

Il confine tra uomo e macchina e lo sviluppo delle intelligenze artificiali: il caso dei motori scacchistici

ALESSIO RICHICHI¹

Abstract: Analysing the concept of boundary in engineering and informatics, it is natural to think about to the man-machine interaction. Aim of this paper is to present a brief history of the development of computers and informatics and to give attention to the fundamental correlation between the man and the machine itself. The case study in this work is represented by the analysis of the development of chess engines and the continuous transformation of these products until today.

In the history of computer science, a great gap between human and machine performances was given by the low calculating power of the first computing machines; thanks to the development of the knowledge of physics and informatics principles, computers have now great calculating performances; thanks to the continuous studies in computer science, informatics is now the most common tool used by man in everyday life.

One of the fields in which computers helped human knowledge to develop faster is chess. Chess engines were much weaker than any expert player since the nineties of the past century; then, in a few years, IBM realized “Deep Blue” project and, for the first time, a machine beat the reigning chess World Champion in standard tournament. The continuous research for better engines was not ended, by the way, and in 2017 Google’s AlphaZero project brought chess engines to another level of strength.

Analysing performances between man and machine during the decades of the Twentieth Century and the performances between AlphaZero and other current strong chess engines, it is shown that the boundary between human and machine and between machines during the years is constantly moving.

Keywords: *Chess Engine, Man-Machine Boundary, Artificial Intelligence, AlphaZero, Informatics.*

Il mondo è alcune tenere imprecisioni.

Jorge Luis Borges

Nell’ottica di declinare il concetto di soglia in una rivista che vuole fare da trait d’union fra discipline tra loro differenti, nell’ambito delle applicazioni uomo-macchina e della gestione delle informazioni in generale (leggasi informatica o anche teorie dell’informazione), viene naturale analizzare la grande evoluzione dei calcolatori nel corso della seconda metà del XX secolo e l’assottigliamento, sempre più forte e rapido, della soglia tra uomo e macchina, non

¹ Ingegnere e istruttore di base della Federazione Scacchistica Italiana.

solo nell'ambito del calcolo e dell'analisi dei dati ma in una ampissima moltitudine di lavori e operazioni diverse. Scendendo nel particolare, innumerevoli sono stati i tentativi della Scienza di formalizzare il pensiero umano, per sua natura analogico e continuo, in un pensiero "di silicio", digitale e discreto: nell'ambito della storia dell'informatica basti tornare indietro con la memoria alla seconda guerra mondiale e al lavoro di decrittazione della macchina Enigma, reso possibile dallo studio dei matematici e statistici alleati durante il conflitto. Un primordiale computer, all'epoca, riuscì a tradurre il principale codice segreto utilizzato dai nazisti durante gli anni '40 del secolo scorso; già ai suoi tempi, l'operazione di decrittazione, con l'ausilio del calcolatore, fu risolta dagli esperti utilizzando un ragionamento non solo statistico o probabilistico (ovvero prendendo spunto dal vocabolario di interesse, in questo caso quello tedesco) ma anche con un approccio più profondo e umano, cioè logico e deduttivo, filtrando il modo in cui l'uomo medio tedesco utilizzava i lemmi della propria lingua madre. Già in questo caso specifico fu aggiunta, insieme all'analisi di puro calcolo e riconoscimento statistico-testuale, uno studio esplicito di sintassi e morfologia del linguaggio.

Da quegli albori (dal punto di vista informatico) la Scienza ha fatto passi in avanti incredibili, anche se meno rapidi di quelli immaginati nei visionari racconti fantascientifici, tipici del dopoguerra: pur non essendo disponibili le macchine volanti o i maggiordomi robot nella vita comune, le esigenze sempre più stringenti ed economiche di gestione dei dati e delle informazioni hanno portato oggi alla creazione di applicazioni avanzate che, in certi casi specifici, hanno superato di gran lunga l'efficienza e l'efficacia del pensiero umano, quantomeno in termini di potenza e velocità. La dicotomia tra la potenza computazionale dei sistemi informatici e la profondità di ragionamento e pensiero del cervello umano non sarà risolta in questo articolo, ovviamente, ma deve essere tenuta a mente e ben distinta perché il lavoro di comparazione uomo-macchina, allo stato dell'arte, può avere senso solo in termini numerici e comunque quantificabili, deve esulare, naturalmente, da un'eventuale analisi tra le capacità dei calcolatori e la creatività, la complessità o l'emotività dell'essere umano, concetti assolutamente non comparabili.

Non a caso, però, considerando le primissime applicazioni di macchine strutturate, create ad hoc per imitare i lavori e il ragionamento umani, il primo ambito in cui ci si imbatte è qualcosa che si trova proprio a metà tra il ragionamento logico e la creatività dell'uomo: i motori scacchistici. Analizzando la storia delle prime macchine imitanti l'uomo e i successivi programmi che ne derivano, la letteratura di genere riporta un marchingegno del '700, chiamato comunemente "Il Turco" e costruito appositamente per far credere alle persone dell'epoca dell'esistenza di un automa in grado di gareggiare a scacchi anche con i più forti giocatori del mondo; l'invenzione in realtà era una truffa montata ad arte per ingannare gli astanti di turno ed era stata realizzata costruendo un capiente contenitore, con finti ingranaggi, utilizzando al suo interno un bravo scacchista, di piccola statura: la creazione, se ben maneggiata, dava l'impressione agli ignari convenuti e al malcapitato giocatore avversario di poter affrontare un robot, ante litteram, con cui si potesse gareggiare addirittura ad armi pari.

Per antonomasia, il gioco degli scacchi è stato sempre considerato come il principe dei giochi della mente: la sua complessità è molto elevata e le sue articolazioni e varianti sono ancora oggi oggetto di studio profondo non solo da scacchisti professionisti ma anche da matematici, statistici e informatici: come caso esemplare si può ricordare che la stima delle possibili partite giocabili a scacchi è superiore al numero di tutti gli atomi presenti nell'universo ovvero $10^{(10^{50})}$ [Hardy, 1999]. La fascinazione degli scacchi non risiede soltanto nella sua complessità intrinseca,

ovviamente, ma anche nella sua importantissima valenza simbolica, artistica, creativa, per certi versi esoterica. Moltissime sono le opere che trattano degli scacchi o che citano apertamente il mondo scacchistico, anche non occupandosi tecnicamente o direttamente del gioco in sé; la complessità intrinseca del gioco ha fatto sì che per quasi tutto il Novecento i calcolatori fossero di gran lunga inferiori ai giocatori più forti del momento (i cosiddetti Maestri Internazionali e i Grandi Maestri) ma anche rispetto ai giocatori meno esperti e abili; la distanza tra scacchisti e motori scacchistici si è assottigliata, quindi, con progressi continui ma costanti, fino alla fine del secolo scorso: data la grande mole di dati da analizzare già a partire dalle prime mosse, prima degli anni '90 non erano assolutamente disponibili strumenti *hardware* e *software* che potessero competere, anche lontanamente, con i più forti giocatori umani, sia che fossero Campioni del Mondo o, molto più banalmente, giocatori di buona esperienza. Non è corretto però pensare che la possibilità di un computer di giocare bene a scacchi risieda banalmente nella capacità di previsione di tutte le possibili mosse date in una determinata posizione. La forza di gioco di un motore scacchistico non consiste principalmente nel vagliare le differenti varianti possibili ma risiede soprattutto nella valutazione della posizione ovvero nell'efficienza nel tagliare i "rami secchi" (cioè le varianti perdenti) e poter concentrare le risorse hardware nella valutazione delle migliori strategie del momento.

Con l'aumentare delle possibilità di calcolo e con l'implementazione di algoritmi sempre più performanti ed efficaci nel corso dell'evoluzione dell'informatica, dopo anni di studio da parte di IBM, nel 1996, il calcolatore *Deep Blue* vinse una partita contro il Campione del Mondo in carica, all'epoca il russo Garri Kasparov. Sulla lunghezza totale dell'evento, però, il super-PC perse il torneo per 2 punti a 4. L'anno seguente, sulla lunghezza di sei partite, il programma, ulteriormente implementato, si impose con il punteggio di 3,5-2,5. La vittoria del 1996 ma soprattutto il match vinto nel 1997 fecero grande scalpore all'epoca, anche al di fuori dell'ambiente strettamente scacchistico; la IBM ne ebbe un grande ritorno pubblicitario, fermo restando che decise di ritirare il suo gioiello in silicio subito dopo il match, secondo i più smaliziati per non far incappare il calcolatore in una rischiosa rivincita. Da quella sfida di fine anni '90 sono trascorsi miliardi di bit e tonnellate di processori e oggi un qualsiasi buon motore scacchistico, installato sul PC di casa, può battere senza difficoltà qualsiasi giocatore umano, compreso l'attuale Campione del Mondo.

Sintetizzando il ragionamento si potrebbe quindi dire che, almeno nel campo degli scacchi, la soglia tra uomo e macchina sia stata superata nel 1997. Come insegna Schrödinger, questa assunzione potrebbe essere vera da un certo punto di vista e falsa da un altro. Quello che bisogna decidere a monte, infatti, è come quantificare l'intelligenza della macchina rispetto a quella dell'uomo; in altre parole, è necessario capire quale risultato o quale modalità di funzionamento logico possano indicare e certificare, nei limiti dell'oggettività sperimentale, una superiorità dell'uomo o della macchina in determinati campi di applicazione. In altre parole, se si vuole essere precisi, è necessario definire con sicurezza la soglia che fa da confine tra i due termini di paragone. Come detto precedentemente, l'IBM ritirò il suo super computer *Deep Blue* subito dopo la vittoria del match del '97. Il Campione del Mondo, Garri Kasparov avrebbe invece giocato nuovamente contro il calcolatore: viene quasi automatico pensare che la vittoria di un solo torneo, seppur in un evento composto da sei incontri, non possa definirsi un'affermazione di superiorità assoluta, anche se la prova dell'IBM può essere sicuramente considerata un risultato storico, un giro di boa, in un certo senso. Di certo, quel match del '97 fu uno spartiacque da cui ormai non era più possibile tornare indietro.

Alternativamente, si poteva e si può dire che il confine stabilito dalla forza di gioco del Campione del Mondo era stato superato in quel momento? Col senno di poi, si può solo dire che quel confine era in fase di superamento. Proprio dalla fine degli anni '90, infatti, i computer iniziarono a battere sempre più frequentemente i più forti scacchisti del mondo, aumentando rapidissimamente le proprie percentuali di vittoria e decretando nei primi anni del nuovo millennio una superiorità decisamente schiacciante: considerando la forza di gioco di uno scacchista umano in termini di "punteggio Elo" (l'unità di misura convenzionale della forza dei giocatori di scacchi), i più forti motori del 2005 si attestavano chiaramente oltre i più forti giocatori del mondo e nel 2017 avevano una forza quantificata in 3.400/3.500 punti Elo, quando l'attuale Campione del Mondo, il norvegese Magnus Carlsen, supera oggi di poco i 2.850 punti Elo (Settembre 2019). Si può quindi dire, senza paura di essere smentiti, che il confine dell'uomo in ambito scacchistico sia stato superato dai computer alla fine degli anni '90: negli anni seguenti la forza è poi via via incrementata e aumentata a livelli decisamente superiori.

Questa analisi incontra però un nuovo e inedito confine nel dicembre 2017, quando un innovativo "super-motore" sale alla ribalta delle cronache: dalle fucine della sezione *Deep Mind* di Google viene creato AlphaZero, programma pionieristico, originale e potentissimo che, nel primo test contro il motore Stockfish, (uno dei più forti motori di scacchi mai creati), su un totale di cento partite, dominò decisamente la sfida con lo strabiliante risultato di 28 vittorie, 72 patte e nessuna sconfitta; un risultato di schiacciante superiorità, con il dettaglio non banale di non aver perso alcuna partita. Questo evento ha subito assunto una rilevanza di portata mondiale, nella cerchia degli informatici e degli scacchisti, sia per la netta superiorità del nuovo motore rispetto ai motori precedenti sia, soprattutto, per l'innovativa intelligenza artificiale che stava alla base del programma di Google.

Il punto focale al di là del risultato, infatti, fu che il motore non era stato effettivamente istruito dall'uomo tramite un programma classico, fatto di libri di aperture e database di partite ma era stata creata una intelligenza artificiale che, giocando molteplici partite, avrebbe dovuto imparare da sé come vincere a scacchi, senza la preparazione, sicuramente anche fallace, dell'uomo; tramite una sofisticata IA derivata dal software pionieristico e dai server praticamente illimitati a disposizione della società di Mountain View, il motore avrebbe "imparato" autonomamente il gioco degli scacchi e le strategie per vincere; in altre parole, il vero e proprio input ricevuto dal motore non erano le classiche aperture o le strategie assunte nelle partite dei grandi campioni ma, unicamente, le regole di base e l'obiettivo finale del gioco ovvero le informazioni strettamente necessarie per giocare le partite, senza un ulteriore intervento umano. Nel giorno della sfida, con sole quattro ore di allenamento contro se stesso, effettuando analisi e registrazioni di strategie, anche innovative, a livelli computazionali enormi, AlphaZero aveva "imparato" gli scacchi meglio di un potente motore scacchistico classico, programmato però con un approccio del tutto differente.

In altri termini, l'innovativa forza di AlphaZero, decisamente superiore ai precedenti motori programmati fino al 2017, ha spostato l'asticella dell'intelligenza artificiale verso un nuovo livello, creando, in un certo senso, una nuova soglia da poter osservare ed, eventualmente, superare. Il programma di Google ha creato cioè un nuovo confine in termini di forza scacchistica, spostando il livello della comparazione da quello usuale riferito ai motori classici a quello tra "vecchi" e "nuovi" motori, programmati con un approccio basato sul *self-learning* (auto apprendimento). Questa caratteristica dinamica del superamento del livello precedente è prassi comune in tutti gli ambiti del sapere, dalla trasformazione del linguaggio al progresso scientifico e trova una sua

collocazione anche nel concetto di soglia stessa: non esiste, cioè, una soglia di per sé, un solo confine, un unico bordo definibile a priori ma se ne possono contare infiniti, alcuni tangenti e altri sghembi, alcuni vicini e consequenziali, altri lontani e apparentemente incompatibili tra loro; è quindi necessario collegare il concetto di soglia a quello di ambito d'applicazione e quindi di misurabilità, oggettiva o soggettiva, con un'articolazione che varia a seconda dei modi e delle definizioni che comunemente sono stati scelti dagli osservatori: la soglia tra uomo e macchina, come su definita nel gioco degli scacchi, si può evolvere nel concetto di "soglia assoluta" tra intelligenze scacchistiche, dove non si compara più l'uomo con la macchina ma le macchine tra loro, ormai superiori all'uomo; il lavoro diventa quindi decisamente più teorico e fa salire il livello di forza di gioco sempre più velocemente, creando una sorta di "soglia virtuale" che viene spostata verso l'alto di volta in volta che una nuova intelligenza artificiale trova un approccio innovativo che renda obsoleti e più deboli i precedenti metodi.

Spostare continuamente l'asticella verso l'alto non dovrebbe però far cadere l'osservatore dei fenomeni di studio in un positivismo ristretto, dove il superamento di un limite, di per sé, è l'unico risultato da raggiungere: il concetto di limite, di soglia, offre come possibilità quello di definire i mondi, di creare una differenziazione più o meno organica delle cose che si studiano ovvero di separare, senza dividere; definendo un setto di separazione si definiscono gli insiemi e le categorie, si crea un'armonia che permette di visualizzare le idee e di mettere ognuna di esse da un lato, dall'altro o, perché no, nel mezzo. Grazie a questo metodo il confine in sé permette di studiare diversi modi di approcciare un problema, permette di stabilire diversi *modi pensandi* dalla cui comparazione, definita dal confine stesso, si assorbono le differenze e i punti di giunzione. Il superare il confine non rappresenta la sconfitta dello stadio precedente ma fornisce all'analisi la possibilità di trovare la via per migliorare, con un occhio indietro a chi ha aperto una strada ormai ben battuta.

A oggi il programma di AlphaZero rappresenta lo stato dell'arte del motore scacchistico, il livello di intelligenza più alto in questo ambito di studio ma rappresenta, allo stesso tempo, il limite da superare.

Allegato 1

Dati tecnici del programma AlphaZero

[dal paper *Mastering Chess and Shogi by Self-Play with a General Reinforcement Learning Algorithm*, AA.VV., 05/12/2017]

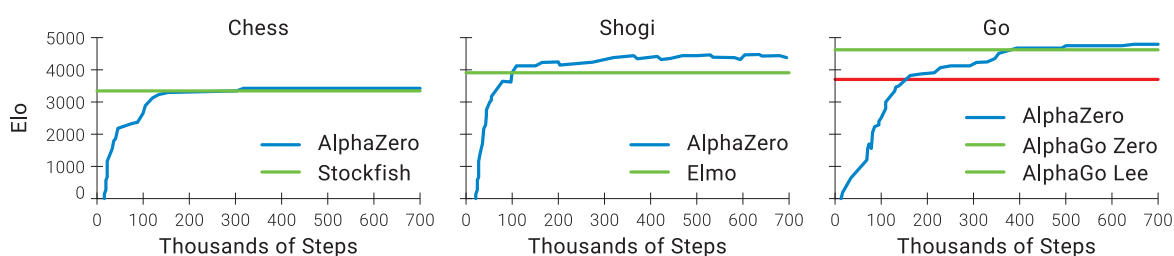


Figura 1 – Performance (forza in Elo) del programma AlphaZero, in funzione delle iterazioni di auto apprendimento nel gioco contro se stesso, rispettivamente comparata nei giochi degli Scacchi, Shogi e Go [tempo di valutazione delle posizioni, 1 secondo per mossa]

Game	White	Black	Win	Draw	Win
Chess	AlphaZero	Stockfish	25	25	0
	Stockfish	AlphaZero	3	47	0
Shogi	AlphaZero	Elmo	43	2	5
	Elmo	AlphaZero	47	0	3
Go	AlphaZero	Ago 3-day	31	-	19
	Ago 3-day	AlphaZero	29	-	21

Figura 2 – Risultati di AlphaZero, con i colori Bianco e Nero, in termini di vittorie, pareggi e sconfitte in una serie di 100 partite a Scacchi, Shogi e Go, dopo tre giorni di allenamento [tempo di valutazione delle posizioni, 1 minuto per mossa]

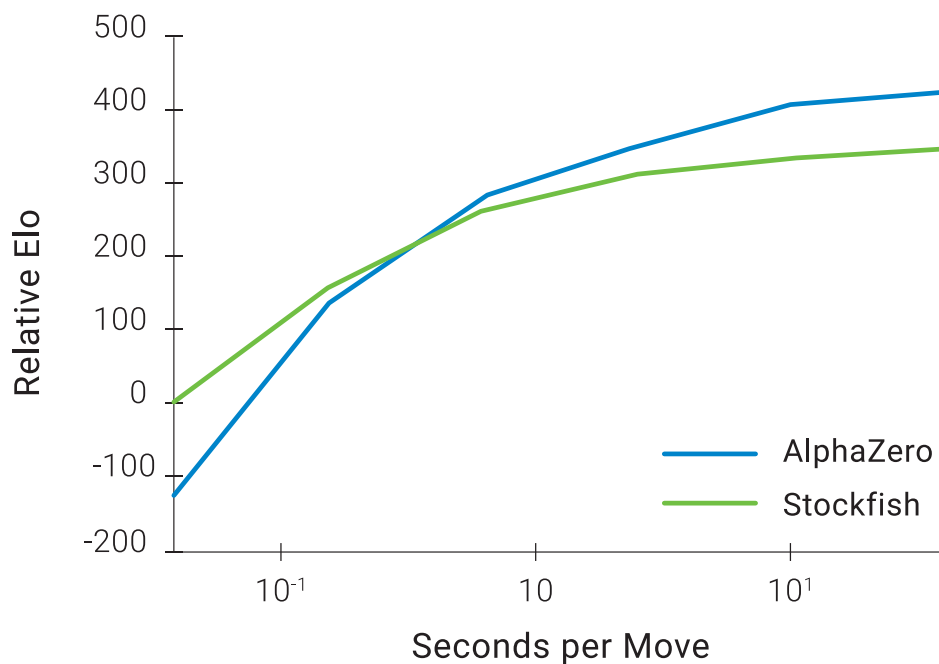
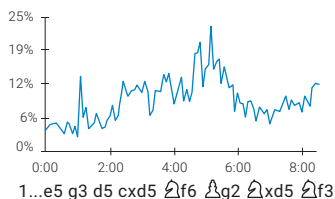
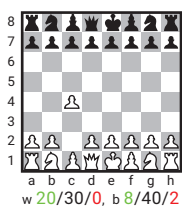
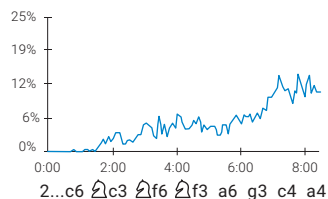
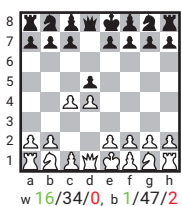


Figura 3 – Scalabilità di AlphaZero rispetto al tempo di valutazione della mossa, misurato in scala Elo; in dettaglio, variazione della forza di gioco a Scacchi di AlphaZero rispetto a Stockfish, al variare del tempo di valutazione della mossa [in secondi per mossa]

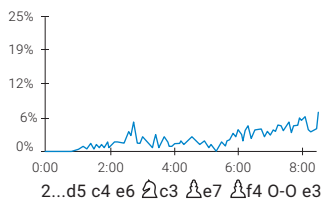
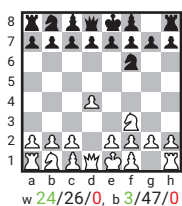
A10: English Opening



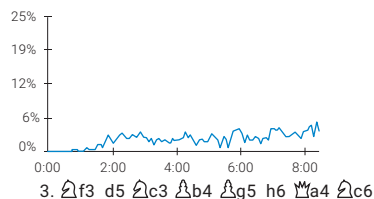
D06: Queens Gambit



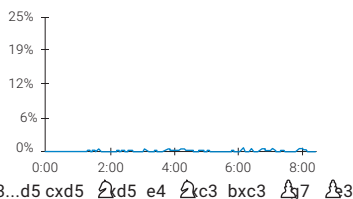
A46: Queens Pawn Game



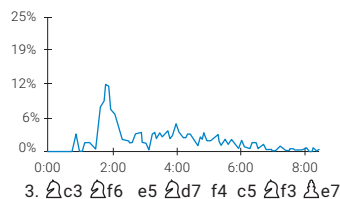
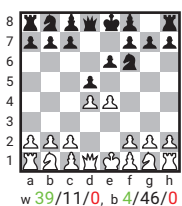
E00: Queens Pawn Game



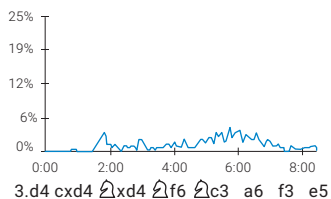
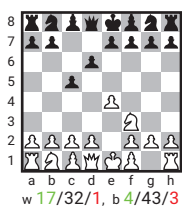
E61: Kings Indian Defence



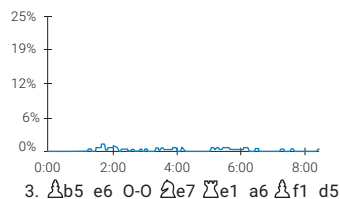
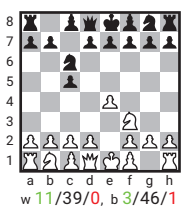
C00: French Defence



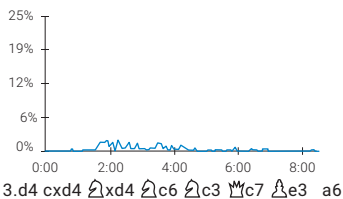
B50: Sicilian Defence



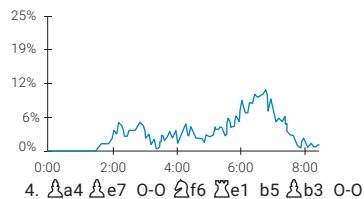
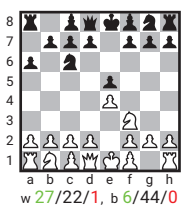
B30: Sicilian Defence



B40: Sicilian Defence



C60: Ruy Lopez (Spanish Opening)



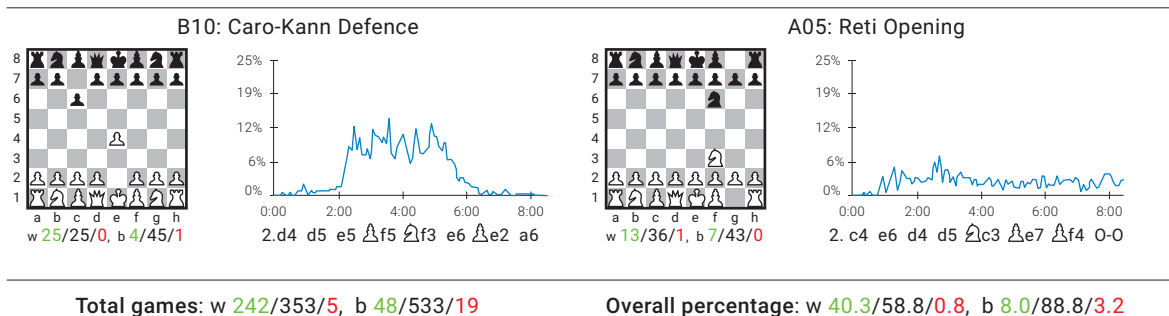


Figura 4 – Analisi delle 12 aperture di scacchi più popolari dell’uomo (oltre 100.000 partite sul database di 365chess.com); in dettaglio, il grafico riporta la proporzione delle partite di auto addestramento in cui AlphaZero ha giocato ogni apertura; per ciascuna apertura, sono riportate le vittorie/pareggi/sconfitte di AlphaZero contro Stockfish in un match di 100 partite che iniziano con una certa apertura, sia come Bianco che come Nero. In calce all’asse delle ascisse, è riportata la variante principale giocata per quella apertura.