variabili significative sono la classe di età, il sesso e la classe di anzianità (figura 44a, 44b, 44c) mentre la variabile ruolo non risulta essere significativa.

Testing Global Null Hypothesis: BETA=0			
Test	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
Likelihood Ratio	23.2160	3	<.0001
Score	23.1101	3	<.0001
Wald	22.7766	3	<.0001

Figura 44a. Test VeSN sulla variabile indipendente classe di età

Testing Global Null Hypothesis: BETA=0			
Test	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
Likelihood Ratio	33.1317	4	<.0001
Score	32.7460	4	<.0001
Wald	31.9365	4	<.0001

Figura 44b. Test VeSN sulla variabile indipendente sesso

Testing Global Null Hypothesis: BETA=0			
Test	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
Likelihood Ratio	42.3821	7	<.0001
Score	41.4309	7	<.0001
Wald	40.0955	7	<.0001

Figura 44c. Test VeSN sulla variabile indipendente classe di anzianità

Per definire il profilo che risponde con maggiore significatività agli effetti di euristiche e bias in situazioni in cui è necessario prendere decisioni circa il refactoring di un sistema software complesso dobbiamo analizzare i risultati del metodo di massima verosimiglianza (figura 45).

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq	Standardized Estimate
Intercept		1	0.8021	0.3631	4.8800	0.0272	
classe_eta	25-34	1	-1.1461	0.3475	10.8774	0.0010	-0.3023
classe_eta	35-44	1	-0.6833	0.3445	3.9343	0.0473	-0.1883
classe_eta	45-54	1	-0.9972	0.3981	6.2727	0.0123	-0.1398

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq	Standardized Estimate
classe_eta	55-64	0	0	.	.	.	.
classe_anz	01-05	1	0.3669	0.3079	1.4192	0.2335	0.0992
classe_anz	06-10	1	0.4828	0.3137	2.3690	0.1238	0.1119
classe_anz	11-15	1	0.8249	0.2992	7.6031	0.0058	0.1970
classe_anz	16-20	0	0	.	.	.	.
Sesso	F	1	0.5813	0.1537	14.2980	0.0002	0.1581
Sesso	M	0	0	.	.	.	.

Figura 45. Risultati metodo di massima verosimiglianza esperimento 2

Il profilo che ne viene fuori è quello di un soggetto di genere femminile, con un'anzianità compresa nella fascia 11-15 anni e una classe di età di quarto livello (55-64 anni). Il risultato significativo è legato al rapporto tra classe di età e classe di anzianità, ben rappresentato dalla probabilità di predizione del modello (figura 46).

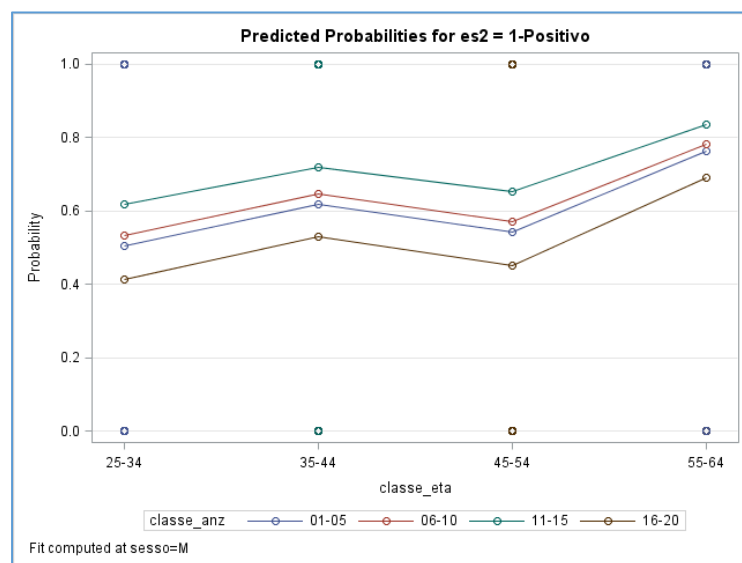


Figura 46. Rappresentazione probabilità delle variabili classe di età e anzianità nell'esperimento 2

I risultati dell'analisi regressiva ci offrono delle indicazioni utili sui comportamenti del Team quando si trova in situazioni in cui bisogna decidere se mantenere una soluzione software complessa vetusta o promuoverne il refactoring. Come possiamo notare dalle stime dell'Odds Ratio (figura 47) il valore più alto nel

confronto tra i diversi livelli della classe di anzianità è quello tra la classe 11-15 anni vs 16-20 anni con un valore pari a 2.282, per raggiungere il valore più basso nel rapporto tra classe di anzianità 1-5 anni vs 16-20 anni con un valore pari a 1.443. Questo significa che adottano con maggiore frequenza euristiche di ragionamento e bias coloro che hanno una seniority superiore ai 10 anni e una età compresa fra i 35-44 anni e i 55-64 anni.

Il modello mostra un grado di accuratezza moderato con un valore pari a 0.61 come rappresentato dalla curva ROC (figura 47) e come mostrato dai valori di predizione del modello (figura 48).

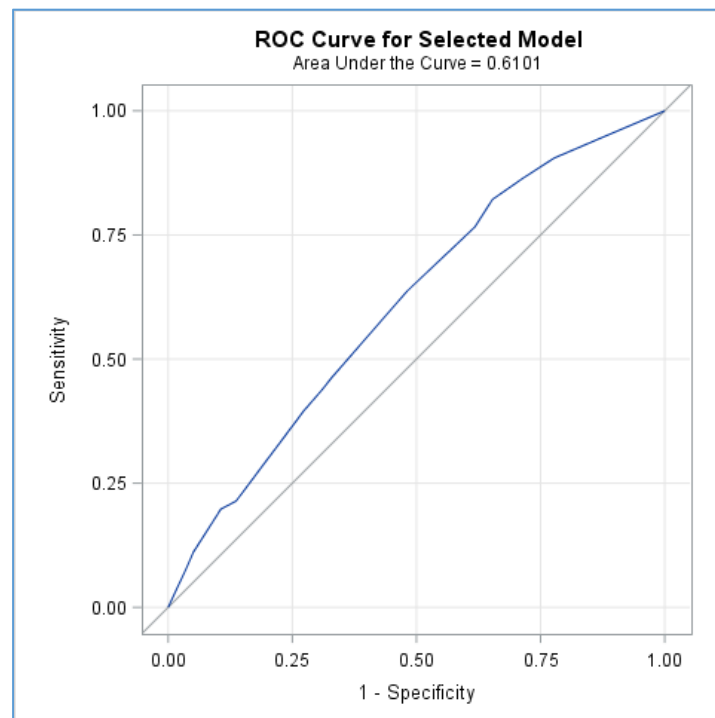


Figura 47. Curva ROC per il modello individuato dall'esperimento 2

Association of Predicted Probabilities and Observed Responses			
Percent Concordant	55.7	Somers' D	0.220
Percent Discordant	33.7	Gamma	0.246
Percent Tied	10.6	Tau-a	0.099
Pairs	299015	c	0.610

Figura 48. Risultati di predizione del modello individuato dall'esperimento 2

## 5.10 Discussione risultati Esperimento 2

I risultati di questo secondo esperimento sono molto interessanti per tutte quelle situazioni in cui ci si trova a dover decidere se continuare a mantenere un sistema vetusto ma affidabile oppure avviare un progetto di refactoring. La condizione di incertezza è dettata dalla complessità essenziale e accidentale che permea tutto il ciclo di vita del software, ma anche da altre due forme di complessità che vengono introdotte tipicamente durante il design e lo sviluppo e che caratterizzano il rischio di un progetto di refactoring: la complessità procedurale e quella strutturale.

Quindi tutte le aziende che realizzano software complessi e che sono sul mercato da qualche decennio possono trovare nei risultati di questo esperimento delle risposte interessanti per migliorare i risultati delle analisi di risk assessment. Infatti, anche le metodologie più innovative dello sviluppo software - adottate da sempre più numerose aziende informatiche - non prendono in considerazione le strategie cognitive intraprese dai componenti del team, che devono prendere quotidianamente decisioni sulle evoluzioni di sistemi software complessi.

Questa complessità, se mal gestite, porta ad un aumento del rischio fino al fallimento del progetto di refactoring. Una forma di complessità presente nello sviluppo di una soluzione software è quella procedurale che si rivela nella presenza continua di funzioni relativamente lunghe e non sempre semplici da capire. Anche funzioni inizialmente semplici e con interfacce Agili possono diventare con il tempo proceduralmente complesse e con interfacce ingombranti. Dalla complessità procedurale, quindi, deriva la difficoltà di comprensione e di riutilizzo delle funzioni di una soluzione software.

Pertanto, i risultati del nostro esperimento ci hanno mostrato quali euristiche attivano i progettisti e gli sviluppatori software quando si trovano di fronte alla scelta di mantenere il sistema completo e funzionante, seppur vetusto, oppure pensare al suo refactoring. Un ruolo determinante e statisticamente significativo ha la teoria del prospetto come alternativa a quella dell'utilità attesa. Infatti, la teoria del prospetto 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. I risultati del nostro esperimento mostrano che i soggetti, a prescindere dalle caratteristiche dello specifico contesto decisionale, hanno bisogno di individuare un punto di riferimento cognitivo che funga da termine di paragone in base al quale valutare le opzioni a loro disposizione. Pertanto, il decisore ha bisogno di una “prospettiva” con cui affrontare le dinamiche della scelta (Kahneman, Tversky, 1979).

Il processo decisionale che abbiamo indagato nell’esperimento 2 si articola in due fasi successive. In primo luogo, il decisore procede a una analisi e strutturazione del problema decisionale:

- a) la codifica in termini di guadagno o perdita, dal proprio punto di vista;
- b) l’isolamento delle componenti non rischiose;
- c) l’eliminazione degli elementi comuni alle diverse alternative;
- d) la combinazione di esiti analoghi;
- e) l’arrotondamento delle probabilità;
- f) la verifica di possibili alternative.

In secondo luogo, il soggetto mette a confronto diverse “prospettive” per stimarne il valore e individuare quella con il valore più alto. La teoria del prospetto differisce per almeno tre importanti aspetti dalla teoria dell’utilità attesa. La prima differenza consiste nella sostituzione della nozione di “utilità” con il concetto di “valore”. Mentre l’utilità è generalmente definita solo in termini di massimo guadagno raggiungibile, il valore è definito in termini di scarti rispetto ad una certa posizione assunta come punto di riferimento neutro.

La seconda differenza riguarda la valutazione delle preferenze come una funzione dei “pesi decisionali”, cioè della valutazione soggettiva delle differenti opzioni di scelta. La teoria del prospetto postula, infatti, che le persone non trattino le probabilità come sono realmente, ma ne utilizzino delle distorsioni.

Infine, la teoria del prospetto sostiene che le preferenze del soggetto dipendono dal tipo di rappresentazione mentale del problema decisionale (effetto framing). Secondo Tversky e Kahneman (1981), infatti, i soggetti si 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 (si veda in figura 49 la funzione convessa per le perdite e concava per i guadagni).

La teoria del prospetto sostiene che le perdite abbiano maggior valore dei guadagni per il decisore (si veda in figura 49 la maggior distanza della funzione dall'asse orizzontale nella parte delle perdite rispetto alla parte relativa ai guadagni). I risultati dell'avversione al rischio e dell'avversione alle perdite, che abbiamo indagato nel nostro esperimento 2, giocano un ruolo fondamentale nello studio della presa di decisione.

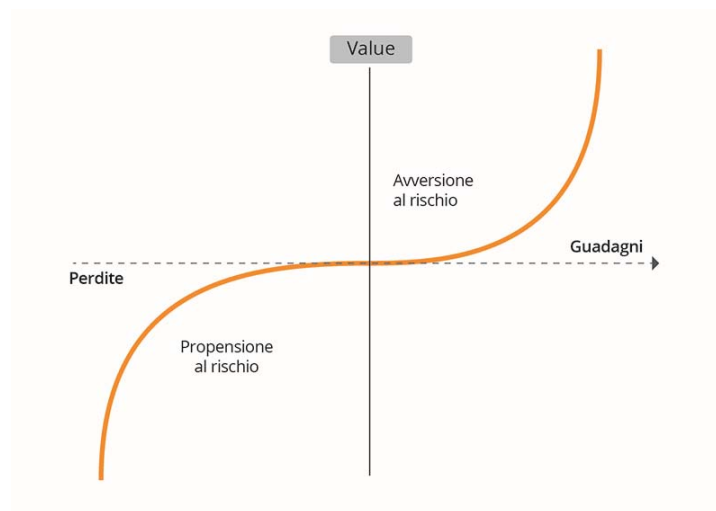


Figura 49. Funzione di valore utilizzata nella teoria del prospetto

La teoria del prospetto spiega due fenomeni che abbiamo analizzato nell'esperimento 2 e che costituiscono una violazione della teoria classica della decisione: la fallacia dei costi irrecuperabili e l'effetto dotazione, entrambi indagati nel nostro esperimento 2 con una risultanza statisticamente significativa.

Il primo riguarda la tendenza degli individui a basare le proprie scelte su ciò che è stato deciso precedentemente piuttosto che sulle valutazioni delle conseguenze future, come prescrivono i modelli normativi. Arkes e Blumer (1985) hanno dimostrato che gli individui decidono in maniera differente se vengono messi a conoscenza o meno dei costi già sostenuti e non più recuperabili. Nel nostro esperimento i soggetti hanno desunto dalla complessità procedurale e dalla copertura funzionale il costo teorico dell'intero sistema e sulla base di questa

inferenza hanno elaborato la loro decisione.

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 e viene manifestata ritrosia a cedere un oggetto per il semplice fatto di possederlo (Thaler, 1980). Questa condizione nel caso della realizzazione di una soluzione software si presenta quando progettisti e sviluppatori devono rifare una soluzione che hanno contribuito loro stessi a realizzare e alla quale danno un valore superiore perché la ritengono una propria creatura.

I risultati del nostro esperimento hanno confermato i risultati delle ricerche precedenti ma in molti casi ci hanno offerto un approfondimento puntuale su alcune variabili indipendenti, che potenziano la portata applicativa del nostro lavoro di ricerca. Conoscere i profili dei soggetti che posti di fronte ad una decisione in condizione di incertezza attivano determinate euristiche e biases è rilevante in termini di performance tecnica e tecnologica ma soprattutto in termini di ritorno dell'investimento. Questa risultati porteranno del valore indiscutibile nella costruzione dei Team di sviluppo e progettazione; infatti per superare alcuni limiti della metodologia Agile sarà opportuno costruire dei team correlando il ruolo ad altre caratteristiche dei soggetti, caratteristiche che noi abbiamo individuato nelle variabili indipendenti dell'esperimento 2 (classe di anzianità, genere e classe di età).

## CAPITOLO VI

### CONCLUSIONI

*“Da un punto di vista logico, è tutt’altro che ovvio che si sia giustificati nell’inferire asserzioni universali da asserzioni singolari, per quanto numerose siano queste ultime; infatti qualsiasi conclusione tratta in questo modo può sempre rivelarsi falsa; per quanto numerosi siano i casi di cigni bianchi che possiamo aver osservato, ciò non giustifica la conclusione che tutti i cigni sono bianchi”*  
Karl Popper, *Logica della scoperta scientifica*

Con questo lavoro ho voluto applicare in un contesto tecnologicamente avanzato e fortemente proceduralizzato i risultati delle ricerche sulla presa di decisioni in condizioni di ambiguità e incertezza, per indagare la performance decisionale dei soggetti coinvolti nella progettazione e nello sviluppo di soluzioni software complesse, e delineare strategie di *nudging* per migliorare e fare evolvere le metodologie di progettazione e sviluppo di software complessi.

Nella prima parte, ho descritto diversi modelli teorici, con l’obiettivo di indagare le modalità di elaborazione delle informazioni del decisore, per fare una scelta fra le alternative presenti in un dato contesto. In particolare, ho affrontato le due principali correnti di indagine sulla presa di decisione:

- l’approccio normativo, che si dedica all’analisi di percorsi “ottimali” a disposizione del decisore per fare la scelta migliore;

- l’approccio descrittivo, che indaga invece come effettivamente i soggetti prendono le decisioni e considera le principali strategie cognitive adottate dagli individui per prendere una decisione compatibilmente con la complessità della situazione e i limiti del sistema cognitivo.

Si è cercato, poi, di definire i concetti di complessità di una soluzione software, di incertezza e di aversione al rischio nei contesti di innovazione tecnologica, mettendo in evidenza che gli individui hanno spesso difficoltà a giudicare in maniera accurata gli eventi incerti e che questi giudizi sono spesso influenzati da fattori emotivi e da disposizioni individuali (Luce et al., 1997; Gasper, Clore, 1998).

Sono state successivamente approfondite le strategie cognitive in termini di euristiche di ragionamento e biases, e la relazione che corre fra affezione e rischio,

passando in rassegna diversi studi che hanno sottolineato la forte tendenza degli individui a basarsi sui propri sentimenti quando si trovano a valutare situazioni rischiose (Slovic et al., 2004). Ho raccolto gli stimoli degli studi neurobiologici che hanno contribuito a rendere più solido il perimetro della ricerca circa l'influenza di emozioni specifiche su giudizi e scelte, valutando l'effetto delle emozioni sulla presa di decisione (Lerner, Keltner, 2000).

In seguito ho riportato sinteticamente il percorso evolutivo delle metodologie di progettazione del software, che hanno tutte l'obiettivo di ridurre i costi, migliorare la possibilità di riuso, ridurre gli errori e gestire la complessità accidentale e procedurale nella realizzazione di soluzioni software.

L'analisi della letteratura in materia di presa di decisione in situazioni di incertezza ha evidenziato l'applicazione di questi modelli in contesti finanziari o medici, ma poche applicazioni sono state condotte in contesti tecnici strutturati che seguono metodologie e procedure vincolanti. Per questo, ho ritenuto interessante indagare se e in che modo le diverse euristiche influenzino la presa di decisione in condizioni di incertezza tecnologica e funzionale.

È stato pertanto condotto uno studio sperimentale che ha avuto due obiettivi generali. Il primo obiettivo era indagare le strategie cognitive che influenzano la performance decisionale nell'attività di stima e realizzazione di una funzione applicativa di un sistema software complesso; il secondo obiettivo era verificare la presenza di euristiche e biases che si possono attivare quando ci si trova di fronte alla decisione sul rifacimento di un sistema software in una situazione di complessità essenziale e accidentale.

All'interno di questa cornice, questo lavoro ha offerto, innanzitutto, un avanzamento significativo nella comprensione dell'impatto delle euristiche sulla presa di decisione in situazioni di incertezza in contesti strutturati e con procedure definite. Inoltre, grazie alla messa a punto di una metodologia di analisi che si basa sulle tecniche di regressione logistica i miei studi hanno contribuito a comprendere il ruolo determinante di alcune differenze individuali (classe di età, genere e classe di anzianità) nello studio dei processi decisionali in condizioni di incertezza.

In primo luogo, anche se non posso affermare con certezza che ciò che i nostri soggetti hanno scelto sia necessariamente ciò che avrebbero fatto nella vita reale, credo comunque che le risposte dei partecipanti agli scenari presentati rappresentino una predisposizione a comportarsi in quel determinato modo nella loro quotidianità professionale. Questo anche alla luce di studi che hanno evidenziato che le intenzioni riportate dai soggetti generalmente corrispondono al loro comportamento effettivo (Morrongiello, Dawber, 2004).

Appare evidente come la soluzione software e il team di sviluppo, da un certo punto in poi, siano fortemente legati al livello di complessità e coerenza raggiunti dal sistema software, il che crea un forma di stasi progettuale che non consente di superare il livello raggiunto con azioni evolutive continue, tutte a crescente rischio di regressione.

In questa fase evolutiva (di massima maturità e, paradossalmente, di massima fragilità) del sistema, vengono spesso a presentarsi dei driver di cambiamento strutturali dell'ecosistema esterno: cambiamenti tecnologici e nei modelli di architettura (ad esempio il passaggio dal *three tier* al *cloud*), cambiamenti nei dispositivi di fruizione usati dagli utenti (dal *personal computer* allo *smartphone*), cambiamenti nelle metafore di interfaccia (dalle forms seriali alle interfacce conversazionali) che producono un'insostenibile pressione evolutiva sul sistema, reso fragile dalla sua stessa maturità ed estensione, tanto da portarlo al *phase out*, per lasciare spazio a nuove soluzioni rigenerate ex novo da parte di nuovi team nel nuovo ecosistema tecnologico.

I risultati degli esperimenti condotti per questa ricerca si inseriscono nei contesti in cui bisogna decidere il *phase out* di una soluzione software o quando bisogna creare un nuovo team per stimare e realizzare la soluzione software nel nuovo ecosistema tecnologico. Ho dimostrato concordemente ai principi della teoria del prospetto che le persone rispondono diversamente alla presentazione delle informazioni a seconda del modo in cui tali informazioni sono incorniciate (*framed*). Le informazioni di carattere informatico possono essere incorniciate sia in termini di possibili guadagni (realizzazione di una applicazione informatica con una nuova

tecnologia per migliorare le funzionalità e risparmiare del tempo in futuro), sia in termini di possibili perdite (aumento dei tempi di sviluppo a seguito di apprendimento di una nuova tecnologia, aumento dei costi indotti dall'acquisizione della nuova tecnologia). L'inclinazione a correre rischi per promuovere un esito desiderato o evitare un esito indesiderato dipende del modo in cui la condizione viene incorniciata (Kahneman, Tversky, 1979; 1982).

Una delle variabili che contribuiscono a chiarire l'influenza dell'incorniciamento delle informazioni sui comportamenti rilevanti in materia di progettazione del software è il tipo di comportamento che si intende promuovere, se è un'azione preventiva o di controllo. Una differenza decisiva fra un'azione preventiva e una di controllo risiede nel livello di rischio imminente percepito. La teoria del prospetto suggerisce che le persone tendono a preferire opzioni rischiose quanto si trovano a considerare possibili perdite; l'inclinazione a intraprendere azioni di controllo dovrebbe quindi essere favorita dalla presentazione delle informazioni rilevanti in termini di possibili perdite. Al contrario, le azioni preventive sono normalmente percepite come meno rischiose degli interventi di controllo. Per esempio, test di usabilità su un'applicazione informatica mirati a garantire la soddisfazione di efficacia, efficienze e gradevolezza per l'utente finale riducono il malcontento e il possibile mancato uso da parte dell'utente comportando rischi immediati nulli o minimi.

L'applicazione della teoria del prospetto risulta rilevante per l'analisi dell'intero ciclo di vita (dalla nascita al *phase out*) di un sistema software complesso, dove la complessità essenziale e accidentale si manifesta su più dimensioni:

- estensione del dominio,
- dimensione del team di sviluppo,
- tempo di vita del sistema,
- struttura interna del sistema (linee di codice, *function points*),
- numerosità di componenti software interconnessi.

La progettazione di sistemi complessi ha, in genere, bisogno di investimenti crescenti al crescere della copertura funzionale del sistema, la quale è conseguenza

di una sempre più ampia e approfondita conoscenza del dominio da parte del team di sviluppo e del parco clienti.

In progetti di questo tipo si osserva una rapida crescita in complessità/dimensioni caratterizzate da un'alta propensione al rischio esibita dal team di sviluppo che - negli anni iniziali del progetto - insegue la domanda di nuove funzionalità senza doversi preoccupare troppo degli effetti collaterali (ad esempio, bug del codice sorgente e regressioni di alcune funzioni del sistema).

L'osservazione partecipata all'interno dei team di sviluppo e i risultati del mio studio sperimentale mi hanno permesso di individuare che i soggetti hanno una maggiore propensione al rischio quando bisogna stimare nuove funzioni applicative e una maggiore propensione alla perdita causata da anomalie e regressioni introdotte nelle nuove versioni realizzate. Non appena si raggiunge il punto di massima espansione funzionale (solitamente in corrispondenza con la saturazione del parco clienti) e quindi il punto di massima complessità essenziale e accidentale del sistema, inizia una seconda fase del progetto in cui la propensione al rischio dei soggetti del team di sviluppo tende a zero a causa della differenza negativa tra il trascurabile valore aggiunto derivante dalla introduzione di nuove *features* e la notevole perdita di valore (perdita di coerenza) della soluzione software in conseguenza di ogni cambiamento introdotto.

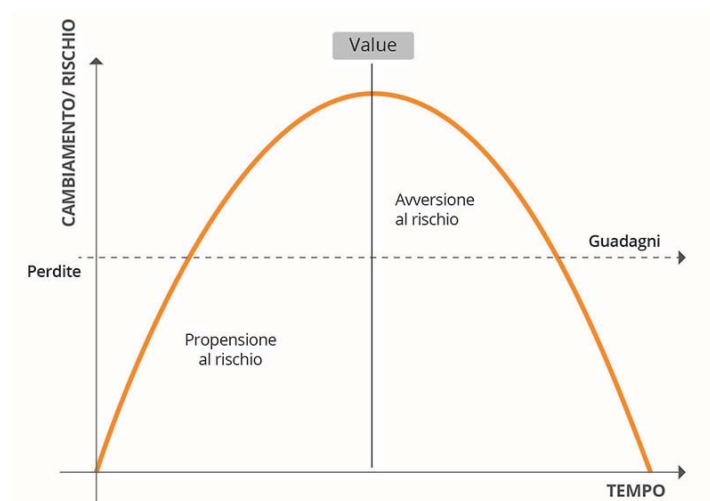


Figura 50. Applicazione della teoria del prospetto al ciclo di vita di un soluzione software

In sintesi, l'analisi normativa dei problemi di giudizio e di scelta definisce i vincoli necessari per decidere e agire razionalmente, mentre lo studio empirico del comportamento degli individui mostra che nelle decisioni di progettisti e sviluppatori software la conformità con i principi normativi della razionalità è tutt'altro che scontata. Conoscere e approfondire lo scarto tra il comportamento ottimale e il comportamento agito è particolarmente rilevante per prolungare il tempo medio di vita dei grandi progetti software, e quindi garantire un adeguato ritorno degli investimenti soprattutto nell'attuale contesto di sempre più rapidi cambiamenti di paradigma nelle tecnologie di base e nelle interfacce uomo-macchina.

Per concludere, il nostro studio sperimentale ha prodotto risultati interessanti per rendere più efficienti le decisioni di un team di sviluppo software, le cui scelte sono spesso condizionate dalle strategie cognitive messe in atto dai singoli componenti del gruppo. La nostra ipotesi per migliorare le decisioni del team è quella di rendere efficienti le strategie intuitive sfruttando proprio le distorsioni prodotte dal modo di ragionare naturale delle persone. Mutuando l'approccio di *nudging* di Thaler e Sunstein (2008) propongo di intervenire sull'architettura del team invece di sollecitare il singolo a spostare il controllo del proprio pensiero dal sistema intuitivo 1 al più lento e logico sistema 2. L'introduzione di strategie di *nudging* permetterebbe di disegnare interventi nell'architettura del gruppo, per creare opzioni di default che corrispondono alle scelte più convenienti per l'intero gruppo. Con questa tecnica si possono creare team che avranno una performance decisionale in grado di realizzare al meglio gli obiettivi assegnati, sottraendosi alle trappole che i limiti cognitivi e i difetti di razionalità dei singoli disseminano quotidianamente in maniera sistematica. Sostenuti da una significativa spinta ottimistica e da una nuova architettura organizzativa, i team potranno realizzare con più facilità il loro obiettivo, per realizzare il quale sarà necessario dare facilitazioni al singolo decisore ricorrendo anche in questo caso a "spintarelle gentili" (*nudges*), usando le euristiche e le altre tendenze sistematiche che abbiamo riscontrato nei nostri esperimenti.



## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Alshamrani, A., Bahattab, A. (2015). A comparison between three SDLC models waterfall model, spiral model, and Incremental/Iterative model. *International Journal of Computer Science Issues*, 12(1), 106-111.

Anderson, J.R. (1990). *The adaptive character of thought*. Hillsdale, Erlbaum.

Anderson, J.R. (1991). Is human cognition adaptive? *Behavioral and Brain Sciences*, 14, 471–517.

Arkes, H.R., Blumer, C. (1985). The psychology of sunk cost. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 35, 124-140.

Arkes, H.R., Herren, L.T., et al. (1988). The role of potential loss in the influence of affect on risk-taking behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 42, 181-193.

Armony, J.L., Servan-Schreiber, D., et al. (1995). An anatomically-constrained neural network model of fear conditioning. *Behavioral Neuroscience*, 109, 246-256.

Armony, J.L., Servan-Schreiber, D., et al. (1997). Computational modeling of emotion: explorations through the anatomy and physiology of fear conditioning. *Trends in Cognitive Sciences*, 1, 28-34.

Arnott, D. (1998). *A taxonomy of decision biases*. Monash University, School of Information Management and Systems.

Bachmann, C., Luccio, R., Salvadori, E. (2005). *La verifica della significatività dell'ipotesi nulla in psicologia*. Firenze, University Press.

Barbaranelli, C. (2003). *Analisi dei dati*. Milano, Led Edizioni Universitarie.

Barberis, N., Xiong, W. (2012). Realization utility. *Journal of Financial Economics*, 104, 251–271.

Barclay, S., Beach, L.R., Braithwaite, W.P. (1971). Normative models in the study of cognition. *Organizational Behavior and Human Performance*, 6, 389-413.

Baron, J. (2008). *Thinking and deciding*. Cambridge, Cambridge University Press.

Baron, R.M., Kenny, D.A. (1986). The Moderator-Mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic, and Statistical Considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173-1182.

Baruzzo, A., Pescio, C. (2004). Diagrammi, layout e gestione della complessità, *Computer Programming*, 136, 12-20.

- Beach, L.R., Mitchell, T.R. (1987). Image theory: Principles, goals and plans in decision-making. *Acta Psychologica*, 66, 201-220.
- Beattie, J., Barlas, S. (2001). Predicting perceived differences in tradeoff difficulty. In Weber, E.U., Baron, J., Loomes, G. (eds.), *Cambridge series on judgement and decision making. Conflict and tradeoffs in decision making*. Cambridge, Cambridge University Press, 25-64.
- Bechara, A., Damasio, H. et al. (1999). Different contributions of the human amygdala and ventromedial prefrontal cortex to decision-making. *Journal of Neuroscience* 19, 5473-5481.
- Bechara, A., Damasio, H., Damasio, A.R. (2000). Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral cortex*, 10, 295-307.
- Beck, K. (2000). *eXtreme Programming Explained: Embrace Change*. Boston, Addison-Wesley Longman Publishing Co.
- Beck, K., Fowler, M. (2000). *Planning eXtreme Programming*. Boston, Addison-Wesley Longman Publishing Co.
- Berkowitz, L., Harmon-Jones, E. (2004). Toward an understanding of the determinants of anger. *Emotion*, 4, 107-130.
- Berry, W.D., Feldman, S. (1985). *Multiple Regression in Practice*. Thousand Oaks, CA, Sage.
- Bland, J.M., Douglas, G.A. (2000). The Odds Ratio. *BMJ*, 320, 1468.
- Bodenhausen, G. V. (1993). Emotions, arousal, and stereotypic judgments: A heuristic model of affect and stereotyping. In Mackie, D. M., Hamilton, D.L. (eds.), *Affect, cognition, and stereotyping: Interactive processes in group perception*. San Diego, Academic Press, 13-37.
- Bower, G.H. (1981). Mood and memory. *American Psychologist*, 36, 129-148.
- Brim, O. G. (1962). *Personality and Decision Processes: Studies in the Social Psychology of Thinking*. Stanford University Press.
- Butler, G., Mathews, A. (1987). Anticipatory anxiety and risk perception. *Cognitive Therapy and Research*, 11(5), 551-565.
- Byrnes, J.P., Miller, D.C., Schafer, W.D. (1999). Gender Differences in Risk Taking: A Meta-Analysis. *Psychological Bulletin*, 125, 367-383.
- Cacioppo, J.T., Gardner, W.L. (1999). Emotion. *Annual Review of Psychology*, 50, 191-214.

- Canessa, N., Motterlini, M., Di Dio, C., Perani, D., Scifo, P., Cappa, S., Rizzolatti, G. (2010). Understanding other's regret: a fMRI study. *PlosONE*, 4, 10.
- Carson, T.P., Adams, H.E. (1980). Activity valence as a function of mood change. *Journal of Abnormal Psychology*, 89, 368-377.
- Carter, C. R., Kaufmann, L., Michel, A. (2007). Behavioral supply management: a taxonomy of judgment and decision-making biases. *International Journal of Physical Distribution, Logistics, Management*, 37(8), 631-669.
- Caudek, C., Luccio, R. (2001). *Statistica per psicologi*. Bari, Editori Laterza.
- Ceschi, A., Sartori, R., Rubaltelli, E., Weller, J. (2012) *Cognitive Biases: Empirical evidence from a Stock Market Simulation*. Poster presentato alla Giornata di Studio "Metodi qualitativi e quantitativi in psicologia" organizzata dall'Università degli Studi di Urbino Carlo Bo e dall'Associazione Italiana di Psicologia a Urbino il 22 Giugno 2012.
- Cherubini, P. (2005). *Psicologia del pensiero*. Milano, Raffaello Cortina Editore.
- Cho, J., Lee, J. (2006) An integrated model of risk and risk-reducing strategies. *Journal of Business Research*, 59, 112-120.
- Clark, M.S., Isen, A.M. (1982). Toward understanding the relationship between feelings states and social behavior. In Hastorf, A.H., Isen, A.M. *Cognitive social psychology*. New York, Elsevier, 73-108.
- Clark, D.M., Teasdale, J.D. (1982). Diurnal variations in clinical depression and accessibility of memories of positive and negative experiences. *Journal of Abnormal Psychology*, 91, 87-95
- Cohen, S., Janicki-Deverts, D., et al. (2007). Psychological Stress and Disease. *Journal of the American Medical Association*, 298, 1685-1687.
- Cohen, M.X., Ranganath, C. (2007). Reinforcement Learning Signals Predict Future Decisions. *The Journal of Neuroscience*, 27(2), 371-378.
- Coles, M.E., Heimberg, R.G. (2002). Memory biases in the anxiety disorders: current status. *Clinical Psychology Review*, 22(4), 587-627.
- Conway, M., Giannopoulos, C. (1993). Dysphoria and decision making: limited information use for evaluations of multiattribute targets. *Journal of Personality and Social Psychology*, 64, 613-624.
- Coombs, C.H. (1975). Portfolio theory and the measurement of risk. In Kaplan, M.F., Schwartz, S. (eds.), *Human judgment and decision processes*. New York, Academic Press.
- Coricelli, G., Critchley, H.D., Joffily, M., O'Doherty, J.P., Sirigu, A., Dolan, R.J. (2005).

Regret and its avoidance: a neuroimaging study of choice behavior. *Nature Neuroscience*, 8, 1255–1262.

Coricelli, G., Schwarzbach, J. (2008). Cervello e decisioni. In Bonini N., Del Missier, F., Rumiati R. (eds.). *Psicologia del giudizio e della decisione*. Bologna, Il Mulino, 151-170.

Cumming, S. R., Harris, L.M. (2001). The impact of anxiety on the accuracy of diagnostic decision-making. *Stress & Health*, 17, 281-286.

Cummings, J. L. (1985). *Clinical Neuropsychiatry*. New York, Grune & Stratton Inc.

Cummings, J. L. (1993). Frontal-Subcortical Circuits and Human Behavior. *Archives of Neurology*, 50, 873-880.

Cummins, D.D. (1996). Evidence for the innateness of deontic reasoning. *Mind and Language*, 11, 160-90.

Cunningham, M. R. (1988). What do you do when you are unhappy or blue? Mood, expectancies, and behavior. *Motivation and Emotion*, 12, 309-331.

Damasio, A.R. (1991). Somatic markers and the guidance of behavior: Theory and preliminary testing. *Frontal Lobe Function and Dysfunction*. Oxford, Oxford University Press.

Damasio, A.R. (1994). *Descartes' error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. New York, G.P. Putnam's Sons

Damasio, A.R. (1995). Toward a neurobiology of emotion and feeling: operational concepts and hypotheses. *Neuroscience*, 1, 19-25.

Damasio, A.R. (1996). The somatic marker hypothesis and the possible functions of prefrontal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, (351b), 1413-1420.

Damasio, A.R. (1999). *The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness*. New York, Harcourt Brace & Co.

Damasio, A.R. (2003). *Looking for Spinoza: Joy, Sorrow, and the Feeling Brain*. New York, US, HarcourtBrace & Co.

Damasio, A.R., Adolphs R., et al. (2003). The contributions of the lesion method to the functional neuroanatomy of emotion. *Handbook of Affective Sciences*. Oxford, Oxford University Press, 66-92.

Damasio, A.R., Tranel, D., et al. (1990). Individuals with sociopathic behavior caused by frontal damage fail to respond autonomically to social stimuli. *Behavioral Brain Researches*, 41, 81-94.

Damasio, H., Grabowski, T., et al. (1994). The return of Phineas Gage: clues about the brain from the skull of a famous patient. *Science*, *264*, 1102-1105.

Dennett, D.C. (1987). *The intentional stance*. Cambridge, MIT Press.

DeSteno, D., Petty, R.E., Wegener, D.T., Rucker, D.D. (2000). Beyond valence in the perception of likelihood: the role of emotion specificity. *Journal of Personality and Social Psychology*, *78*, 397-416.

Dingsøy, T., Dyba, T., Moe, N.B. (2010). *Agile Software Development*. Heidelberg, Springer.

Di Nocera, F. (2011). *Ergonomia cognitiva*. Roma, Carocci Editore.

Edwards, W. (1954). The theory of decision making. *Psychological Bulletin*, *41*, 380-417.

Ellis, H.C., Ashbrook, P.W. (1988). Resource allocation model of the effects of depressed mood states on memory. In Fiedler, K., Forgas, J.P., *Affect, cognition, and social behavior*, Toronto, Hogrefe International, 25-43.

Elster, J. (1998). Emotions and economic theory. *Journal of Economic Literature*, *36*, 47-74.

Epstein, S. (1994). Integration of the cognitive and the psychodynamic unconscious. *American Psychologist*, *49*, 709-724.

Eysenck, M.W. (1982). *Attention and arousal, cognition and performance*. New York, Springer.

Eysenck, M.W. (1997). *Anxiety and cognition: a unified theory*. Hove, East Sussex, Psychology Press.

Eysenck, M.W., Derakshan, N., et al. (2007). Anxiety and cognitive performance: attentional control theory. *Emotion*, *7*(2), 336-353.

Ferlazzo, F. (2005). *Metodi di ergonomia cognitiva*. Roma, Carocci Editore.

Finucane, M.L., Alhakami, A., Slovic, P., Johnson, S.M. (2000). The affect heuristic in judgments of risk and benefits. *Journal of Behavioral Decision Making*, *13*, 1-17.

Fischhoff, B. (1985) Managing risk perceptions. *Issue in Science and Technology*, *2*, 83-96.

Fischhoff, B., Gonzalez, R.M., Lerner, J.S., Small, D.A. (2005). Evolving judgments of terror risks: foresight, hindsight, and emotions. *Journal of Experimental Psychology Applied*, *11*, 124-139.

- Fischhoff, B., Lichtenstein, S., Slovic, P., Derby, S.L., Keeney, R.L. (1981). *Acceptable risk*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Fischhoff, B., Watson, S., Hope, C. (1984). Defining risk. *Policy Sciences*, 17, 123-139.
- Fiske, S.T., Taylor, S.E. (1984). *Social Cognition*. New York, Random House.
- Forgas, J.P. (1989). Mood effects on decision-making strategies. *Australian Journal of Psychology*, 41, 197-214.
- Forgas, J.P. (1992). Affect in social judgments and decisions: A multi-process model. In Zanna, M. (Ed.), *Advances in experimental social psychology*. San Diego, Academic Press, 227-275.
- Forgas, J.R., Bower, G.H. (1988). Affect in social and personal judgments. In Fiedler, K., Forgas, J. (eds.) *Affect, cognition and social behavior*. Toronto, Hogrefe International, 183-207.
- Frijda, N. H. (1986). *The emotions*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Frijda, N.H., Kuipers, P., ter Schure, E. (1989). Relations among emotion, appraisal, and emotional action readiness. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57, 212-228.
- Frijda, N.H., Mesquita, B. (1994). The social roles and functions of emotions. In Kitayama, S., Markus, H.R. (eds.), *Emotion and culture: Empirical studies of mutual influence*. Washington, American Psychological Association, 51-87.
- Frijda, N.H., Ortony, A., Sonnemans, J., Clore, G.L. (1992). The complexity of intensity: Issues concerning the structure of emotion intensity. In Clark, M. (Ed.), *Emotion: Review of Personality and Social Psychology*. Newbury Park, Sage.
- Gächter, S., Orzen, H., Renner, E., Starmer, C. (2009). Are experimental economists prone to framing effects? A natural field experiment. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 70, 443-446.
- Gallese, V., Keysers, C., Rizzolatti, G. (2004). A unifying view of the basis of social cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 396-403.
- Gasper, K. (2004). Do you see what I see? Affect and visual information processing. *Cognition & Emotion*, 18(3), 405-421.
- Gasper, K., Clore, G.L. (1998). The persistent use of negative affect by anxious individuals to estimate risk. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 1350-1363.
- Gigerenzer, G. (1989). *The Empire of Chance. How Probability Changed Science*

*and Everyday Life*. Cambridge, Cambridge University Press.

Gigerenzer, G. (1991). How to make cognitive illusions disappear: beyond heuristics and biases. *European Reviews of Social Psychology*, 2, 83-115.

Gigerenzer, G. (2004). Dread risk, September 11, and fatal traffic accidents. *Psychological Science*, 15, 286-287.

Gigerenzer, G. (2007). *Gut feelings: the intelligence of the unconscious*. New York, Viking Adult [trad. it. *Decisioni intuitive. Quando si sceglie senza pensarci troppo*, Milano, Cortina 2009].

Gigerenzer, G., Selten, R. (a cura di) (2001). *Bounded rationality. The Adaptive toolbox*. Cambridge, MIT Press.

Gilovich, T., Medvec, V.H. (1995). The experience of regret: what, when, and why. *Psychological Review*, 102(2), 379-395.

Goldber, J.H., Lerner, J.S., et al. (1999). Rage and reason: the psychology of the intuitive prosecutor. *European journal of social psychology*, 29(5-6), 781-795.

Goldberg J.H., Lerner J.S., Tetlock P.E. (1999). Rage and reason: the psychology of the intuitive prosecutor. *European Journal of Social Psychology*, 29, 781-288.

Hamilton, D.L., Gifford, R.K. (1976). Illusory Correlation in Interpersonal Perception: A cognitive bases of stereotypic judgments, *Journal of Experimental and Social Psychology*, 12, 136-149.

Harsanyi, J. (1977). *Rational Behavior and Bargaining Equilibrium in Games and Social Situations*. Cambridge, Cambridge University Press.

Hemenover, S.H., Zhang, S. (2004). Anger, personality, and optimistic stress appraisals. *Cognition and Emotion*, 18, 363-382.

Hilton, D.J. (1995). The social context of reasoning: Conversational inference and rational judgment. *Psychological Bulletin*, 118, 248-271.

Hino, S. (2006). *Inside the mind of Toyota*. New York, Productivity Press.

Hoffman, P.J, Slovic, P., Rorer, L.G. (1968). An analysis of variance model for the assessment of configural cue utilization in clinical judgement. *Psychological Bulletin*, 69, 338-339.

Isen, A.M., Daubman, K.A. (1984). The influence of affect on categorization. *Journal of Personality and Social Psychology*, 47(6), 1206-1217.

Isen, A.M., Shalcker, T.E., et al. (1978). Affect, accessibility of material in memory, and behavior: a cognitive loop?. *Journal of Personality and Social Psychology*, 36, 1-

12.

Janis, I.R., Mann, L. (1977). *Decision making*. New York, Free Press.

Johnson, J. (2002) *Feature and Function Usage*. Standish Group International Inc.

Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness*. Cambridge, Harvard University Press.

Johnson-Laird, P.N., Byrne, R.M.J. (1993), Models and deductive rationality. In Manktelow, K., Over, D. (Eds.). *Rationality: Psychological and philosophical perspectives*. London, Routledge.

Johnson-Laird, P.N., Oatley, K., (1992). Basic emotions, rationality, and folk theory. *Cognition and Emotion*, 6, 201-223.

Johnson, E.J., Tversky, A. (1983). Affect, generalization, and the perception of risk. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45, 20-31.

Kahneman, D. (1995). Varieties of counterfactual thinking. In Roese, N. J., Olson, J. M. (Eds.). *What might have been: The social psychology of counterfactual thinking*. Mahwah, Erlbaum, 375–396.

Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*. London, Penguin Books [trad. it. *Pensieri lenti e veloci*, Milano, Arnoldo Mondadori Editore 2012].

Kahneman, D., Knetsch, J.L., Thaler, R.H. (1991). *Journal of Economic Perspectives*, 5, 193-206.

Kahneman, D., Miller, D. (1986). Norm theory: Comparing reality to its alternative. *Psychological Review*, 93, 136–153.

Kahneman, D., Tversky, A. (1973). On the psychology of prediction. *Psychological Review*, 80, 237–251.

Kahneman, D., Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47, 263–291.

Kahneman, D., Tversky, A. (1982a). The psychology of preference. *Scientific American*, 246, 160-173.

Kahneman, D., Tversky, A. (1982b). The simulation heuristic. In Kahneman, D., Slovic, P., Tversky, A. (eds.). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge, Cambridge University Press, 201-208.

Keltner, D., Ekman, P. (2003). Facial expression of emotion. In Haviland, J., Lewis, M. (eds.), *Handbook of emotion*. New York, Guilford Press.



- Keltner, D., Ellsworth, P.C., et al. (1993). Beyond simple pessimism: effects of sadness and anger on social perception. *Journal of Personality and Social Psychology*, 64(5), 740-752.
- Keltner, D., Gross, J. (1999). Functional accounts of emotions. *Cognition and Emotion*, 13, 467-480.
- Keltner, D., Locke, K.D., Audrian, P.C. (1993). The influence of attributions on the relevance of negative feelings to personal satisfaction. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 19, 21-29.
- Kendal, A.B., Montgomery, H. (1997). Perspectives and emotions in personal decision making. In Ranyard, R., Crozier, W.R., Svenson, O. (eds.). *Decision making: Cognitive models and explanations*. London, Routledge.
- Keppel, G., Saufley, W.H., Tokunaga, H. (2001). *Disegno sperimentale e analisi dei dati in psicologia*. Napoli, Edises.
- Kniberg, H. (2010). *The essence of Agile*. Kiev, Agile Eastearn Europe Conference.
- Klein, G. (1992). Decision making in complex military environments. San Diego, CA, Naval Command, Control and Ocean Surveillance Center. *Final Contract Summary Report*.
- Klein, G. (1993). Recognition-primed decisions. In W.B. Rouse (Ed.), *Advances in man-machine systems research*. Greenwich, JAI Press
- Klein, G. (1998). *Sources of power: How people make decisions*. Cambridge, MIT Press.
- Klein, G. (1999). Applied decision making. *Human performance and ergonomics*. San Diego, Academic Press, 87-107.
- Klein, G., Calderwood, R. (1991). Decision models: lessons from the field. *Transactions on Systems. Man and Cybernetics* 21(5), 1018-1026.
- Koehler, J.J. (1996). The base rate fallacy reconsidered: Descriptive, normative and methodological challenges. *Behavioral and Brain Sciences*, 19, 1-53.
- Kruchten, P. (2000). *Rational Unified Process*. Boston, Addison-Wesley Longman Publishing Co.
- Landman, J. (1993). *Regret*. Oxford, Oxford University Press.
- Langer, E.J. (1975). The illusion of control. *Journal of Personality and Social Psychology*, 32, 311-328.
- Larman, C., Vodde, B. (2009). *Lean Primer*. [www.leanprimer.com](http://www.leanprimer.com)

Larrick, R.P., Nisbett, R.E., Morgan, J.N. (1993). Who uses the cost-benefit rules of choice? Implications for the normative status of microeconomic theory. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 56, 331–347.

Lazarus, R.S. (1991). *Emotion and adaptation*. Oxford, Oxford University Press.

Lazarus, R.S., Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. New York, Springer Publishing Company.

LeDoux, J. (1996). *The emotional brain*. New York, Simon & Shuster.

Legrenzi, P. (2006). *Psicologia e investimenti finanziari*. Milano, Il Sole 24 Ore.

Legrenzi, P. (2014). *Frugalità*. Bologna, Il Mulino.

Legrenzi, P., Girotto, V., Johnson-Laird, P.N. (1993). Focusing in reasoning and decision making. *Cognition*, 49, 37-66.

Lerner, J.S., Goldberg, J.H., Tetlock, P.E. (1998). Sober second thought: the effect of accountability, anger and authoritarianism on attributions of responsibility. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 24, 563-574.

Lerner, J.S., Keltner, D. (2000). Beyond valence: Toward a model of emotion specific influences on judgment and choice. *Cognition and Emotion*, 14, 473-493.

Lerner, J.S., Keltner, D. (2001). Fear, anger, and risk. *Journal of Personality and Social Psychology*, 81, 146-159.

Lerner, J.S., Tiedens, L.Z. (2006). Portrait of the angry decision maker: how appraisal tendencies shape anger's influence on cognition. *Journal of Behavioral Decision Making*, 19(2), 115-137.

Levenson, R. (1994). Human emotion: a functional view. In Ekman, P., Davidson, R.J. (eds.), *The nature of emotion: fundamental questions*. Oxford, Oxford University Press, 123-126.

Levenson, R.W., Ekman, P., Friesen, W.V. (1990). Voluntary facial action generates emotion-specific autonomic nervous system activity. *Psychophysiology*, 27, 363-384.

Lewinson, S., Mano, H. (1993). Multi-attribute choice and affect: the influence of natural occurring and manipulated moods on choice processes. *Journal of Behavioral Decision Making*, 6, 33-51.

Lichtenstein, S., Slovic, P. (1971). Reversal of preference between bids and choices in gambling decision. *Journal of Experimental Psychology*, 89, 46-55.

Lichtenstein, S., Slovic, P. (1973). Response-induced reversals of preference in gambling: an extended replication in Las Vegas. *Journal of Experimental Psychology*,

101, 16-22.

Lichtenstein, S., Slovic, P., Fischhoff, B., Layman, M., Combs, B. (1978). Judged frequency of lethal events. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4, 551–578.

Lipshitz, R., Klein, G. et al. (2001). Taking stock of Naturalistic Decision Making. *Journal of Behavioral Decision Making*, 14, 331-352.

Loewenstein, G., Lerner, J. (2003). The role of affect in decision-making. In Davidson, R., Scherer, K., Goldsmith, H. (eds.), *Handbook of affective science*. Oxford, Oxford University Press.

Loewenstein, G., Weber, E.U., Hsee, C.K., Welch, N. (2001). Risk as feelings. *Psychological Bulletin*, 127, 267-286.

Loomes, G., C. Starmer, et al. (1991). Observing Violations of Transitivity by Experimental Methods. *Econometrica* 59(2), 425-443.

Loomes, G., Sugden, R. (1982). Regret theory: an alternative theory of rational choice under uncertainty. *Economic Journal*, 92, 805–824.

Luce, M., Bettman, J., Payne, J.W. (1997). Choice processing in emotionally difficult decision. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 23, 384-405.

MacCormack, A.D. (2001). Product-Development Practices That Work: How Internet Companies Build Software. *MIT Sloan Management Review*, 42, 75–84.

MacLeod, C., Campbell, L. (1992). Memory Accessibility and Probability Judgments: An experimental evaluation of the availability heuristic. *Journal of Personality and Social Psychology*, 63, 890-902.

March, J.G. (1988). Rationality, ambiguity and the engineering of choice. In Bell, D. E., Raiffa, H., Tversky, A. (Eds.), *Decision making*. Cambridge, Cambridge University Press.

McMenamin, J. J. (1992). *Operational decision making: The impact of time and information*. Newport, Naval War College.

Meehl, P. (1986). Causes and effects of my disturbing little book. *Journal of Personality Assessment*, 50, 370-375.

Mellers, B. A., Schwartz, A., Ho, K., Ritov, I. (1997). Decision affect theory: emotional reactions to the outcomes of risky options. *Psychological Science*, 8, 423-429.

Mellers, B. A., Schwartz, A., Ritov, I. (1999). Emotion-Based choice. *Journal of Experimental Psychology General*, 128, 332-345.

- Menard, S. (2001). *Applied Logistic Regression Analysis*. Thousand Oaks, Sage.
- Miceli, R. (2001). *Percorsi di ricerca e analisi dei dati*. Torino, Bollati Boringhieri.
- Mitte, K. (2008). Memory bias for threatening information in anxiety and anxiety disorders: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 134(6), 886-911.
- Motterlini, M., Guala, F. (2011) *Mente, mercati, decisioni*. Milano, Università Bocconi Editore.
- Munassar, N.M.A., Govardhan, A. (2010). A comparison between five models of software engineering. *International Journal of Computer Science Issues*, 7(5), 94-10.
- Nguyen, L. and Swatman, P.A. (2000). Essential and Incidental Complexity in Requirements Models, *Proceedings of the fourth IEEE International Conference on Requirements Engineering ICRE 2000*, June 19-23, Schaumburg, Illinois, USA.
- Nisbett, R.E., Ross, L. (1980). *Human Inference: Strategies and shortcomings of social judgment*. Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- Ortony, A., Clore, G.L., Collins, A. (1988). *The cognitive structure of emotions*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Overton, W.F. (1990). Competence and procedures: Constraints on the development of logical reasoning. In Overton, W.F. (Ed.), *Reasoning, necessity, and logic*. Hillsdale, Erlbaum.
- Pascal, B. (1670). *Pensées*. London, Penguin Classics.
- Payne, J.W., Bettman, J.R., Johnson, E.J. (1988). Adaptive Strategy Selection in Decision-making. *Journal of Personality and Social Psychology*, 2, 143-156.
- Poppendieck, T., Poppendieck, M. (2003) *Lean Software Development: an Agile toolkit*. Boston, Addison-Wesley Longman Publishing Co.
- Poppendieck, T., Poppendieck, M. (2006) *Implementing Lean Software Development*. Boston, Addison-Wesley Longman Publishing Co.
- Popper, K.R. (1959). *The logic of the scientific discovery*. London, Hutchinson.
- Pressman, R. S. (2000) *Software Engineering. A Practitioner's Approach*. New York, McGraw-Hill Education. [trad.it. *Principi di ingegneria del software*. Milano, McGraw-Hill Education 2000].
- Quigley, B.M., Tedeschi, J.T. (1996). Mediating effects of blame attributions on feelings of anger. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 22, 1280-1288.

- Raghunathana, R., Phamb, M.T. (1999). All Negative Moods Are Not Equal: Motivational Influences of Anxiety and Sadness on Decision Making. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 79(1), 56-77.
- Rasmusson, J. (2010) *The Agile Samurai*. Raleigh, The Pragmatic Bookshelf.
- Redelmeier, D., Koehler, D., Liberman, V., Tversky, A. (1995). Probability judgment in medicine: Discounting unspecified alternatives. *Medical Decision Making*, 15, 226-230.
- Richard, R., van der Pligt, J., et al. (1996). Anticipated regret and time perspective: Changing sexual risk-taking behaviour. *Journal of Behavioral Decision Making*, 9(3), 185-199.
- Rizzello, S., Egidi, M. (a cura di) (2004). *Cognitive Economics*. Cheltenham, Edward Elgar Publishing.
- Rizzolatti, G., Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 169-192.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 2, 131-141.
- Roese, N. J. (1994). The functional basis of counterfactual thinking. *Journal of Personality and Social Psychology*, 66, 805-818.
- Roese, N. J. (1997). Counterfactual thinking. *Psychological Bulletin*, 121, 133-148.
- Roese, N. J. (1999). Counterfactual thinking and decision making. *Psychonomic Bulletin and Review*, 6, 570-578.
- Roese, N. J., & Summerville, A. (2005). What we regret most and why. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 31, 1273–1285.
- Rolls, E. T. (1999). *The Brain and emotion*. Oxford, Oxford University Press.
- Roseman, I.J. (1984). Cognitive determinants of emotions: a structural theory. In Shaver, P. (Ed.), *Review of personality and social psychology: emotions, relationship and health*. Beverly Hills, Sage, 11-36.
- Roseman, I.J. (1991). Appraisal determinants of discrete emotions. *Cognition and Emotion*, 5, 161-200.
- Roseman, I.J., Wiest, C., Swartz, T.S. (1994). Phenomenology, behaviors, and goals differentiate discrete emotions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67, 206-221.
- Ross, L., Amabile, T., Steinnetz, J. (1977). Social roles, social control, and biases in

the social perception process. *Journal of Personality and Social Psychology*, 36, 85–94.

Rumiati, R. (2000). *Decidere*. Bologna, Il Mulino.

Rumiati, R. (2016) *Decidere in pratica*. Bologna, Il Mulino.

Sage, A.P., White, F.B. (1983). Decision and information structures in regret: models of judgment and choice. *IEEE: Transitions on Systems, Man, and Cybernetics*, 13, 136-143.

Samuelson, W., Zeckhauser, R. J. (1988). Status quo bias in decision making. *Journal of Risk and Uncertainty*, 1, 7-59.

Savadori, L., Rumiati, R. (1996). Percezione del rischio negli adolescenti italiani. *Giornale Italiano di Psicologia*, 23, 85-106.

Savadori, L., Rumiati, R. (2005). *Nuovi rischi e vecchie paure*. Bologna, Il Mulino.

Shanteau, J. (1988). Psychological characteristics and strategies of expert decision makers. *Acta Psychologica*, 68, 203-215.

Shefrin, H. (2001). Behavioral corporate finance. *Journal of applied corporate finance*, 14, 113-126.

Shefrin, H. (2007). *Finanza aziendale comportamentale. Decisioni per creare valore*. Milano, Apogeo.

Scherer, K.R. (1982). Emotion as process: function, origin and regulation. *Social Science Information*, 21, 555-570.

Scherer, K.R. (2001). Appraisal considered as process of multi-level sequential checking. In Scherer, K.R., Schorr, A., Johnstone, T. (eds.), *Appraisal processes in emotion: theory, methods, research*. Oxford, Oxford University Press, 92-120.

Schick, F. (1997). *Making choices: A recasting of decision theory*. Cambridge, Cambridge University Press.

Schkade, D., Kahneman, D. (1998). Does living in California make people happy? A focusing illusion in judgments of life satisfaction. *Psychological Science*, 9, 340-346.

Schwaber, K. (2004) *Agile Project Management with Scrum*. Redmond, Microsoft Press.

Schwarz, N. (1990). Feelings as information: informational and motivational functions of affective states. In Sorrentino, R.M., Higgins, E.T. (eds.), *Handbook of motivation and cognition: Foundations of social behavior*. New York, Guilford Press, 527-561.

Schwarz, N., Clore, G. (1996). Feelings and phenomenal experiences. In Higgins, E.T., Kruglanski, A.W. (eds.), *Social psychology: Handbook of basic principles*. New York, The Guilford Press, 103-119.

Schwarz, N., Clore, G. (1983). Mood, misattribution and judgments of well-being: informative and directive functions of affective states. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45, 513-523.

Scott, S.G., Bruce, R.A. (1995). Decision-making style: The development and assessment of a new measure. *Educational and Psychological Measurement*, 55, 818-831.

Segal, U. (1988). Does the Preference Reversal Phenomenon Necessarily Contradict the Independence Axiom?. *American Economic Review* 72, 233-236.

Seiler, M., Seiler, V., Traub, S., Harrison, D. (2008). Regret aversion and false reference points in residential real estate. *Journal of Real Estate Research*, 30, 461-474.

Shefrin, H. (2007). *Finanza aziendale comportamentale. Decisioni per creare valore*. Milano, Apogeo.

Simon, H. A. (1955). A behavioral model of rational choice. *Quarterly Journal of Economics*, 69, 99-118.

Simon, H.A. (1956). Rational choice and the structure of the environment. *Psychological review*, 63, 129-138.

Simon, H.A. (1960). *The New Science of Management Decision*. New York, Harper.

Simon, H.A. (1981). *The sciences of the artificial*. Cambridge, MIT Press.

Skyrms, B. (1996). *The evolution of the social contract*. Cambridge, Cambridge University Press.

Slovic, P., Finucane, M.L., Peters, E., MacGregor, D.G. (2004) Risk as analysis and risk as feelings: some thoughts about affect, reason, risk and rationality. *Risk Analysis*, 24, 311-322.

Slovic, P., Fischhoff, B., Lichtenstein, S. (1976). Cognitive Processes and societal risk taking. In Carroll, J.S., Payne, J.W. (Eds.), *Cognition and Social Behavior*. Hillsdale, Erlbaum.

Slovic, P., Peters, E., Finucane, M.L., MacGregor, D.G. (2002). The affect heuristic. In Gilovich, T., Griffin, D., Kahneman D. (eds.). *Heuristics and biases: the psychology of intuitive judgment*. Cambridge, Cambridge University Press, 397-420.

Smith, C.A., Ellsworth, P.C. (1985). Patterns of cognitive appraisal in emotions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48, 813-838.

- Smith, D.C., Furlong, M.J., Bates, M.P., Laughlin, J. (1998). Development of the Multidimensional School Anger Inventory for Males, *Psychology in the Schools*, 35, 1-15.
- Soane, E., Chmiel, N. (2005). Are risk preferences consistent? The influence of decision domain and personality. *Personality and Individual Differences*, 38(8), 1781-1791.
- Stanovich, K.E. (1999). *Who is rational? Studies of individual differences in reasoning*. Hillsdale, Erlbaum.
- Stanovich, K.E., West, R.F. (2000). Individual differences in reasoning: implications for the rationality debate?. *Behavioural and Brain Science*, 23, 645-726.
- Stanovich, K. E., West, R. F. (2008). On the relative independence of thinking biases and cognitive ability. *Journal of Personality and Social Psychology*, 94(4), 672-695.
- Stein, E. (1996). *Without good reason: The rationality debate in philosophy and cognitive science*. Oxford, Oxford University Press.
- Svenson, O. (1981). Are we all less risky and more skillful than our fellow drivers?. *Acta Psychologica*, 47, 143-148.
- Taiichi, O. (1988) *Toyota Production System*. New York, Productivity Press.
- Thaler, R. (1980). Toward a positive theory of consumers choice. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 1, 39-60.
- Tiedens, L.Z. (2001). The effect of anger on the hostile inferences of aggressive and non-aggressive people: specific emotions, cognitive processing, and chronic accessibility. *Motivation and Emotion*, 25, 233-251.
- Tiedens, L.Z., Linton, S. (2001). Judgment under emotional certain and uncertain: the effects of specific emotions on information processing. *Journal of Personality and Social Psychology*, 81, 973-260.
- Tversky, A. (1969). Intransitivity of preferences. *Psychological Review*, 76, 31-48.
- Tversky, A. (1977). Features and similarity. *Psychological Review*, 89, 123-154.
- Tversky, A., Kahneman, D. (1974). Judgement under uncertainty: heuristics and biases. *Science* 185, 1124-1131.
- Tversky, A., Kahneman, D. (1981). The Framing of decisions and Psychology of choice. *Science*, 211, 453-458.
- Tversky, A., Koehler, W. (1994). Support theory. A non-extensional representation of subjective probability. *Psychological Review*, 101, 547-567.



- Tversky, A., Sattah, S., Slovic, P. (1988). Contingent weighting in judgment and choice. *Psychological Review*, *95*, 371-385.
- Tversky, A., Slovic, P., Kahneman, D. (1990). The causes of preference reversal. *American Economic Review*, *80*, 204-217.
- Von Neumann, J., Morgenstern, O. (1943). *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton, Princeton University Press.
- Wallach, M.A., Kogan, N., Bem, D. J. (1964). Diffusion of responsibility and level of risk taking in groups. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, *68*(3), 263-274.
- White, G. (1993). Escalating commitment in individuals and group decision making: a prospect theory approach. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *54*.
- Wright, W.F., Bower, G.H. (1992). Mood effects on subjective probability assessment. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *52*, 276-291.
- Zajonc, R.B. (1980). Feeling and thinking: preferences need no inference. *American Psychologist*, *35*, 151-175.
- Zajonc, R.B. (1984). On primacy of affect. In Scherer, K.R., Ekman, P. *Approaches to emotion*. Hillsdale, Erlbaum, 259-270.
- Zeelenberg, M. (1999a). The use of crying over spilled milk: A note on the rationality and functionality of regret. *Philosophical Psychology*, *13*, 326-340.
- Zeelenberg, M. (1999b). Anticipated regret, expected feedback and behavioral decision-making. *Journal of Behavioral Decision Making*, *12*, 93-106.
- Zeelenberg, M., Beattie, J. et al. (1996). Consequences of regret aversion: effects of expected feedback on risky decision making. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *65*, 148-158.
- Zeelenberg, M., Beattie, J. (1997). Consequences of regret aversion: Additional evidence for effects of feedback on decision making. *Organizational and Human Decision Processes*, *72*, 63-78.
- Zeelenberg, M., Pieters, R. (1999). Comparing service delivery to what might have been: Behavioral responses to regret and disappointment. *Journal of Service Research*, *2*, 86-97.
- Zeelenberg, M., Pieters, R. (2007). A theory of regret regulation. *Journal of Consumer Psychology*, *17*, 3-18.
- Zeelenberg, M., Van Dijk, W.W, et al. (1998). Emotional reactions to the outcomes of decisions: the role of counterfactual thought in the experience of regret and

disappointment. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 75, 117-141.

## APPENDICE 1

### QUESTIONARIO DI RICERCA

#### *Decision making nella realizzazione del software*

##### ANAGRAFICA

- a. Sesso: M F
- b. Et : \_\_\_\_\_
- c. Ruolo in azienda (team member, team lead, product owner, architecture owner):

- d. Anzianit  in azienda:

##### ESPERIMENTO 1

#### *Stima dei tempi e impegno di realizzazione*

1. Devi sviluppare una funzione applicativa in 10 giorni. Sviluppandola nell'ambiente di sviluppo che conosci hai stimato di impiegare 8 gg, usando un nuovo ambiente di sviluppo ti   stato detto che per le competenze pregresse maturate ne impiegherai 10. Quale sar  la tua scelta?
  - Sviluppo con il linguaggio di programmazione conosciuto
  - Sviluppo con il nuovo linguaggio di programmazione impiegando pi  tempo
2. Hai stimato che per consegnare una funzione applicativa impiegherai 10gg utilizzando il linguaggio di programmazione che conosci meglio. Ti viene offerto di svilupparla in 20gg utilizzando un nuovo linguaggio di programmazione, ma il compenso non ti viene raddoppiato. Cosa fai?
  - Procedi con lo sviluppo in 10 gg usando il linguaggio di programmazione conosciuto
  - Procedi con lo sviluppo in 20 gg con il nuovo linguaggio di programmazione ma senza il raddoppio del compenso
3. Devi scegliere in quale fra due team lavorare. Entrambi i team hanno sviluppato una funzione applicativa che non soddisfa l'utente finale. Nel primo team la funzione   insoddisfacente da 3 mesi e l'utente   arrabbiato, nel secondo team la funzione   insoddisfacente da 1 mese e l'utente   molto arrabbiato. In quale team pensi sia meglio andare a lavorare?

- Team con funzione applicativa non soddisfacente da 3 mesi
  - Team con funzione applicativa non soddisfacente da 1 mese
4. Devi scegliere se riscrivere una funzione applicativa che non soddisfa il cliente con un nuovo linguaggio di programmazione che non conosci, o riscriverla con lo stesso linguaggio di programmazione che conosci e con cui è stata scritta quella che non soddisfa il cliente. Come ti comporti?
- Riscrivo la funzione applicativa con un linguaggio di programmazione diverso e che non conosco
  - Riscrivo la funzione applicativa con un linguaggio di programmazione uguale e che conosco
5. Hai sviluppato una funzione applicativa che presenta bug e regressioni in fase di testing. Sono tutti molto arrabbiati perché la scadenza è vicina. Cosa fai?
- Riscrivi tutto ripercorrendo tutti i passaggi e verificando se hai commesso un errore
  - Chiedi supporto a qualcuno che faccia *debugging* al posto tuo perché sei sicuro di aver fatto il possibile
6. Hai rilasciato un'applicazione che ha alcuni problemi di performance. Questa applicazione è in uso presso alcuni clienti. Quali di queste situazioni ritieni più importante risolvere prima?
- L'applicazione è in uso presso 10 Atenei ed è usata da 100 utenti molto arrabbiati
  - L'applicazione è in uso presso tutti gli Atenei (100) ed è usata da 1000 utenti molto arrabbiati
7. Devi realizzare una nuova funzione applicativa e ti viene dato un tempo definito per la consegna. Hai la possibilità di sviluppare con un linguaggio di programmazione che conosci bene ma è meno performante di un nuovo linguaggio di programmazione che non conosci. Cosa fai?
- Realizzo l'applicazione con il nuovo linguaggio di programmazione più performante
  - Realizzo l'applicazione con il linguaggio di programmazione che conosco bene
8. Devi decidere se sostituire una funzione applicativa che ha sempre destato insoddisfazione negli utenti ma che non ha mai dato problemi di stabilità e regressioni. Cosa fai?
- Realizzo una nuova funzione applicativa che può soddisfare gli utenti ma che non avrà la stessa maturità e stabilità
  - Mantengo la funzione applicativa stabile e matura fin quando non risulterà del tutto inutilizzabile

9. Devi decidere se sostituire una funzione applicativa che ha sempre destato insoddisfazione negli utenti, ma non hai un'analisi puntuale e precisa di come dovrebbe essere la nuova funzione applicativa. Cosa fai?
- Realizzo una nuova funzione applicativa cercando di capire quali sono le necessità dell'utente, ma rischiando di non cogliere tutto e di aggiungere alcuni errori e regressioni
  - Rimango in attesa che venga completata e definita l'analisi dei requisiti per evitare di introdurre errori e regressioni
10. Devi far evolvere una funzione applicativa perché il processo che automatizza è cambiato e perché l'interfaccia non è più *appealing*. Ma hai poco tempo e la richiesta è stringente perché l'utente finale è molto insoddisfatto. Cosa fai per soddisfare la richiesta dell'utente?
- Mi concentro sull'interfaccia e lascio in un secondo momento di sviluppo la revisione del processo da automatizzare
  - Mi concentro sulla revisione del processo e non mi concentro sul restyling dell'interfaccia

## ESPERIMENTO 2

### *Quando è necessario rifare una applicazione?*

11. Hai sviluppato una applicazione stabile, matura e senza regressioni. L'utente è insoddisfatto perché è datata, e in alcuni casi è necessario fare più passaggi per completare una operazione. Tu sai che rifare l'applicazione prevederà un periodo di tensione perché la nuova applicazione non sarà stabile come la precedente e sarà necessario un lungo periodo di *tuning*. Cosa fai?
- Riscrivo l'applicazione e accetto di gestire le tensioni a seguito dell'instabilità e immaturità
  - Mantengo l'applicazione attuale cercando di snellire i passaggi (seppur in molto più tempo) e mantengo lo stesso livello di stabilità e maturità
12. Hai sviluppato una applicazione stabile, molto strutturata ma con molti bachi e regressioni. L'utente è molto insoddisfatto perché è datata, e le regressioni creano problemi soprattutto nei momenti di uso intenso. La sensazione diffusa è che non funzioni, ma i dati dicono che le elaborazioni fatte dall'applicazione sono numerose e che riscriverla determinerà un periodo di instabilità. Cosa fai?
- Riscrivo l'applicazione e accetto di gestire le tensioni a seguito dell'instabilità e immaturità
  - Mantengo l'applicazione attuale cercando di ridurre le regressioni ma non migliorando la percezione dell'utente finale

- 13.** Stai lavorando su una applicazione che ha un front end evoluto, usabile e *appealing* ma la logica di processo non è particolarmente performante. Puoi decidere se migliorare ancora di più l'interfaccia per soddisfare pienamente l'utente oppure iniziare a lavorare sul back end che risulta trasparente all'utente e molto più laborioso negli sviluppi. Cosa fai per migliorare la percezione nell'utente?
- Mi concentro sul front end perché parto da una situazione già buona
  - Mi concentro sul back end perché c'è molto più lavoro da fare ed è necessario più tempo per ottenere dei risultati
- 14.** Devi presentare in una sessione pubblica una applicazione che hai realizzato. Puoi scegliere tra una applicazione poco complessa, usabile e appealing oppure una applicazione molto complessa, datata e che data la complessità può presentare delle regressioni. Quale applicazioni presenti per mostrare il tuo livello di esperienza e capacità professionale?
- Presento la soluzione poco complessa ma allo stato dell'arte in termini di tecnologia
  - Presento la soluzione molto complessa seppur tecnologicamente più datata e a volte instabile
- 15.** Devi fare una operazione su un sistema in produzione. Hai poco tempo e sai che si tratta di una operazione abbastanza rischiosa perché potresti perdere dai dati, ma dalla tua parte hai l'esperienza: lo hai fatto più volte ed è sempre andata bene. Cosa fai?
- Faccio l'operazione in produzione perché l'ho già fatta e rispetto i tempi stretti
  - Faccio l'operazione in pre-produzione per non rischiare di perdere neanche un dato e sforerò la consegna
- 16.** Fai parte di un team che deve decidere cosa fare di un applicativo complesso e strutturato scritto con un linguaggio di programmazione ormai datato. L'applicativo è arrivato ad un livello di copertura funzionale quasi totale ma le richieste del cliente si concentrano sull'aggiunta di processi minori e su revisioni dell'interfaccia. Cosa proponi di fare?
- Riscrivere l'applicazione con un nuovo linguaggio di programmazione e secondo nuove metodologie di sviluppo
  - Manuteneere l'attuale cercando di aggiungere le nuove richieste e limitando le regressioni
- 17.** Fai parte di un team che deve decidere cosa fare di un applicativo complesso e strutturato scritto con un linguaggio di programmazione ormai datato. L'applicativo è arrivato ad un livello di copertura funzionale quasi totale ma le richieste del cliente si concentrano sull'aggiunta di processi minori e su revisioni dell'interfaccia. Il cliente ha la percezione che l'applicativo sia vecchio

e non funzionante. Quale pensi sia la scelta migliore per cambiare la percezione dell'utente?

- Riscrivere l'applicazione con un nuovo linguaggio di programmazione e secondo nuove metodologie di sviluppo
- Manuteneere l'attuale cercando di aggiungere le nuove richieste e limitando le regressioni

**18.** Fai parte di un team e devi stimare il tempo necessario per sviluppare una particolare funzione applicativa. Cosa fai?

- Definisci una griglia che presenta tutte le possibili condizioni di impegno e la stima è il risultato di tutte le funzioni atomiche che dovrai realizzare
- Fai una stima sulla base della tua esperienza e la condividi con i colleghi del team per normalizzarla