

## ESPERIENZE SCENICHE DI DIFFUSIONE DELLA CULTURA INFORMATICA

ROMEO CRAPIZ

GIUSEPPINA TRIFILETTI

*Liceo Copernico di Udine*

In questo intervento si darà conto di due esperienze sceniche: la prima, NOUMA, svoltasi presso il Liceo Scientifico Statale Niccolò Copernico di Udine. La seconda, L'ALGORITMO DI ULISSE, presso l'Università delle LiberEtà di Udine, un'istituzione che si dedica all'educazione permanente degli adulti di tutte le età.

### 1. NOUMA

L'evento scenico NOUMA è uno dei risultati finali di un'attività che si è sviluppata dall'anno scolastico 2002-3 al 2007-8 nelle classi aderenti al PNI (Piano Nazionale Informatico) del Liceo Scientifico Statale Niccolò Copernico di Udine, postosi come capofila di una rete di scuole secondarie superiori della Provincia di Udine, in collaborazione con il Dipartimento di Matematica e Informatica dell'Università di Udine.

Quest'attività si è risolta nella produzione di un *game-book* informatico (2006), nella pubblicazione di un volume (2008) contenente una parte significativa dei materiali elaborati nel corso della realizzazione del *game-book*, e nel testo scenico NOUMA rappresentato fra il 3 e l'8 settembre 2007 al Liceo Copernico e il 13 luglio 2008 al Mittelfest, un importante festival internazionale che si svolge a Cividale del Friuli.

Il tratto distintivo di tutte queste iniziative, che hanno coinvolto insegnanti dell'area umanistica e scientifica, è stato la multidisciplinarietà finalizzata alla promozione e all'arricchimento della cultura informatica. Gli obiettivi che ci si è posti sono stati:

- far incontrare e dialogare le “due culture”, scientifica e umanistica, cercando di conciliare i valori della scienza (oggettività, precisione, rigore ...) con quelli dell'arte (soggettività, emozione, suggestione ...);
- suscitare l'interesse per le problematiche del metodo e della ricerca scientifica soprattutto nell'ambito matematico-informatico;
- potenziare le chiavi di lettura della realtà, sollecitando anche riflessioni sulla collocazione dell'uomo nel mondo a seguito della diffusione sempre più pervasiva delle nuove tecnologie incentrate sull'intelligenza artificiale;
- sottolineare l'impatto del paradigma informazionale sulla scienza, l'arte, la realtà, la quotidianità.

Nello specifico, attraverso l'evento scenico NOUMA ci si è proposti inoltre di:

- coniugare scienza e spettacolo, trasmutando la scienza in poesia e rivitalizzando l'invenzione letteraria con l'apporto della matematica e dell'informatica;
- divertirsi ragionando e ragionare divertendosi;
- sviluppare il pensiero algoritmico;
- salvaguardare le ragioni della scienza e quelle del teatro (spettacolarità, linguaggi, emozioni, coinvolgimenti).



Figure 1-3. Alcuni momenti dello spettacolo: "magie", enigmi e rompicapi.

Lo spettacolo racconta la storia che faceva da supporto al *game-book* di cui si è detto: è quella dell'uccisione di Iutinto, un membro del Club Negami, da parte di un robot, NOUMA, particolarmente sofisticato e simile a un essere umano. NOUMA era stato costruito da un gruppo di studenti di Informatica, denominato Gruppo Cia e custodito gelosamente all'interno del loro laboratorio-labirinto. Sul delitto indagano, secondo procedure investigative differenziate, un amico del morto chiamato Threeman, la polizia guidata dalla Commissaria Nonda e i costruttori del robot con il loro leader Delusoman. È quest'ultimo a scoprire per primo il responsabile del delitto, avvenuto a causa di un errore di programmazione.

All'inizio dell'azione scenica, gli spettatori vengono suddivisi in modo casuale in tre gruppi di 15 e, dopo un breve prologo, vengono guidati dagli attori lungo tre percorsi diversi, che corrispondono ai tre diversi metodi investigativi e che si snodano attraverso spazi labirintici. Lungo il percorso ciascun gruppo apprende storie diverse e punti di vista divergenti sull'accaduto, ma viene anche contemporaneamente coinvolto in giochi e rompicapi di varia natura; solo per citarne alcuni, la *conta* per anticipare un esito, giochi con le carte o con i numeri per simulare magie, pesate con una bilancia a equilibrio per risolvere un problema con una strategia ottimale, formalizzazione in diagrammi di flusso di riti e preghiere, crittografie, anagrammi e giochi di parola, giochi di logica, fino all'uso di una "macchina poetica" che compone *limerick*. Alla fine dei tre percorsi tutti gli spettatori convergono nell'ufficio della Commissaria di polizia, Nonda. Qui tutte le tessere della storia sono ricomposte, il caso viene risolto e viene emesso un verdetto che pone il pubblico davanti al dilemma: di chi è la responsabilità di un delitto commesso da una macchina dotata di intelligenza artificiale?

Nel complesso, la vicenda e le situazioni proposte sollecitano anche la riflessione sul paradigma indiziario, sul metodo abduittivo, sulla correlazione fra ricerca dell'errore

di programmazione – *debug* – e ricerca di un assassino, sulla dialettica tra sintassi e semantica nel campo della teoria dell'informazione, sulla combinatoria, sulla natura dell'intelligenza, sulla distinzione fra uomo e macchina e sui rapporti emotivi e sentimentali che possono instaurarsi fra di essi.

L'informatica assume nello spettacolo un ruolo centrale, per la sua attualità, perché ci propone modi originali di interpretare la realtà. L'accezione *strumentale* che prevale nel senso comune relega generalmente l'informatica nell'ambito tecnologico, associandola allo sviluppo di artefatti particolarmente raffinati e complessi. Questa visione è diventata predominante anche nella scuola, che frequentemente ha finito per trascurarne le implicazioni dal punto di vista scientifico, filosofico e culturale, aspetti che invece vengono sottolineati nella rappresentazione teatrale.



Figure 4–6. Alcuni momenti dello spettacolo: indagini, uomini e macchine.

Nei seguenti 1.1 e 1.2 sono brevemente descritte alcune situazioni in cui il pubblico è stato coinvolto durante la rappresentazione.

### 1.1 I giochi di parole, l'ambiguità del linguaggio, la macchina poetica, l'importanza del contesto

Nel giallo viene data importanza ai giochi linguistici perché permettono di imparare a smontare e a rimontare il linguaggio [1, 5]. Infatti, la combinatoria e i giochi di parole aiutano a capire come funziona il linguaggio e le regole che nasconde, suggerendo anche come riprodurlo artificialmente. Si pensi poi alle riflessioni anticipatrici di Italo Calvino sulla “macchina narrante”:

una macchina scrivente, in cui sia stata immessa un'istruzione confacente al caso, potrà elaborare sulla pagina una personalità di scrittore spiccata e inconfondibile [...] la macchina potrebbe collegare i propri cambiamenti di stile alle variazioni di determinati indici [1].

Oppure si guardi alle sperimentazioni combinatorie dell'*Oulipo* [5]. Il gioco tra sintassi e semantica inoltre cerca di scoprire in quali pieghe del linguaggio si nasconde il significato, per divertire, ma anche al fine di riprodurlo artificialmente. La differenza essenziale tra i linguaggi artificiali e naturali è nella semantica. “Sono stato al cinema, ho visto Monica Bellucci”, “La vecchia porta la sbarra” sono frasi ambigue. Noi siamo quasi sempre capaci di capire il significato corretto delle frasi ambigue, ma un robot si troverebbe in grave difficoltà. L'ambiguità, che permea la comunicazione tra gli esseri umani, offre però la possibilità di esprimere ironia, poesia ... [2].

## 1.2 La maga Gropatia e i numeri spioni

Una maga (dice di essere una sensitiva) racconta di avere un rapporto del tutto particolare con i numeri: la mettono in comunicazione con chi li possiede e le raccontano con quale tipo di persone ha a che fare. “I numeri” – dice – “hanno il potere di rivelare il senso della realtà”.

Gropatia chiede a uno del pubblico di scegliere sei persone tra i presenti e di ordinarle: I, II, III, IV, V, VI; fatto questo, gli chiede di distribuire a cinque di loro 8 piccoli cartoncini rettangolari, che sostituiscono monete, sui quali deve scrivere il loro peso, ad esempio “5 grammi”, senza metterla al corrente delle scelte. Al rimanente però, a scelta del pubblico, devono essere consegnati 8 cartoncini con un peso diverso. Solo un grammo in più o in meno, raccomanda la maga, del peso esatto che, fa presente al pubblico, lei non conosce. A quest'ultimo, quindi, vengono dati cartoncini (monete false) con scritto 4 invece di 5, sempre all'insaputa della maga. La sensitiva dice poi all'aiutante di prendere una moneta dal primo, due dal secondo, e così di seguito,  $1+2+3+4+5+6$ , 21 monete in tutto. Gli chiede di riferirle la somma dei pesi di tutte le monete. Questi simula la bilancia sommando tutti i numeri presenti sui cartoncini e trova come somma 101. A questo punto la sensitiva strepita dicendo che il numero 101 le indicherà con estrema chiarezza chi dei sei ha le monete false. Ella si ritira per cogliere bene il messaggio che il numero vuole trasmetterle. Dopo qualche minuto si rivolge al pubblico e indica la persona seduta al IV posto come colei che ha le monete false [3].

Una vera maga! Come l'ha capito? Gropatia è sì una maga, ma dei numeri. Il suo nome ricorda infatti qualcuno, chi? È l'anagramma di un famoso matematico, filosofo, guaritore e anche mago (così dice la leggenda). Ella nei pochi minuti in cui si ritira a riflettere fa rapidamente alcuni calcoli. Trova che 17 è il resto della divisione tra 101 e 21. Dato che il resto è 17 il falsario deve essere il quarto. Perché? Se il resto fosse stato 20 il falsario sarebbe stato il primo (un solo grammo in meno), se fosse stato 19 il secondo (due grammi in meno), se 18 il terzo, se 17 il quarto, se 16 il quinto, se 15 il sesto. Se invece le monete false pesassero 1 grammo in più allora il resto potrebbe essere 1 (una sola moneta falsa) e pertanto il falsario sarebbe il primo, col resto 2 (due monete false) il falsario sarebbe il secondo, col resto 3 (tre monete false) il falsario sarebbe il terzo e così via. A Gropatia basta che venga effettuata una sola pesata quindi per scoprire chi ha le monete false.

Gropatia procede nel modo seguente:

1. memorizza il numero di persone  $n$ ;
2. calcola il numero totale di monete:  $S=1+2+3+4+\dots+n$ ,  $S = n(n+1)/2$ ;
3. memorizza il peso effettivo  $T$  di tutte le monete;
4. sa che se il peso giusto di una moneta è  $p$ , il peso giusto di tutte dovrebbe essere  $S \cdot p$ , cioè un numero divisibile per  $S$ ;
5. sa che i resti della divisione tra il peso trovato  $T$  e il numero totale di monete

S potrebbero essere: 1, 2, 3, 4, ..., n se le monete false pesassero 1g in più, oppure S-1, S-2, S-3, ..., S-n, se pesassero 1g di meno;

6. a questo punto la maga fa la divisione tra T e S e tiene conto solamente del resto. Se il resto è 1 o S-1 allora il falsario è la persona I, se il resto è 2 o S-2 allora è la persona II, e così via. Infatti, se le monete false pesano 1 grammo di più si può scrivere  $T=S \cdot p+x$ , ( $1 \leq x \leq n$ ,  $S > n$ ), quindi il resto della divisione di T per S è ovviamente x e questo significa che può variare da 1 ad n compresi. Se invece le monete false pesano 1 grammo di meno allora si ha  $T=S \cdot p-x$ , ma, dato che -x non può essere un resto, bisogna scrivere  $T=S \cdot (p-1)+S-x$  e quindi il resto è S-x e può variare da S-1 a S-n compresi.

## 2. L'algoritmo di Ulisse

Anche questa rappresentazione si è proposta lo scopo di diffondere la cultura matematica e informatica mediante l'incontro fra letteratura e scienza. Negli schemi della tragedia classica viene narrata la vicenda mitologica della guerra di Troia, cui tutti i re della Grecia si sono accinti dopo la fuga di Elena da Sparta al seguito di Paride, figlio di Priamo, re di Troia. Secondo un oracolo, i Greci non avrebbero mai riportato la vittoria se alla spedizione non avesse partecipato anche Achille. Ma Achille era scomparso. La madre Teti, sapendo che, se avesse preso parte alla guerra contro Troia, vi avrebbe incontrato la morte, dall'età di nove anni lo aveva nascosto nell'isola di Sciro, alla corte del re Licomede, celato fra le 16 figlie del re in abiti femminili e col falso nome di Pirra. Come stanarlo? I greci fecero ricorso a Ulisse il quale – narra la leggenda – arrivato alla reggia di Licomede, con uno stratagemma esibì davanti al coro delle sue figlie uno splendido scudo e una lancia e fece suonare una tromba di guerra, ridestando gli spiriti guerreschi di Achille, il quale imbracciò irresistibilmente queste armi; ma in questo modo rivelò il suo vero sesso e la sua identità, e non poté fare a meno di partire per Troia.

Noi abbiamo immaginato che Ulisse, invece di far ricorso allo stratagemma delle armi per scoprire Achille, elaborasse uno speciale algoritmo [4]; da qui il titolo della rappresentazione. Essa però, oltre a proporre un algoritmo, in vari passaggi offre anche altri contenuti di natura matematica e informatica, quali la distribuzione di un liquido in parti uguali con il minor numero di travasi utilizzando 3 contenitori di data capacità, un gioco combinatorio - numerico per scoprire quali numeri si nascondono in 5 anfore, crittogrammi e giochi di parole.

L'ALGORITMO DI ULISSE è stato rappresentato scenicamente tramite una danza: *la danza della divinazione binaria*.

Il re Licomede ha 16 figlie. Ulisse fa disporre le figlie del re Licomede, tra le quali si nasconde Achille, su due file da 8. Il re deve rispondere a 4 domande sempre uguali che Ulisse gli rivolgerà: "Achille si nasconde nella prima fila?". Le fanciulle non verranno in nessun caso allontanate, rimarranno sempre 16, sempre distribuite su due file di 8, ma in base alle risposte del re cambierà la loro posizione nelle due file.



Figura 7. Un momento della danza della divinazione binaria.

L'algoritmo è il seguente (può essere invertito l'ordine tra il punto 3 e il punto 4).

### Inizio

Per 3 volte:

1. Ulisse domanda a Licomede  
"Achille si trova nella prima fila?";
2. separazione,  
– le prime quattro delle due file si separano dalle altre quattro in modo da formare due colonne di due file di quattro: una fila in gioco e una eliminata in ogni colonna;
3. inserimento con alternanza,  
– le quattro eliminate si inseriscono tra le quattro della fila in gioco in modo da formare, dalle due parti, due nuove file di otto (al primo posto delle due nuove file ci devono essere sempre due fanciulle in gioco).
4. incolonnamento  
– le principesse si incolonnano in modo da formare due nuove file da 8 come all'inizio.

Ulisse per la quarta volta fa la domanda a Licomede: "Achille si trova nella prima fila?"

Se la risposta del re Licomede è sì,  
allora Achille è il primo della prima fila,  
altrimenti Achille è il primo della seconda fila

### Fine

Per capire meglio, seguono alcune immagini che rappresentano l'algoritmo di Ulisse con 8 carte. Un giocatore sceglie una carta, un prestigiatore deve indovinare qual è dopo aver rivolto al giocatore per tre volte sempre la stessa domanda: "La carta si trova nella prima fila?"

Dopo la prima risposta inizia la prima danza, cioè il primo spostamento di carte (Figura 8).

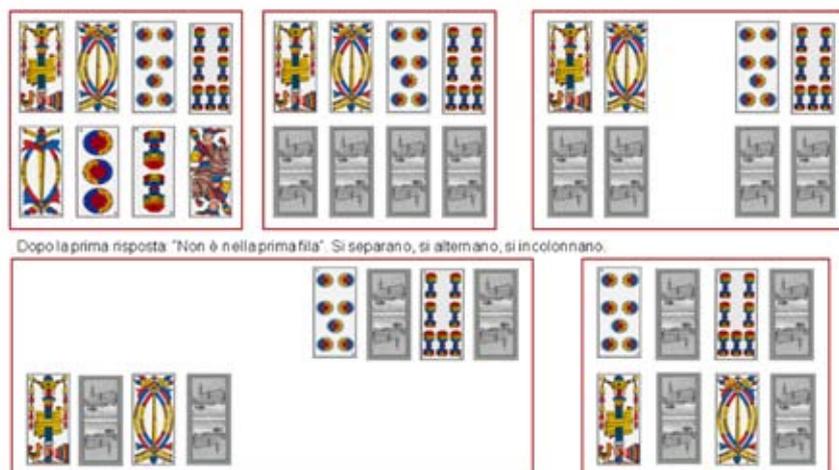


Figura 8.

Inizia ora la seconda danza, cioè il secondo spostamento di carte (Figura 9).

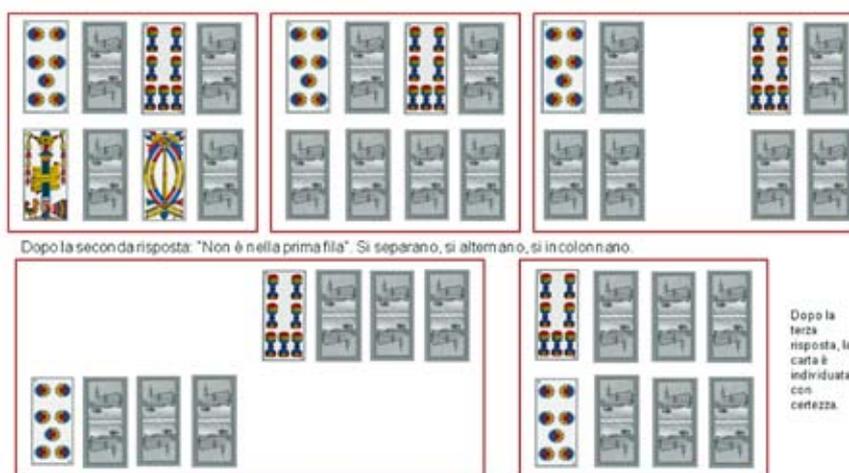


Figura 9.

Se le principesse, o le carte, non fossero una potenza di due, per esempio se fossero 10, allora si dovrebbe fare, nel caso più sfortunato, 4 domande al giocatore, perché 10 è più grande di 8 ma più piccolo di 16. Se il numero è esattamente una potenza di 2, allora, al penultimo passaggio, le ultime due ancora in gioco si trovano sempre al primo posto delle due file. Se invece il numero degli oggetti inizialmente in gioco non è una potenza di 2, allora le ultime due fanciulle non è detto che si trovino al primo posto delle due file ... Le cose si complicano ... però Achille, o la carta, verranno comunque individuati.

Di seguito è raffigurato l'albero dell'algoritmo nel caso in cui le principesse (o le carte) siano 10. La domanda di Ulisse è sempre la stessa: "Achille si trova nella prima fila?" (Figura 10).



altro modo molto essenziale di rappresentare l'algoritmo di Ulisse. Il tatuaggio rappresentato in figura si riferisce all'algoritmo con 40 carte ed è in generale di notevole aiuto nel caso in cui il numero di carte non sia una potenza di 2. Con 40 carte ( $32 < 40 < 64$ ) ci sono 5 possibili risultati (infatti  $40:8=5$ ): 1 o 33 dopo 6 risposte; 9, 25 o 33 dopo 5 risposte. Le prime tre risposte non hanno influenza sul risultato ma solo sulla danza, sugli spostamenti quindi, non serve memorizzarle per individuare la carta cercata.



Figura 12. Il tatuaggio della maga per il gioco con 40 carte.

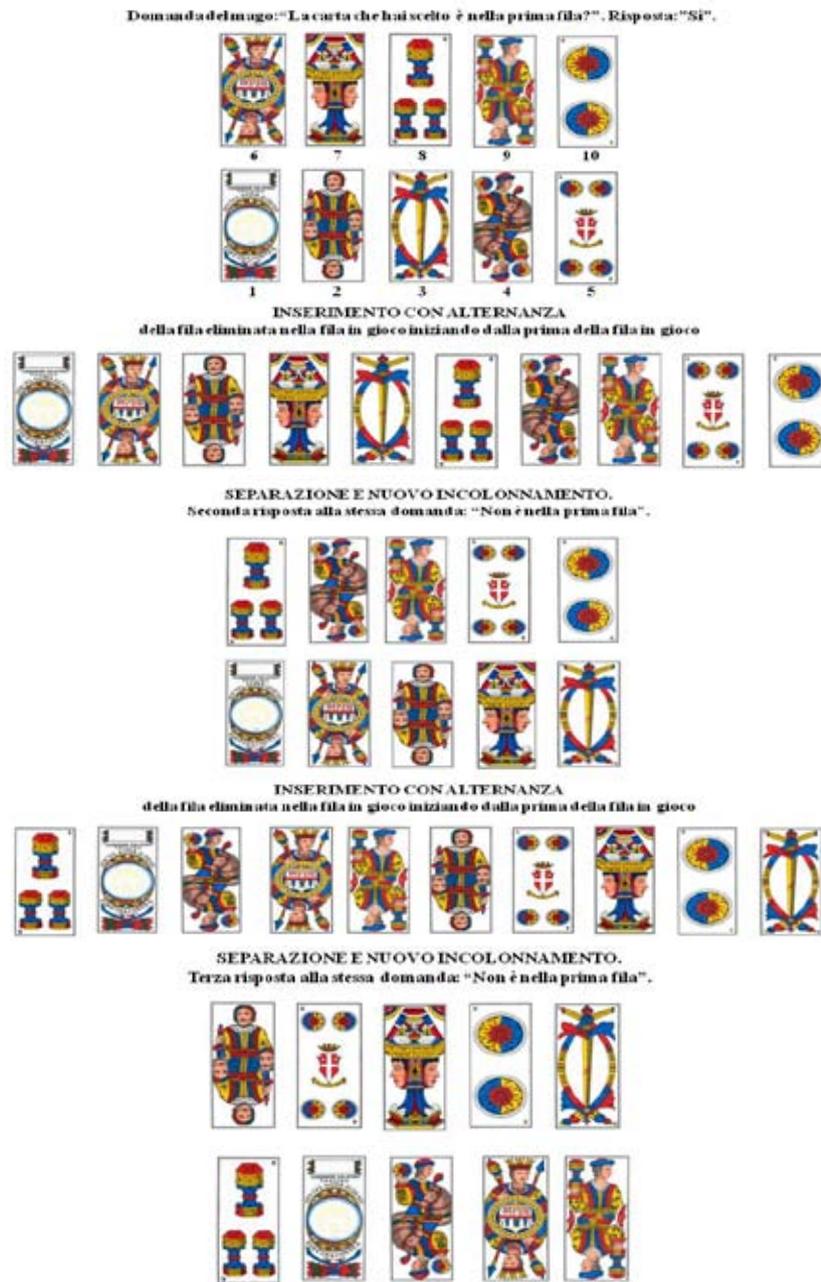
Ma non è finita qui. Sempre (naturalmente) giocando, si può approfondire ancora. Se il numero di carte è  $N$  ed è una potenza di 2, il posto che occuperà la carta scelta alla fine del gioco, se gli spostamenti di carte saranno quelli descritti, sarà sempre o il posto 1 o il posto  $1+N:2$ . Se la carta scelta è inizialmente in un posto dispari andrà alla fine a occupare il posto 1 e se occupa un posto pari la sua posizione finale sarà  $1+N:2$ . Perché?

E ancora: se è vero che la maga può non memorizzare tutte le risposte e comunque riesce a individuare la posizione finale della carta scelta, è anche vero però che, se vuole individuare quale era la posizione che la carta scelta occupava all'inizio, deve memorizzare la stringa delle risposte. Per esempio, se nel caso di 40 carte la stringa delle risposte è VVVFV, cioè I fila, I fila, II fila, I fila, II fila, allora le carte che rimarranno in gioco ad ogni risposta sono 1-20, 1-10, 6-10, 6-8, 8, quindi la carta inizialmente si trovava nel posto 8 e alla fine si troverà nel posto 33, resto della divisione  $(8 \cdot 16 - 15) : 40$ .

Ma, bisogna anche dire che, se l'eventuale prestigiatore ha molta memoria e sa fare i calcoli, può fare a meno sia delle grafollane sia dei tatuaggi ... Esiste un *procedimento*, che una macchina riuscirebbe a fare meglio del prestigiatore, per cavarsela in tutte le situazioni che potrebbero verificarsi con un mazzo di 40 carte. Teniamo presente che, se il numero di carte è pari, la carta che occupa inizialmente il posto  $n$ , dopo ogni spostamento occuperà il posto  $2n-1$ ...

Alla fine dell'evento scenico, alcune maghe hanno intrattenuto il pubblico facendo giocare i volontari con l'algoritmo di Ulisse variando il numero di carte in gioco. Provate anche voi! Ci sono tante altre cose da scoprire!

## L'ALGORITMO DI ULISSE CON 10 CARTE



A questo punto si può concludere con certezza che la carta scelta dal giocatore è il 4 DI DENARI che si trova NEL POSTO 7.

Se si riguarda l'albero binario per le 10 carte, si può osservare che percorrendo il ramo VFF si trova in verde il 5 e in giallo il 7: questo significa che la carta scelta occupava inizialmente il posto 5 e alla fine il posto 7.

Anche se si percorre il ramo della grafollana 10 - BIANCO, BLU, BLU - si trova alla fine il 7. Nelle grafollane il BIANCO sta per INDIFFERENTE (ai fini del risultato), il ROSSO sta per VERO (si trova nella I fila) e il BLU sta per FALSO (non si trova nella I fila).

Figura 13.

**BIBLIOGRAFIA**

- [1] Calvino, I., *Cibernetica e fantasmi. Appunti sulla narrativa come processo combinatorio*, in *Nuova Corrente*, 1967; ripubblicato in Id., *Saggi*, Mondadori, Milano 1995.
- [2] R. Crapiz, R., Trifiletti, G., a cura di, *NOUMA: giallo informatico*, – libro e DVD con i filmati dell'evento teatrale, Pubbl. Liceo Scientifico “N. Copernico”, Udine 2008.
- [3] Gardner, M., *Enigmi e giochi matematici*, Rizzoli, Milano 1987.
- [4] Honsell, F., Bagni, G. T., *Curiosità e divertimenti con i numeri*, Aboca Edizioni, Sansepolcro Arezzo 2009.
- [5] Oulipo, *Atlas de littérature potentielle*, Gallimard, Parigi 1988.