



Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione - DPSS

Corso di Laurea in Scienze psicologiche dello sviluppo, della personalità e delle relazioni interpersonali

***Differenze di genere nell'approccio
alla risoluzione di problemi
matematici***

Relatore: Prof. Enrico TOFFALINI

Laureando: Luca Schulz

Matricola: 1222059

ANNO ACCADEMICO 2022/2023

Indice:

Prefazione.....	3
1 Inquadramento teorico.....	4
2 Metodo.....	6
2.1 Partecipanti.....	6
2.2 Materiali.....	7
2.3. Procedura.....	10
3 Analisi dati e risultati.....	15
3.1 Accuratezza di risposta.....	15
3.2 Tempi di risposta.....	16
3.3 Strategie di risposta.....	17
3.4 Approcci alla risoluzione.....	18
3.5 Metacognizione.....	19
3.6 Ansia di stato.....	20
3.7. Impulsività.....	20
3.8. Approccio e impulsività.....	21
3.9. Approccio e ansia di stato.....	22
4 Discussione.....	23
Riferimenti bibliografici.....	25
Appendice.....	26
Ringraziamenti.....	32

Prefazione

Questo progetto è nato grazie al mio interesse per la psicologia cognitiva e nello specifico per le analisi in laboratorio. Avendo quindi il desiderio di svolgere un elaborato scritto sperimentale, ho contattato il professor Enrico Toffalini che, tra le varie proposte di tesi, aveva un esperimento volto a ricercare differenze di genere in specifiche aree di funzionamento cognitivo. Date le evidenze abbiamo quindi deciso di svolgere una ricerca con obiettivo la valutazione di possibili differenze di genere nell'approccio alla risoluzione di problemi matematici

L'elaborato inizia con l'inquadramento teorico dell'esperimento in cui viene spiegata la nascita dell'idea e il quadro teorico su cui baseremo l'esperimento.

Il capitolo successivo affronta, partendo dalla definizione dei partecipanti scelti, il metodo di ricerca utilizzato, includendo la chiarificazione degli item proposti e la procedura di somministrazione del test.

Nel terzo capitolo vengono analizzati e presentati i dati raccolti durante la fase di somministrazione, organizzando vari paragrafi, ciascuno per una variabile differente messa in relazione con il genere maschile e quello femminile, in vista a valutare possibili gap di genere in tale variabile.

L'elaborato conclude con le discussioni emerse dalle analisi, la bibliografia e l'appendice in cui trovare tutti i quesiti d'Invalsi somministrati.

1- *Inquadramento teorico*

La ricerca è motivata dall'evidenza di differenze di genere nella prestazione media alle discipline scolastiche.

Sebbene queste differenze possano essere eterogenee a livello regionale o nazionale per fattori ancora da capire, generalmente emerge che i maschi tendono a ottenere risultati inferiori alle femmine nelle discipline che richiedono maggiore comprensione ed elaborazione verbale, mentre tendono a ottenere risultati superiori in matematica (es. Giofrè et al., 2020). I gap di genere non sono ampi, in realtà, sembrano ridursi nel tempo, e soprattutto sono variabili a seconda dei contesti (Stoet & Geary, 2018). Le ragioni per l'esistenza di gap di genere in diverse discipline sono ancora poco chiarite e possono coinvolgere una varietà di fattori socioculturali, motivazionali, biologici e cognitivi (Wang & Degol, 2016). La presente indagine non mira ad approfondire questa complessa varietà di fattori, ma solo a esplorare più a fondo un possibile elemento alla base del gap di genere: la diversa capacità e i diversi approcci che maschi e femmine presentano nell'affrontare specifici quesiti di matematica.

Parlo di possibilità poiché questo è un esperimento pilota, un progetto di natura sperimentale allo scopo di verificare l'eventuale fattibilità di futuri test su più larga scala; decisione presa tenendo conto di vari fattori quali il tempo, la difficoltà, l'ammontare di lavoro...

Il nostro campione è infatti limitato a 30 soggetti, 15 maschi e 15 femmine, a cui vengono somministrati 15 quesiti delle Prove Invalsi di matematica del decimo grado (seconda superiore¹) dei vari anni passati, idea che nasce da un lavoro precedente (Giofrè et al., 2020) in cui si indagavano le differenze di genere nella prestazione a tali prove.

Con l'obiettivo di creare un esperimento in parte esplorativo, non basato su "quanto fanno giusto" ma su possibili discrepanze di genere nelle modalità di *problem solving*, si sono ipotizzate quali strategie

¹ <https://www.invalsiopen.it/gradi-scolastici-valutazione/>;

potessero essere applicate per risolvere i nostri quesiti. Risolvendo i problemi più volte allo scopo di cercare i procedimenti più disparati, abbiamo definito due strategie principali da chiedere ai partecipanti: utilizzo di immagini mentali o di ragionamento verbale-algebrico.

Quest'ultimo presuppone abilità di verbalizzazione e di calcolo, quindi, idealmente, scrivibili; mentre l'utilizzo di immagini mentali prevede abilità di recupero e modulazione di figure presenti nel nostro cervello.

Lasciando comunque liberi i soggetti di esprimersi per un'analisi qualitativa in caso non riconoscessero bene quale approccio avessero usato e nel caso avessero risolto con strategie differenti (nel nostro campione non è stato necessario ma, nella pratica, avrebbero descritto i procedimenti svolti e successivamente si valuterà quali strategie mentali abbiano utilizzato), abbiamo raccolto dati sia sulle accuratezze di risposta (presumibilmente alte data la relativa facilità degli item) sia sui tempi di risposta.

Queste ed altre variabili (“immagine mentale”, “letto bene la consegna”, “ti sei basato sulle opzioni”, “metacognizione”, ansia di stato ed impulsività, vedi *cap.2.3 Procedure*) sono state scelte come indici misurabili di possibili differenze di genere in tale variabile.

2- *Metodo*

2.1. Partecipanti

Non volendo andare principalmente ad osservare le differenze nella bravura di esecuzione dei quesiti sottoposti, si è optato per cercare di mantenere il più costanti, o il meno influenti possibile i fattori di variabilità dovuti all'età, alla scolarità ma anche all'ultima volta in cui il soggetto si è sottoposto a possibili problemi matematici simili.

I partecipanti totali sono 30, 15 maschi e 15 femmine, con età media totale pari a 21,73 anni (media maschile= 21,86; media femminile= 21,6).

Il range di età per le ragazze è di 6 anni, minimo 19enne e massimo 25enne, mentre per i maschi solo 2 anni, minimo 19enne e massimo 23enne.

Qui sotto riportato un breve elenco delle scuole superiori frequentate e il numero dei partecipanti:

- Scientifico: 9 maschi, 7 femmine (totale=16 soggetti);
- Classico: 3 maschi, 5 femmine (totale=8 soggetti);
- Istituto tecnico: 2 maschi, 1 femmine (totale=3 soggetti);
- Artistico: 1 maschi, 1 femmina (totale= 2 soggetti);
- Linguistico: 0 maschi, 1 femmina (totale= 1 soggetto).

Anche per le Università frequentate le stesse informazioni:

- Psicologia: 5 maschi, 8 femmine (totale= 13 partecipanti);
- Scienze Politiche: 4 maschi, 2 femmine (totale= 6 partecipanti);
- Ingegneria: 3 maschi, 1 femmina (totale=4 partecipanti);
- Giurisprudenza: 0 maschi, 2 femmine (totale= 2 partecipanti);

- Altri: 1 maschio agraria, 1 maschio scienze storiche, 1 maschio chimica;

1 femmina economia, 1 femmina lettere moderne.

(Tutti corsi di laurea triennali tranne il ragazzo che studia scienze storiche magistrale).

2.2. Materiali

Gl'item, come già nominati, sono 15 quesiti di prove Invalsi del decimo grado.

Il quantitativo è stato scelto cercando di stimare l'ammontare di lavoro adeguato a non sovraccaricare cognitivamente il partecipante. Giudicando un tempo medio di risposta per item attorno al minuto o due, aggiungendo i momenti per le spiegazioni, per le domande e per i questionari *self-report*, si è arrivati a 15 problemi per un totale di durata del test di circa 45 minuti.

Ora era necessario stabilire quali quesiti sottoporre.

Arrivati a questo punto era necessario stabilire quali quesiti sottoporre. Ma come decidere quali fossero i migliori?

Prima di stabilire quali quesiti sottoporre, bisogna però fare una piccola precisazione sui problemi: le prove Invalsi di matematica, coprendo una vasta gamma di campi, sono costruite per andare ad osservare 4 principali aree della disciplina coinvolta:

- Numeri;
- Dati e previsione;
- Relazioni e funzioni;
- Spazio e figure.

A questo punto è stato più ragionevole dapprima decidere di suddividere le tabelle in cui vi sono riportate tutte le medie di accuratezza (quanto in media, maschi o femmine, rispondono correttamente a tal quesito) per le 4 aree di interesse, per successivamente valutare e decidere, dati alla mano, di focalizzarci sul decimo grado.

Numeri	Media acc.M	Media acc.F	Differenze Genere
Grado 8	0,574	0,542	0,032
Grado 10	0,485	0,425	0,059

Dati e previsioni	Media acc.M	Media acc.F	Differenze Genere
Grado 8	0,615	0,593	0,021
Grado 10	0,563	0,523	0,040

Relazioni e funzioni	Media acc.M	Media acc.F	Differenze Genere
Grado 8	0,646	0,626	0,019
Grado 10	0,474	0,433	0,040

Spazio e figure	Media acc.M	Media acc.F	Differenze Genere
Grado 8	0,530	0,518	0,012
Grado 10	0,464	0,425	0,038

Differenze di genere nel decimo grado costanti più ampie

Inoltre si può notare che l'area dei numeri è quella con maggior differenza di genere, circa il 2% in più, e perciò, volendo inserire almeno un item per campo in cui l'accuratezza femminile fosse maggiore di quella maschile e volendo ponderare la quantità di quesiti sul "ammontare di differenza di genere", abbiamo iniziato, dopo vari controlli sulla fattibilità dei singoli problemi, a sceglierli uno per uno.

Riportati qua sotto l'anno, l'esercizio e, oltre all'approccio più veloce per risolvere quel quesito, qualche piccola specifica (Giofrè et al., 2020):

- 1) 2016, M14: il quesito richiede un calcolo per la risoluzione e perciò, presumibilmente, un approccio di tipo verbale-algebrico.

Accuratezza maschi: **40,7%**, Accuratezza femmine: 25,8%;

- 2) 2014, D11_b: il problema è risolvibile sia attraverso l'utilizzo di formule matematiche ma è preferibile l'interpretazione visiva.
Accuratezza maschi: 59,3%, Accuratezza femmine: 59,1%;
- 3) 2014, M22_a: l'item richiede di mettere in relazione e confrontare le tre opzioni presentate.
Accuratezza maschi: 76,3%, Accuratezza femmine: **79,4%**;
- 4) 2016, M12_a: per la risoluzione di questo esercizio serviva interpretare i dati messi a disposizione e mettere in relazione aspetti verbali con altri algebrici.
Accuratezza maschi: **57,7%**, Accuratezza femmine: 41,7%;
- 5) 2011, MD24: pur essendo in un'altra tipologia di quello precedente, anche in questo quesito bisognerà utilizzare un approccio verbale-algebrico per la soluzione.
Accuratezza maschi: **45,5%**, Accuratezza femmine: 35%;
- 6) 2011, MD20_c: in questo item, pur essendoci un grafico, il soggetto dovrebbe preferire un approccio di tipo algebrico e attraverso una proporzione arrivare alla soluzione.
Accuratezza maschi: **63,9%**, Accuratezza femmine: 50,6%;
- 7) 2011, MD20_d: essendo un esercizio collegato al precedente la risoluzione è medesima ma inversa.
Accuratezza maschi: **45,5%**, Accuratezza femmine: 33,8%;
- 8) 2015, M6_a: essendo un problema incentrato sulla probabilità, è della tipologia dei "dati e previsioni" ma ambedue gli approcci, verbale-algebrico o immagine mentale, possono essere funzionali per la risposta.
Accuratezza maschi: **62,8%**, Accuratezza femmine: 49,8%;
- 9) 2014, M3_a: dovendo segnare un punto su una mappa, è quasi istintivo costruirsi un'immagine mentale del quesito e della soluzione.
Accuratezza maschi: **54,7%**, Accuratezza femmine: 43,9%;
- 10) 2015, M30: in questo esercizio bisogna ragionare sui dati forniti per pianificare e prevedere la risposta.

Accuratezza maschi: 46%, Accuratezza femmine: **49,7%**;

11) 2016, M11: per la risoluzione di questo quesito è necessario utilizzare processi verbali-algebrici trattandosi di calcolo di percentuali.

Accuratezza maschi: **45,5%**, Accuratezza femmine: 33,7%;

12) 2015, M4_a: anche in quest'item, essendo della tipologia del "numero", è preferibile un approccio di tipo verbale-algebrico.

Accuratezza maschi: **42,6%**, Accuratezza femmine: 32,3%;

13) 2014, M12_b: il problema è risolvibile analizzando i dati forniti e attraverso un mero calcolo.

Accuratezza maschi: 80,4%, Accuratezza femmine: **83,3%**;

14) 2013, M10: l'esercizio richiede di immaginare visivamente un solido e di farlo ruotare mentalmente per escludere un'opzione.

Accuratezza maschi: **70%**, Accuratezza femmine: 57,8%;

15) 2015, D23: questo quesito lo abbiamo scelto poiché, pur essendo della tipologia dei "numeri", ha riportato, inaspettatamente, una lieve maggiore accuratezza nelle femmine.

Accuratezza maschi: 61,9%, Accuratezza femmine: **64,8%**.

2.3. Procedura

Per proseguire con l'esperimento, era ora necessario definire quali domande personali fare ai soggetti ma anche cosa chiedere terminato ogni quesito matematico.

Ricordando che dev'essere un test pilota, era importante raccogliere il maggior numero di informazioni possibili, senza però risultare ridondanti, per poter poi fare al meglio le varie correlazioni tra variabili.

Per quanto riguarda le domande personali abbiamo chiesto ai nostri soggetti:

- Genere;
- Et ;
- L'indirizzo di scuola superiore;
- L'universit  frequentata e se triennale o magistrale;
- Una valutazione delle proprie competenze matematiche(Figura 2.a.);
- Di compilare due brevi questionari self-report: BIS-15 (*Italian short-version*), impulsivit , e la STAI-Y (adattato alla prova), ansia di stato.

Quanto ti consideri competente in matematica?

Per nulla competente	Poco competente	Abbastanza competente	Molto competente	Estremamente competente

Figura 2.a.

Le domande ai singoli item dovevamo, invece, riuscire a porle in modo tale da rendere numerabile, e, se fattibile, il pi  semplice possibile, aspetti metacognitivi che portano il soggetto ad utilizzare un determinato approccio per la risoluzione del quesito.

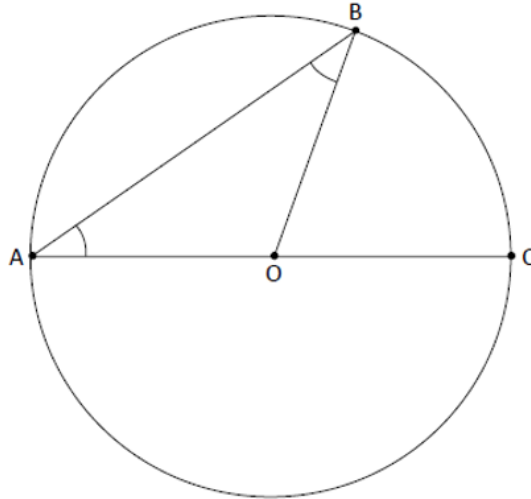
La decisione finale   stata, oltre a valutare la correttezza e prendere il tempo di risposta, basare le domande a stampo binomiale, "un'alternativa" che l'esaminato deve prendere come approccio o metodo utilizzato:

- Per risolvere l'esercizio hai utilizzato un ragionamento verbale/algebrico o ti sei fatto/a un'immagine mentale?
- Prima di iniziare a risolvere hai letto tutta la consegna o hai guardato prima cosa chiedesse? (variabile interessante da correlare con i risultati del questionario sull'impulsivit )
- Se l'item lo permetteva (quesito a risposta multipla): nel cercare la soluzione hai provato come prima cosa a trovare la risposta o ti sei basato sulle opzioni possibili?

Ma anche, nuovamente, una piccola autovalutazione su quanto pensa, da 1 (per nulla sicuro/a) a 5 (estremamente sicuro/a), abbia dato la risposta giusta.

Come spiegare al meglio però se non con l'esempio che anche tutti i soggetti hanno dovuto ascoltare?

Osserva la figura. AC è il diametro di una circonferenza di centro O.



Nel triangolo AOB, l'angolo \widehat{BAO} è uguale all'angolo \widehat{OBA} . Immagina di muovere il punto B sulla circonferenza. Gli angoli \widehat{BAO} e \widehat{OBA} sono ancora uguali tra loro?

Come procedereste con la risoluzione? Utilizzando:

- Un'immagine mentale: ad esempio si osserva come, spostando il punto B sulla circonferenza, gli angoli BAO e OBA rimangono invariati;

oppure

- Un ragionamento più verbale algebrico: per esempio si può notare che i lati AO e BO sono entrambi raggi della stessa circonferenza e quindi il triangolo AOB è isoscele. Ricordando le proprietà di quest'ultimo, possiamo affermare che i due angoli alla base, BAO e OBA, rimangono sempre equivalenti.

Fatto il test da sottoporre ai nostri 30 soggetti, inizia ora il secondo grande passo della procedura: la somministrazione.

È necessario però, prima di spiegare come è avvenuta, chiarire un dubbio sorto in questo momento: ma i questionari self-report che facciamo compilare, non è che possano in qualche modo influire l'esaminato sulla modalità di approccio alla risoluzione del quesito?

La STAI, *Spielberger state-trait anxiety inventory*, è uno dei questionari self-report più utilizzati in ricerca. La sua forma intera è formata da 40 item scelti per misurare e differenziare tra ansia di stato (condizione temporanea in risposta ad un fattore ambientale) e di tratto (forma stabile).

Interessando a noi solo quella di stato, quella subito dopo la prova, è stato opportuno optare per la versione ridotta, la STAI-Y, adattato alla prova (Zsido et al., 2020), e somministrarla una volta finiti i quesiti matematici delle Invalsi. Tale versione è formata da 20 item in forma di Scala *Likert*, dove il soggetto valuta su una scala da 1 a 4 (1 = per nulla e 4 = moltissimo) come si è sentito/a poco fa, mentre rispondeva ai problemi di matematica.

Date le significative differenze di genere riscontrate da Cross et al. (Cross et al., 2011), optiamo anche per somministrare ai soggetti la *Barratt Impulsiveness Scale*, BIS-15 (Maggi et al., 2022), però, essendo un test che va a valutare livelli di impulsività del soggetto, potrebbe incidere sulla scelta della modalità di *problem solving*, che nei tempi di risposta. Ha, infatti, un impatto diverso essere somministrati ad un questionario sulla poco fa citata impulsività, prima di cominciare a risolvere problemi matematici, rispetto ad affrontare subito gli item e solo infine compilare la scala self-report.

La soluzione è stata però semplice, suddividiamo i nostri esaminati in due gruppi:

- A) Soggetti pari (il 2°, 4°, 6°, ... partecipante): la somministrazione della BIS-15 viene fatta dopo gli item
- B) Soggetti dispari (il 1°, 3°, 5°, ... partecipante): la somministrazione della BIS-15 viene fatta prima degli item

Arrivati a questo punto, probabilmente vi sarete già fatti un'idea di com'è avvenuta l'effettiva somministrazione del test ma, per non tralasciare niente, in breve: dopo la compilazione dei dati personali, se il soggetto, come appena spiegato, è alla posizione cronologica di un numero dispari, compila subito la BIS-15 per poi iniziare a svolgere un quesito di Invalsi alla volta. Nel mentre si cronometra il tempo di risposta e, finito il problema, si fanno le domande a stampo binomiale preparate.

Il partecipante conclude infine, sempre nel caso in cui sia dispari, con il questionario STAI-Y, diversamente dagli esaminati pari che, dopo aver risposto a tutti gli item, compileranno prima la STAI-Y e successivamente la BIS-15.

3- *Analisi dati e risultati*

Somministrati i 30 test e trascritte le nostre tabelle di raccolta dati in *Excel* e in *Rstudio*, è il momento di analizzare tutto ciò che è emerso.

Nel seguito del capitolo, presentiamo le varie variabili osservate, le analisi fatte e un sintetico commento ai risultati ottenuti.

3.1. Accuratezza di risposta

Questa variabile è definita come la frazione delle risposte corrette sul totale dato.

Globalmente troviamo solo una leggera differenza (circa 5%) a favore dei maschi (0,871 contro 0,831 delle femmine), probabilmente data dalla facilità dei problemi. Andando però ad osservare item per item, si possono notare le differenze di genere nei singoli item dei nostri partecipanti.

Qui riportato il grafico risultante (Figura 3.a.).

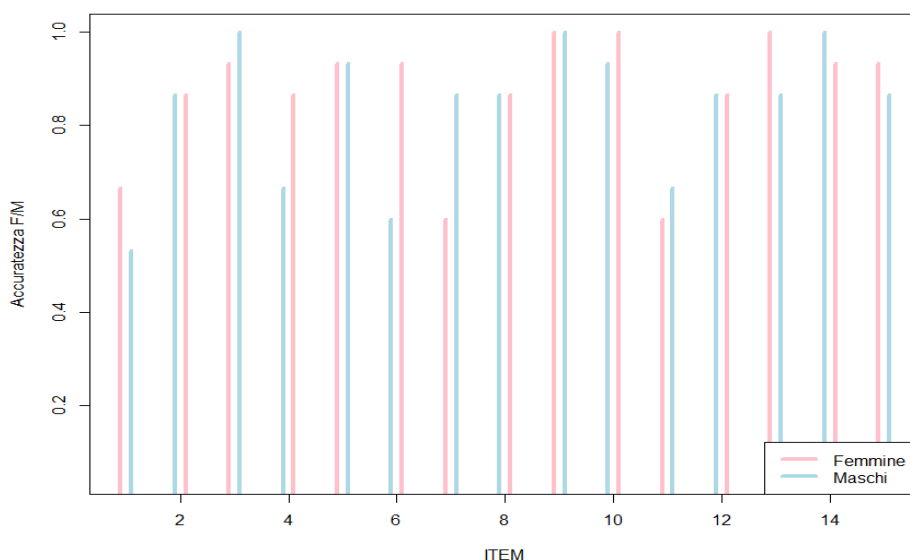


Figura 3.a.

Si nota come gli item 6 e 7, apparentemente simili ma inversi per procedimento (vedi “Appendice”), mostrano risultati praticamente opposti:

- Item 6: mediaM=0,6; mediaF=0,93;
- Item 7: mediaM=0,86; mediaF=0,6.

3.2. Tempi di risposta

Dopo una iniziale conversione da sistema sessagesimale a decimale, si sono analizzati i dati relativi ai tempi di risposta adattandoli ad un *generalized linear mixed-effects model* (GLMM) poiché, presumibilmente, le nostre variabili non si sarebbero distribuite secondo una Normale, ma essendo tempi di risposta con distribuzione ampiamente asimmetrica si potrebbero distribuire come una Gamma.

Osservando infatti i tempi di risposta medi per genere, si può notare come i maschi tendono leggermente ad essere più veloci (mediaM= 1min.19 sec., mediaF= 1min.25sec.) ma che comunque sono pienamente all'interno dell'intervallo di confidenza del modello per il genere femminile (Figura 3.b.). Il modello statistico (GLMM) non evidenzia un effetto statisticamente significativo del fattore genere, $\chi^2 = 0,56$, $p\text{-value} = 0,45$.

Le statistiche inferenziali inoltre evidenziano una correlazione (correlation of fixed effects= -0,542), tra la variabile tempo e la differenza di genere, con $p\text{-value}=0,447$ (Figura 3.b.).

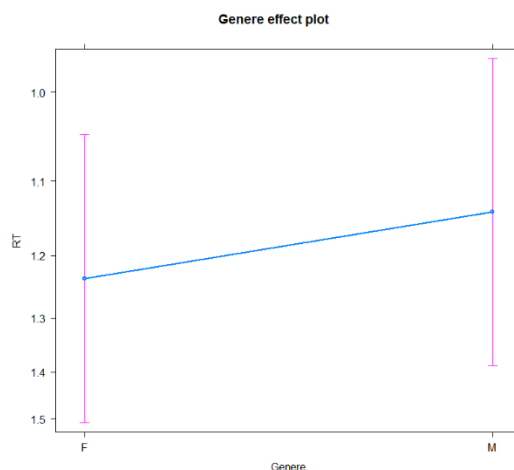


Figura 3.b. RT sono i tempi di risposta in sistema decimale

Andando ulteriormente a valutare le medie dei tempi di risposta item per item, si possono osservare gli RT medi del singolo quesito e la loro deviazione dal tempo medio generale calcolato poco fa.

Non emerge un effetto principale significativo del fattore Genere sul tempo di risposta, $B = 0.068$, $p = 0.447$. Tuttavia, guardando la Figura 3.c., si nota che ci possono essere delle variazioni da item ad item, e che quindi il fattore Genere, pur non giocando un ruolo significativo sulla media generale dei tempi di risposta, lo può giocare su specifici item in misura maggiore o minore.

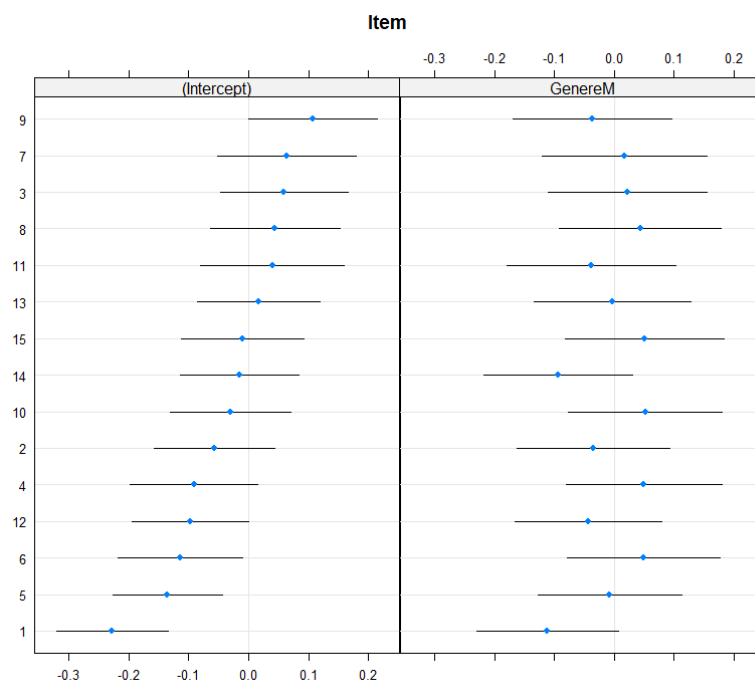


Figura 3.c. L'intercetta è il genere femminile

3.3. Strategia di risposta

Analogamente a come fatto per gli RT, anche per analizzare le strategie di risposta (immagine mentale o ragionamento verbale-algebrico) ci avvaliamo di una GLMM. Essendo una misurazione binomiale

e complementare, le due variabili sono uguali ma inverse e perciò è sufficiente osservare il comportamento di una soltanto.

Focalizzandoci sulla variabile nominata “immagine mentale”, osserviamo come vi sia una correlazione tra la probabilità di utilizzare questa strategia e il genere pari al $-0,683$ e una lieve significatività dell’effetto, $p\text{-value}= 0,085$.

Nella Figura 3.d., riportato il grafico delle distribuzioni femmine e maschi per la variabile “immagine mentale”.

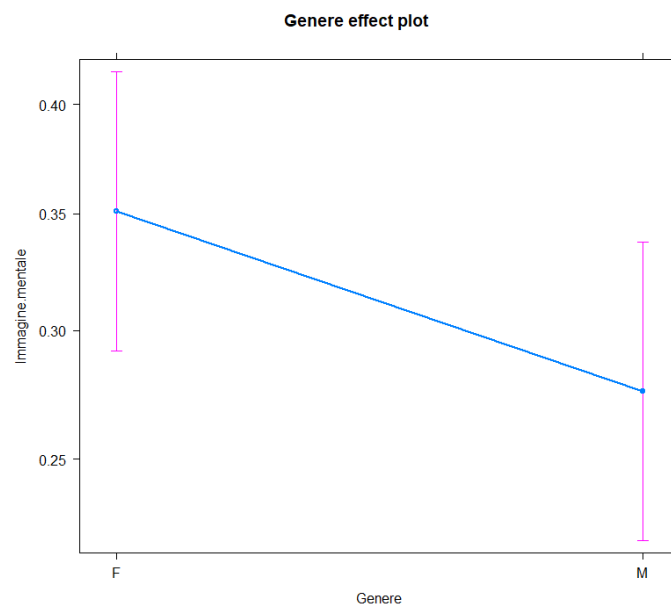


Figura 3.d.

3.4. Approcci alla risoluzione

In questo paragrafo si analizzeranno i dati raccolti nelle variabili nominate: “letto bene la consegna” e “ti sei basato sulle opzioni”.

Il procedimento svolto è simile per entrambe (è necessario solo modificare la variabile nella GLMM) e, ambedue, sono anch’esse misurazioni binomiali e complementari. È quindi opportuno optare per l’analisi di una soltanto e, come già fatto nei paragrafi precedenti, riportati qua sotto i grafici per la variabile “letto bene la consegna” (Figura 3.e.) e “ti sei basato sulle opzioni” (Figura 3.f.).

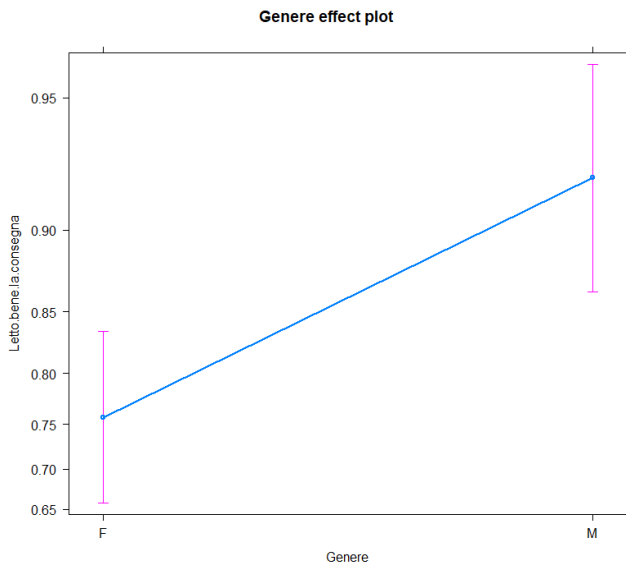


Figura 3.e.

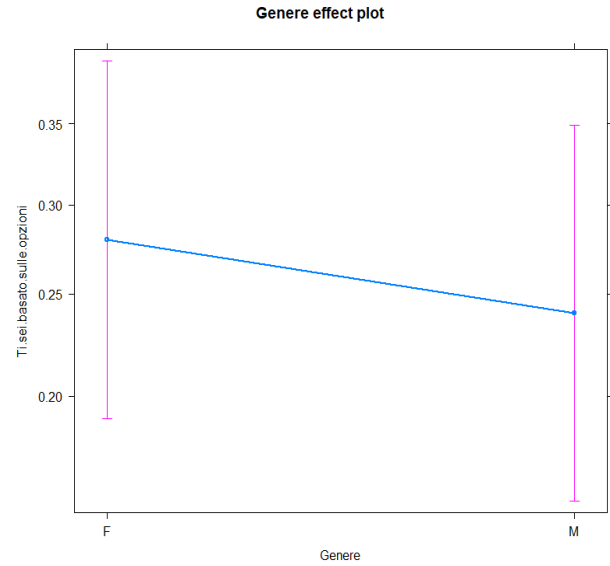


Figura 3.f.

Osservando la Figura 3.f., non vi sia alcuna significatività ($p\text{-value}= 0,58$) per tale variabile, probabilmente dovuto all'esiguo numero di osservazioni raccolte (solo 5 item hanno la conformazione a risposta multipla, totale 150 osservazioni), ma vi sia una significativa (tra 0 e 0,001; $p\text{-value}= 0,00067$) correlazione tra la variabile Genere e scegliere di leggere tutta la consegna o guardare subito cosa chiedeva il problema.

3.5. Metacognizione

Attraverso la dicitura “ $d\$\text{Metacognizione} = d\$\text{Quanto.pensi.tu.abbia.dato.la.risposta.giusta..1.5.}$ ”, rinominiamo la nostra variabile in metacognizione, l'abilità autoriflessiva che permette di giudicare i propri stati mentali.

Avendo raccolto i dati attraverso una scala *Likert*, è possibile utilizzare una d di Cohen, un *effect size* che descrive l'intensità di relazione tra due variabili. Rispondendo con un valore prossimo allo 0, d

$estimate = -0,12$ (*negligible*), si può dedurre che la forza di relazione tra quanto il nostro soggetto pensava di aver risposto corretto e se fosse maschio o femmina è trascurabile.

3.6. Ansia di stato

La suddetta variabile è stata misurata prendendo come dati di riferimento i valori risultanti dal questionario self-report STAI-Y che il partecipante compila al termine dei 15 quesiti matematici.

Il punteggio finale è la mera somma delle risposte ai singoli item (ricordiamo numerati da 1 a 4) ad esclusione per l'item 1, 2, 5, 8, 10, 11, 15, 17, 19 e 20 che sono *reverse item*, ovvero, domande che hanno una formulazione opposta rispetto alle altre del test, in cui ovviamente il calcolo sarà inverso (da 4 a 1).

Utilizzando nuovamente una *d di Cohen* per le analisi della correlazione di questa variabile rispetto alle differenze di genere, osserviamo come l'*effect size* è maggiore ma solo lievemente significativo (*small*) ed è pari a 0,24.

3.7. Impulsività

Essendo una variabile costruita nel medesimo modo della precedente (scala *Likert* su questionario self-report) applichiamo lo stesso *script*, prestando attenzione a modificarlo adeguatamente e ai *reverse item*, che per la BIS_15 sono gl'item: 1, 5, 6, 7, 8, 9.

Avendo come riscontro una $d\ estimate = 1,00$ (*large*), induce a pensare che vi sia una forte correlazione tra le variabili, intuendo che vi sia un effettivo gap di genere per i valori di impulsività misurati dal test.

3.8. Approccio e impulsività

Cercando di rispondere al dubbio se ci fosse una correlazione tra differenti livelli di impulsività e approccio utilizzato, osserviamo adattando i dati alla GLMM come, sebbene non vi sia significatività ($p\text{-value} = 0.53$), sia lieve la correlazione, pari a 0,43.

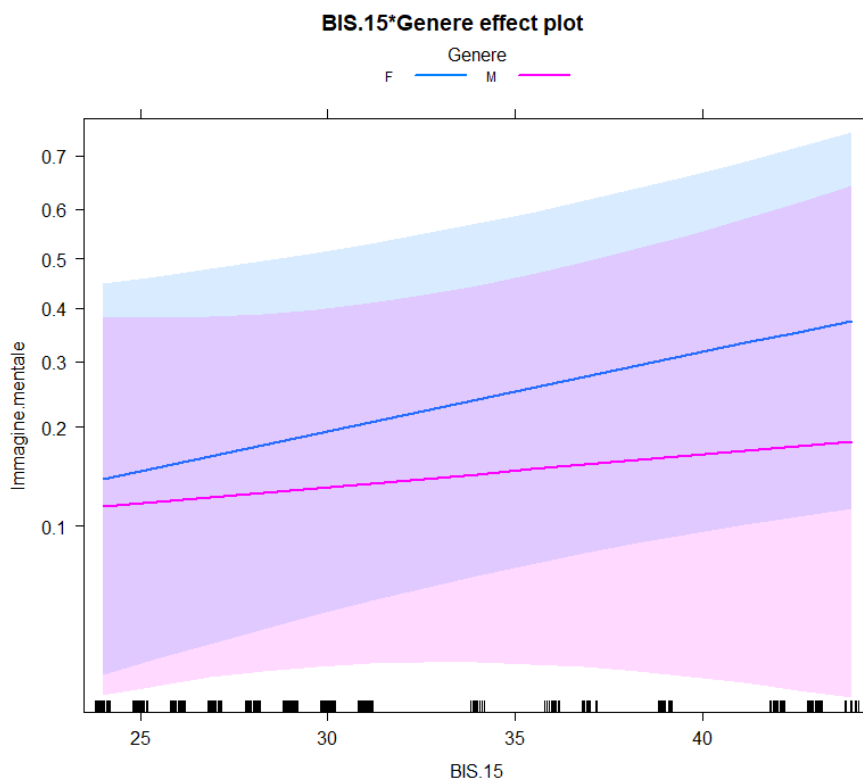


Figura 3.g.

Si osservi nella Figura 3.g. come, nel caso di soggetti con basso indice di impulsività, sia praticamente minima la differenza di genere nella scelta dell'approccio da utilizzare, ma, molto più interessante, è ad alti livelli della BIS_15. Dall'andamento delle due funzioni, oltre a notare un incremento maggiore

per le femmine, si evidenzia come l'utilizzo di immagine mentali per la risoluzione del quesito è sempre più scelto dal partecipante più è alto il suo indice del test.

3.9. Approccio e ansia di stato

Modificando dallo *script* precedente la variabile e ponendo i punteggi grezzi della STAI-Y come dati di riferimento per la correlazione, ne risulta una forza di legame quasi pari a 0,03 e *p-value* = 0,76. Si nota come, simile alla BIS_15, a maggiori valori del test *self-report* corrispondono maggiore possibilità di “immagine mentale”. (Figura 3.h.).

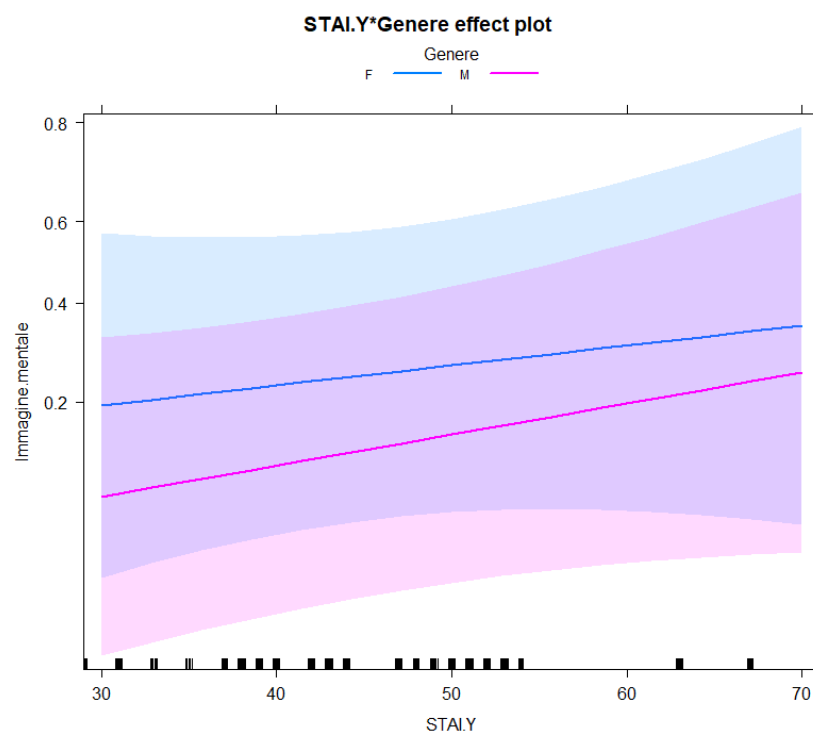


Figura 3.h.

4- *Discussione*

Ricordando che l'obiettivo di questo esperimento pilota fosse la valutazione di possibili gap di genere nell'approccio alla risoluzione di problemi matematici, possiamo affermare che quasi tutte le nostre variabili (accuratezza e tempi di risposta, "immagine mentale", "ti sei basati sulle opzioni", metacognizione e ansia di stato), pur avendo valori medi per maschi e femmine differenti, la significatività della misurazione è sempre nulla.

Questo fattore comune è presumibilmente spiegato dall'esiguo numero di partecipanti per il test che va ad influenzare costantemente il calcolo degli intervalli di confidenza e perciò, di conseguenza, anche la significatività della misura.

Inoltre è importante ricordare come l'impulsività misurata può essere un fattore che va ad incidere sia sull'accuratezza che sui tempi di risposta, rispondendo presumibilmente a quella lieve differenza notata sia nel calcolo delle accuratezze che dei tempi medi per i maschi e le femmine.

Le analisi condotte sulle accuratezze dei singoli item confutano il presunto vantaggio degli uomini nel ragionamento visuo-spaziale (M. Beth Casey et al., 2001), notando come negli item 2, 9 e 14, appartenenti alla categoria "spazio e figure", i valori medi della variabile sono prettamente uguali.

Solo la variabile "letto bene la consegna", anch'essa correlata ai livelli di impulsività del partecipante, conferma in maniera significativa un gap di genere, esprimendo una maggiore preferenza maschile nella scelta di leggere attentamente tutto il quesito matematico posto, senza guardare subito cosa ti sta chiedendo il problema (prevalenza femminile). Risultato inaspettato data l'inclinazione del genere maschile ad essere più impulsivo (Cross et al., 2011).

Soffermandoci sugli andamenti dei vari *plot*, si nota, sebbene non significativa, la tendenza dei maschi ad essere più veloci a rispondere e ad avere un approccio più di tipo verbale-algebrico; mentre al contempo, le ragazze hanno la tendenza all'utilizzo di immagini mentali per la risoluzione e a basarsi

sulle opzioni date, piuttosto che trovare la risposta e successivamente controllare le alternative proposte (prevalenza maschile). Tali risultati indicano nuovamente l'opposto di ciò che ci si aspettava (Giofrè et al., 2020), specificando una maggiore preferenza del genere femminile per il ragionamento visuo-spaziale mentre maschile per i processi verbali-algebrici.

Seppure con un piccolo campione abbiamo ottenuto risultati interessanti, chiaramente uno sviluppo possibile potrebbe essere quello di ampliare la base del campione; oppure, analizzando più a fondo una delle variabili (come ad esempio “letto bene la consegna”), osservare i movimenti saccaridi dei partecipanti come conferma; o, in generale, analizzare se vi siano differenze di genere nei *pattern* di movimenti oculare. Un maschio tende a guardare a destra mentre risolve un problema matematico e a sinistra durante l'utilizzo di immagini mentali o non vi è alcuna distinzione? C'è però della differenza con le femmine?

Bibliografia

- Cross, C. P., Copping, L. T., & Campbell, A. (2011). Sex differences in impulsivity: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 137(1), 97–130. <https://doi.org/10.1037/a0021591>;
- Giofrè, D., Cornoldi, C., Martino, A., & Toffalini, E., (2020). A population level analysis of the gender gap in mathematics: results on over 13 milion children using the INVALSI dataset. *Intelligence*, 81:101467. <http://doi.org/10.1016/j.intell.2020.101467>;
- M. Beth Casey, R. L. Nuttall, & E. Pezaris, (2001). Spatial-Mechanical Reasoning Skills versus Mathematics Self-Confidence as Mediators of Gender Differences on Mathematics Subtests Using Cross-National Gender-Based Items. *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol. 32, No. 1, pp. 28-57;
- Maggi, G., Altieri, M., Iardi, C. R., Santangelo, G., (2022). Validation od a short Italian version of the Barratt Impulsiveness Scale (BIS-15) in non-clinical subjects: psychometric propertiesand normative data. *Neurolological Sciences*, 43:4719-4727. <https://doi.org/10.1007/s10072-022-06047-2>;
- Stoet, G., & Geary, D. C., (2018). The gender-equality paradox in science, technology, engineering, and mathematics education. *Psychological Science*, 29(4), 581–593. <https://doi.org/10.1177/0956797617741719>;
- Wang, M.-T., Degol, J. L., (2016). Gender Gap in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): Current Knowledge, Implications for Practice, Policy, and Future Directions. *Educational Psychology Review*, 29, 119-140. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9355-x>;
- Zsido, Andras N., Teleki, Szidalisz A., Csokasi, Krisztina., Rozsa, Sandor., Bandi, Szabolcs A., (2020). Development of the short version of the Spielberger State-Trait Anxiety Inventory. *Psychiatry Research*, Vol 291, Sep, 2020. ArtID: 113223, <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113223>.

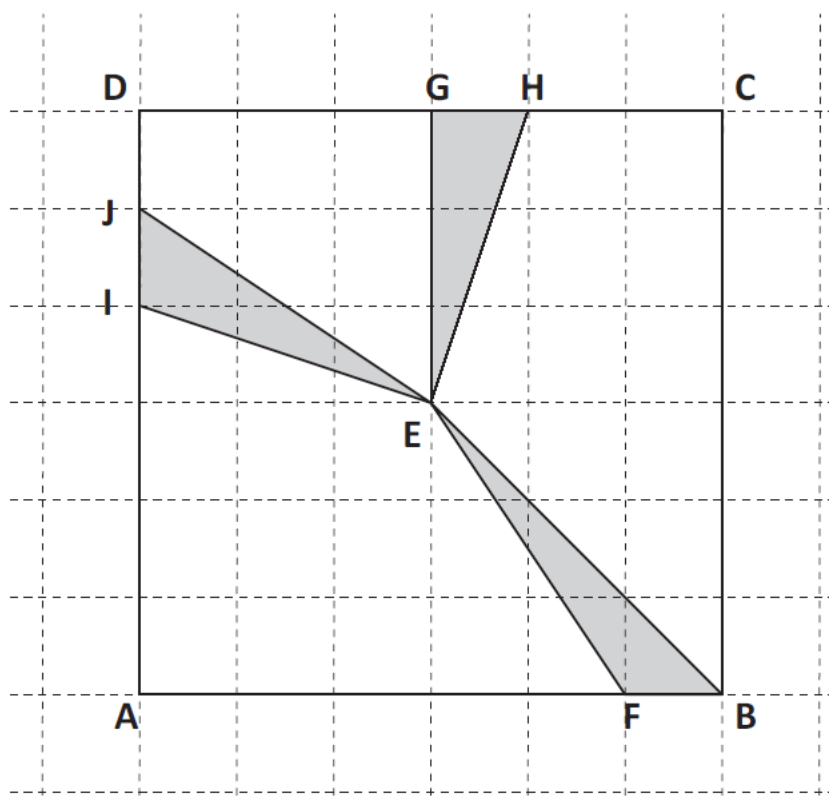
Appendice

Qui riportati i quesiti delle prove Invalsi somministrati.

- 1) In un test con 28 domande si assegnano 5 punti per ogni risposta esatta, si tolgono 2 punti per ogni risposta errata e si assegna un punto per ogni risposta non data. Marco risponde a tutte le domande e ottiene in totale 0 punti. Quante risposte errate ha dato?

Risposta:

- 2) Osserva i triangoli nella seguente figura.



Posiziona sul lato AB del quadrato il punto P in modo che il triangolo AEP abbia area doppia del triangolo EFB.

3) Un parcheggio propone ai clienti tre tariffe:

- tariffa A: 15 euro per tutta la giornata (24 ore)
- tariffa B: 1 euro all'ora
- tariffa C: la prima ora gratis e 1,20 euro per ogni ora successiva.

Mario deve lasciare al parcheggio l'auto per 8 ore. Quale tariffa gli conviene scegliere?

Risposta: la tariffa

4) La seguente tabella riporta, per alcune regioni, il numero di incidenti stradali verificatisi nell'anno 2010 e la lunghezza della rete stradale in chilometri:

Regioni	Numero di incidenti	Lunghezza della rete stradale (km)
Umbria	4 520	6 639
Sicilia	10 283	20 833
Sardegna	5 562	12 132

Fonte: Elaborazione su dati ACI

Basandoti solo sulle informazioni presenti in tabella, in quale delle tre regioni era più rischioso circolare nel 2010?

Risposta:

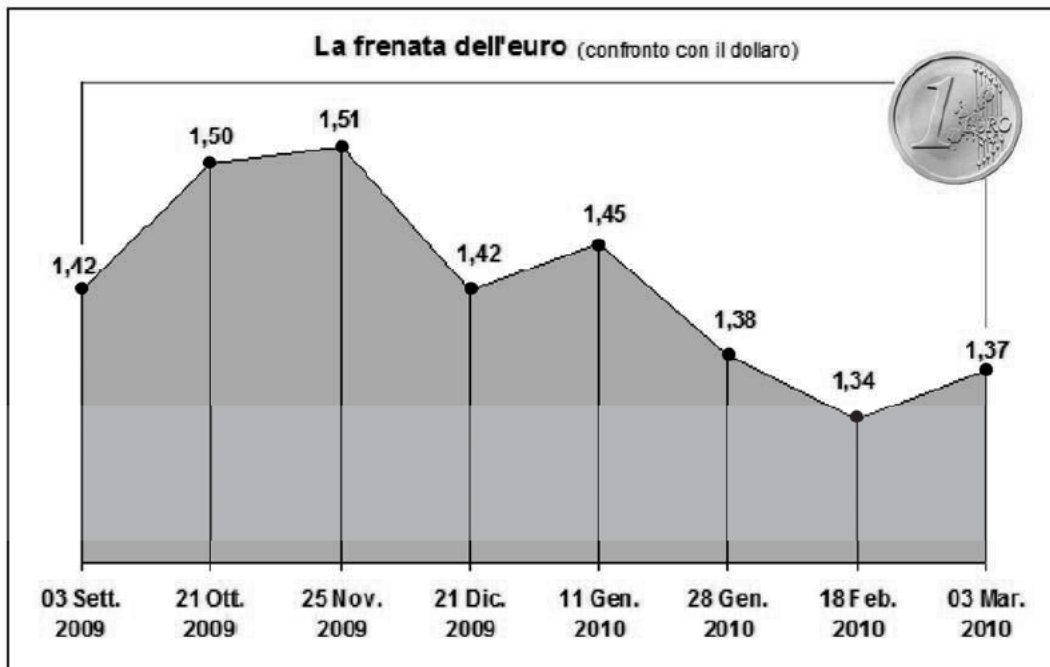
5) La formula $l = l_0 + k \cdot P$ esprime la lunghezza l di una molla al variare del peso P applicato. l_0 rappresenta la lunghezza in centimetri "a riposo" della molla; k indica di quanto si allunga in centimetri la molla quando si applica una unità di peso.

Quale delle formule elencate si adatta meglio alla seguente descrizione:

"È una molla molto lunga e molto resistente alla trazione"?

- A. $l = 15 + 0,5 \cdot P$
- B. $l = 75 + 7 \cdot P$
- C. $l = 70 + 0,01 \cdot P$
- D. $l = 60 + 6 \cdot P$

- 6) Il grafico rappresenta l'andamento del cambio euro-dollaro nel periodo 3 settembre 2009 - 3 marzo 2010.



Se Maria il 18 febbraio 2010 cambia 1 000 euro in dollari, quanti dollari riceve in cambio?

Risposta: dollari

- 7) Sempre lo stesso giorno (18 febbraio), quanti euro deve cambiare Maria per avere 1 000 dollari?

Risposta: euro

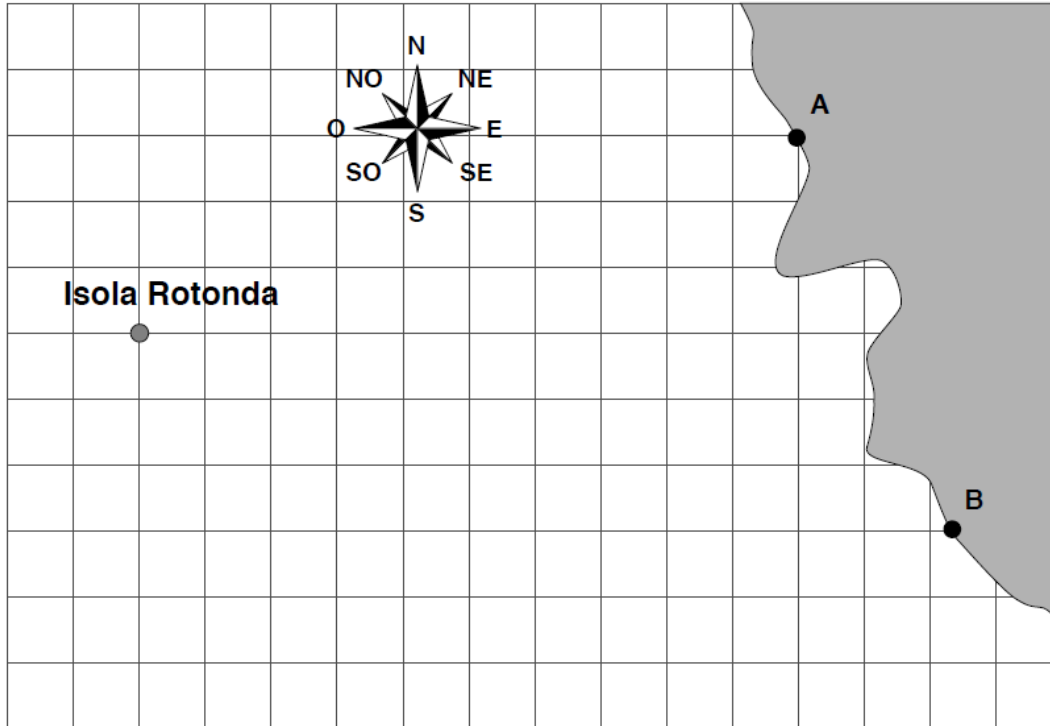
-
- 8) Da un mazzo di 52 carte da gioco (composto da 13 carte per ognuno dei semi: cuori, quadri, fiori, picche) sono stati tolti i 4 assi.

Si estrae una carta a caso. Qual è la probabilità che sia di cuori?

Risposta:

- 9) Un capitano vede dalla sua nave che il faro A sulla costa si trova esattamente in direzione Nord-Est (NE), mentre il Faro B si trova esattamente in direzione Est (E).

Nella seguente mappa segna con un punto la posizione della nave.



- 10) Andrea, Beatrice, Carlotta e Dario vogliono effettuare un'indagine statistica sui gusti musicali degli studenti delle scuole superiori della loro città.

- Andrea propone di intervistare tutti i 245 alunni delle classi quinte di due scuole superiori della città;
- Beatrice propone di intervistare un numeroso gruppo, scelto a caso, di ragazzi all'uscita da una discoteca della città;
- Carlotta propone di intervistare 200 studenti, scelti a caso tra tutti gli studenti delle scuole superiori della città;
- Dario propone di pubblicare le domande dell'intervista sul giornalino della sua scuola e di raccogliere le risposte pervenute.

In assenza di altre informazioni, il campione più rappresentativo per l'indagine è quello proposto da

- A. Andrea
B. Beatrice
C. Carlotta
D. Dario

11) A novembre il prezzo di un paio di scarpe è di 100 €. A dicembre il prezzo aumenta del 10%. A gennaio, nel periodo dei saldi, il prezzo viene scontato del 10% rispetto al prezzo di dicembre. Qual è il prezzo delle scarpe in saldo?

- A. 100 €
 - B. 99 €
 - C. 90 €
 - D. 91 €
-

12) Una sorgente di montagna alimenta continuamente un serbatoio con 5 m³ di acqua ogni settimana. Oggi il serbatoio contiene 100 m³ di acqua e un villaggio inizia a prelevare 7 m³ di acqua alla settimana.

Completa la seguente tabella relativa al numero n di m³ di acqua contenuti nel serbatoio in funzione del numero t di settimane a partire da oggi:

t (settimane)	n (m ³)
0	100
1	...
2	...
3	...
4	...

13) È stato effettuato un sondaggio su un campione di 1500 donne di età compresa tra i 25 e i 55 anni per conoscere la loro opinione su una rivista mensile dedicata alla salute. Si sono ottenuti i seguenti risultati:

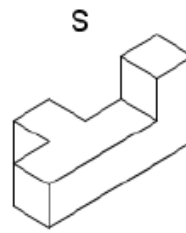
	Occupate	Disoccupate
Giudizio positivo	450	276
Giudizio negativo	367	407

Quante sono le donne disoccupate intervistate?

Risposta:

14)

Se il solido S viene fatto ruotare,



quale tra le seguenti configurazioni non può assumere?

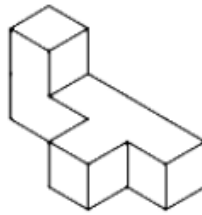


Figura 1



Figura 2



Figura 3

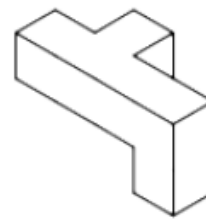


Figura 4

- A. Figura 1
B. Figura 2
C. Figura 3
D. Figura 4

15) Considera due numeri naturali qualsiasi s e t . Se $a = 3s$ e $b = 3t$, allora $a + b$ è sempre divisibile per 3 perché...

- A. $a + b = 3s + 3t = 3 \cdot (s + t)$
B. $a + b = 3$
C. $a + b = 6 + 9 = 15$
D. $a + b = 3s + 3t = 3 \cdot s + t$

Ringraziamenti

Desidero ringraziare il Prof. Enrico Toffalini, relatore della tesi, per il tempo ed il prezioso supporto scientifico fornitomi oltre che, attraverso gli studi fatti insieme al suo team di ricerca (Giofrè et al.), hanno permesso la realizzazione di questo piccolo esperimento pilota.

Sono anche grato a tutti i partecipanti e potrei aggiungere a chi devo un grazie, quindi:

Grazie!