

Bari, 13-15 ottobre 2023

CONVEGNO ITALIANO SULLA DIDATTICA DELL'INFORMATICA [ITADINFO]

Metodi e Pratiche Didattiche Innovative
Ricerca Scientifica
Esperienze
Laboratori Formativi



SPONSOR



PLDArtech^{SRL}



CON IL PATROCINIO DI



Crittografia e steganografia alla scuola primaria: un'attività di coding ricca di potenzialità.

Maria Cristina Carrisi

Dipartimento di Matematica e Informatica

Università degli studi di Cagliari

mariacri.carrisi@unica.it

Abstract

In questo lavoro si descriverà un'attività di coding legata alla crittografia e alla steganografia, proposta a studenti della terza classe di una scuola primaria. L'attenzione sarà rivolta sulle competenze che l'attività può sviluppare e/o potenziare e sui legami con le diverse discipline in un'ottica di reale integrazione del coding nel curriculum scolastico, come previsto dalla normativa vigente.

1 Introduzione

Nel 2019, con la mozione n. 1-00117 del 12 marzo 2019 [1], viene proposto per la prima volta in Italia l'inserimento del coding nel curriculum della scuola primaria come attività obbligatoria, integrandolo con le altre attività previste dalle Indicazioni Nazionali [2]. Tale mozione è stata recepita il 21 dicembre 2021, quando la Camera dei deputati ha approvato il *Decreto Recovery* (DL 152) [3], successivamente trasformato in legge [4] il 29 dicembre dello stesso anno.

Nel decreto e successiva legge, lo sviluppo delle competenze digitali è esplicitamente indicato come una priorità anche ai fini del raggiungimento e mantenimento degli obiettivi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, cui il *Decreto Recovery* si riferisce. Si legge, infatti:

“Al fine di consentire l'attuazione [...] del Piano nazionale di ripresa e resilienza, per favorire e migliorare l'apprendimento e le competenze digitali, a decorrere dall'anno scolastico 2022/2023 e per un triennio, il Piano nazionale di formazione dei docenti delle scuole di ogni ordine e grado, [...] senza nuovi o maggiori oneri per la finanza pubblica, individua, tra le priorità nazionali, l'approccio agli apprendimenti della programmazione informatica (coding) e della didattica digitale.

Entro il termine dell'anno scolastico 2024/2025, con decreto del Ministro dell'istruzione sono integrati, ove non già previsti, gli obiettivi specifici di apprendimento e i traguardi di competenza delle Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione e delle Indicazioni nazionali e delle Linee guida vigenti per le istituzioni scolastiche del secondo ciclo di istruzione.

A decorrere dall'anno scolastico 2025/2026, nelle scuole di ogni ordine e grado si persegue lo sviluppo delle competenze digitali, anche favorendo gli apprendimenti della programmazione informatica (coding), nell'ambito degli insegnamenti esistenti, con le risorse umane, strumentali e finanziarie disponibili a legislazione vigente e, comunque, senza nuovi o maggiori oneri per la finanza pubblica”.

Nel decreto è previsto un adeguamento del piano di formazione dei docenti, ma non il reclutamento di nuovo personale specificatamente formato, come invece avviene per l'insegnamento della lingua inglese e, dall'anno scolastico 2022-2023, per l'insegnamento

dell'educazione motoria (introdotta con legge n. 234/2021 [5] nelle classi quarte e quinte della scuola primaria). È infatti ribadita più volte la necessità di avvalersi delle *“risorse umane, strumentali e finanziarie disponibili a legislazione vigente”*.

Questo significa che l'insegnamento del coding non viene considerato una disciplina a sé stante, con un quadro orario ben delineato e obiettivi di apprendimento differenziati per livello scolastico (classi), ma gli insegnanti delle diverse discipline avranno l'obbligo di inserire attività di coding all'interno della loro programmazione annuale. Questo rischia di essere un punto di debolezza, sia per quanto attiene la motivazione dei docenti ma anche perché il coding potrebbe essere percepito come una tematica avulsa dai nuclei centrali della disciplina, tradizionalmente considerati forieri di maggiori strumenti nel bagaglio culturale degli studenti e quindi marginalizzato.

Tuttavia, proprio l'obbligatoria interazione con le varie discipline consente di sfruttare le potenzialità del coding nelle sue diverse sfaccettature e applicazioni, dal problem-solving allo storytelling, dalla pixel art alla coordinazione motoria, con i vantaggi ben delineati in letteratura.

Sebbene l'obbligo di erogazione agli studenti decorra dall'anno scolastico 2025-2026, è già possibile trovare proposte di attività di coding nei libri di testo della scuola primaria. Da un'analisi di alcuni testi (vedi per esempio [6] e [7]), si rileva che le proposte di attività

- si trovano nei volumi di Matematica e Tecnologie, focalizzandosi quindi sui legami con le competenze di ambito logico-matematico;
- sono quasi esclusivamente legate all'individuazione di percorsi all'interno di griglie predefinite, oppure all'analisi del testo di un problema, successiva individuazione delle diverse tipologie di dati (mancati, inutili ecc.) e schematizzazione della procedura risolutiva;
- spesso non si differenziano nei diversi livelli scolastici. Per esempio, nei testi [6] volume 4 e [7] volume 2 è presente la medesima tipologia di attività sui dati del problema.

Emerge quindi la necessità di proporre ulteriori e nuove attività, che possano essere utilizzate in svariati contesti disciplinari con lo scopo di potenziare o rafforzare diversi tipi di competenze e non solo quelle maggiormente legate all'ambito logico-matematico. Nella prossima sezione verrà descritta e analizzata un'attività proposta nell'A.S. 2022-2023 in una scuola primaria della provincia di Cagliari.

2 Descrizione ad analisi dell'attività

L'attività, nata dal desiderio delle docenti di far partecipare gli allievi all'ora del codice [8], è stata proposta il 15 febbraio 2023 a due classi terze della scuola primaria dell'istituto comprensivo Selargius 1 di Selargius (Ca), per un totale di 29 alunni, di cui 5 con disabilità (DVA), 5 con Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA) e 2 con Bisogni educativi Speciali (BES). Per consentire la partecipazione attiva di tutti gli studenti si è lavorato in un'ottica di Gamification e gli studenti sono stati suddivisi in piccoli gruppi di massimo 5 componenti per favorire l'attivazione di processi di peer tutoring.

L'attività dal titolo *“Giochiamo a fare le spie”* ha avuto come oggetto la presentazione ed il successivo uso da parte degli allievi di semplici tecniche di crittografia e steganografia ed è stata progettata per essere svolta in due ore, come da richiesta delle insegnanti.

La proposta si è articolata in una prima, breve, fase introduttiva e successivi 3 tasks. Nella prima parte si è discusso con gli studenti del processo di comunicazione e della necessità di proteggere i dati. Si sono utilizzati alcuni esempi storici particolari o divertenti, e semplici esempi di vita quotidiana alla portata di studenti di 8/9 anni. Successivamente si è attivato un brain storming guidato al fine di validare, mostrare i punti di debolezza e le incoerenze delle tesi o degli ulteriori esempi proposti dagli studenti. Infine, sono stati proposti agli studenti i tre compiti:

1. Uso dell'inchiestro simpatico. Con un cotton fioc (o un dito) intinto nel succo di limone, gli studenti hanno scritto le loro iniziali in un foglio. Dopo che il foglio si è asciugato le lettere non sono più facilmente individuabili e riconoscibili ma avvicinando il foglio ad

una fonte di calore (si è utilizzato un lumino di cera, tipo tea light) è possibile rivelare la scritta.

2. Uso delle griglie di Cardano. Agli studenti sono stati consegnati due fogli: uno contenente un testo (vedi Figura 1) e l'altro la griglia (vedi Figura 2). Gli allievi avevano il compito di ritagliare i quadratini blu della griglia per ricavare delle finestrelle e poi sovrapporre la griglia al testo in modo da rivelare il messaggio nascosto (vedi Figura 3).

UNA VOLPE AFFAMATA GIUNSE IN UN VIGNETO.
 "UVA? CON LA FAME CHE HO, MEGLIO CHE NIENTE..."
 SI DISSE LA VOLPE. COSÌ SALTÒ CON AGILITÀ MA NON
 RIUSCÌ A RAGGIUNGERE L'UVA. RIPROVÒ PIÙ E PIÙ
 VOLTE, SENZA ALCUN SUCCESSO. QUEST'UVA È
 TROPPO ACERBA! POCO IMPORTA SE NON RIESCO AD
 AFFERRARLA... " CONCLUSE AD ALTA VOCE LA VOLPE.

Figura 1: Testo contenente il messaggio nascosto



Figura 2: Schema di griglia. I quadratini segnano le fessure che dovranno essere ricavate per rivelare il messaggio nascosto

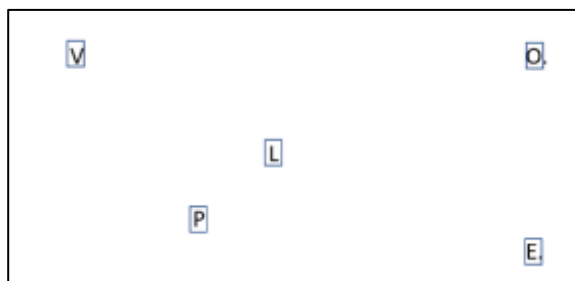


Figura 3: Sovrapponendo la griglia al testo e leggendo le lettere evidenziate in ordine lessicografico è possibile scoprire il messaggio nascosto

3. Uso del disco di Alberti. Agli studenti è stato consegnato un foglio contenente lo schema del disco di Alberti (vedi Figura 4). Dopo aver ritagliato i dischi e averne forato il centro con una matita, i due dischi sono stati assemblati e fissati con un ferma campioni in modo che potessero ruotare, al fine di ottenere un determinato abbinamento delle lettere. Stabilito l'abbinamento di partenza gli allievi hanno effettuato la codifica di una parola (scritta alla lavagna ed uguale per tutti) e successiva decodifica del crittogramma precedentemente ottenuto.

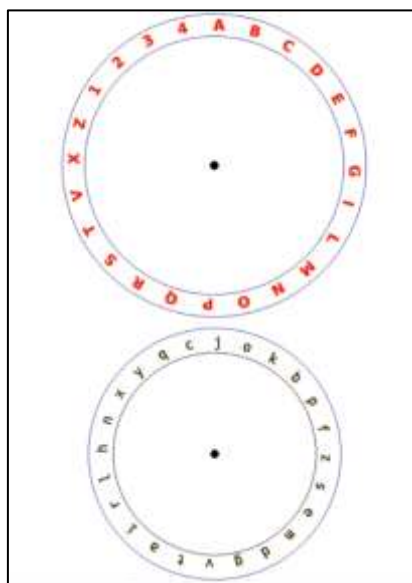


Figura 4: Componenti del disco di Alberti.

Tutti i tasks sono risultati molto attrattivi. Gli studenti hanno partecipato con interesse, risolvendo tutti gli enigmi e completando l'attività, sebbene alcuni abbiano dovuto affrontarli più volte prima di portarli a termine in modo corretto e/o completo.

L'attività non ha messo in gioco solo la capacità di eseguire un dato algoritmo seguendo in modo rigoroso i passi indicati ma molte altre competenze, come vedremo nei paragrafi seguenti.

Il primo task è quello che ha fatto emergere maggiori problemi esecutivi. In particolare, le difficoltà riscontrate degli allievi hanno riguardato la capacità di scrivere imbevendo adeguatamente il foglio, la capacità di scrivere con punte così grosse pur mantenendo la leggibilità, la capacità di comprendere quanto prossimo al lumino dovesse essere il foglio per consentirne il riscaldamento ma evitare che bruciasse. Questo ha reso possibile aprire una discussione con la classe, in cui analizzare le cause delle problematiche riscontrate ed elaborare strategie risolutive alternative, svolgendo quelle attività di analisi della soluzione, back-tracking e rielaborazione di nuova strategia che sono tipiche del coding ma spesso sottovalutate o rimandate ai livelli scolastici successivi. Si è potuto lavorare sull'analisi delle differenze con quanto fatto dai compagni, sul perché una strategia o uno strumento hanno funzionato meglio, sui nessi di causa ed effetto, tutte competenze sviluppabili col coding ed in generale riferite al metodo scientifico.

Tutti i tasks consentono di lavorare su competenze di area linguistica, prevedendo il riconoscimento di lettere in situazioni non standard (lettere poco riconoscibili a causa della scrittura col cotton fioc, in parte nascoste dalla griglia, variamente orientate nel disco di Alberti) e non tutti gli allievi sono stati immediatamente in grado di individuare in modo corretto le lettere o di attivare strategie per compensare il problema di riconoscimento (per esempio, ruotare il disco in modo da visualizzare le lettere in posizione standard).

Ricordiamo che il riconoscimento delle lettere fa parte delle abilità alfabetiche emergenti, il cui possesso si valuta nell'ultimo anno della scuola dell'infanzia e la cui carenza è un forte predittore di rischio per DSA [9]. Non stupisce, quindi, che in un gruppo classe come quello in cui si è operato si sia verificata questa circostanza ma è importante che gli allievi, seppur con tentativi ed errori siano riusciti a portare a termine l'attività.

Tutti i tasks consentono, inoltre, di lavorare su competenze di area visuo-spaziale, motoria e prassica. L'avvicinamento del foglio al lumino ma anche l'uso delle forbici ha consentito di lavorare su motricità fine, coordinazione dei piccoli movimenti della mano, oculo-manuale e bilaterale (nell'uso delle forbici, infatti, le mani svolgono azioni diverse: una tiene il foglio e lo muove, l'altra taglia). Oltre a quanto già descritto per il primo compito, si sono rilevate difficoltà nel ritagliare le finestrelle della griglia o seguire il bordo curvilineo del disco. Alcuni allievi hanno

attivato strategie compensative che hanno permesso, pur eseguendo tagli non necessari, di preservare comunque l'integrità della griglia, come evidenziato dai riquadri arancioni in Figura 5.



Figura 5: Griglia realizzata da uno studente

Nonostante il tagliare sia un'attività che sviluppa la concentrazione, soprattutto in casi come questi in cui la precisione è fondamentale per ottenere il risultato, essa è anche fortemente rilassante e distensiva e quindi molto utile in bambini che, per diversi motivi, possono mostrare nervosismo, agitazione o rabbia.

Sempre restando nell'area delle competenze visuo-spaziali, è utile sottolineare che il compito 2 consente anche di lavorare sul rafforzamento dei principali concetti topologici. Infatti, è possibile osservare in Figura 5 come il cerchio giallo evidenzia un simbolo che consente il corretto posizionamento della griglia rispetto al testo. Una collocazione errata non consente di visualizzare il messaggio.

È bene sottolineare l'importanza di effettuare entrambe le fasi di codifica e decodifica, soprattutto nel task 2 dove potrebbe apparire non necessario, in quanto è indispensabile che gli studenti abbiano contezza della reversibilità (invertibilità) del processo per poterlo considerare un efficace metodo di protezione delle informazioni che ne consenta un successivo recupero. Questo tipo di riflessione, insieme a quanto già esposto relativamente all'analisi critica delle procedure messe in atto nei diversi compiti, consente di sviluppare una corretta cultura informatica, permettendo ai discenti di comprendere il fondamento scientifico della disciplina che non consiste in un mero uso di strumenti digitali.

3 Conclusioni

È stata proposta una attività di coding che, per le sue caratteristiche, permette di sviluppare o rafforzare competenze nelle diverse aree motorio-prassica, linguistica, logico-matematica e quindi di essere proposta dai docenti in vari contesti.

Attività analoghe, con questi o altri tipi di codifica, possono essere proposte in tutte le classi, raggiungendo l'obiettivo, previsto dalla legge, dell'integrazione del coding con i nuclei tematici delle diverse discipline. A titolo di esempio menzioniamo il fatto che

- la realizzazione di manufatti rientra appieno nelle competenze previste nella materia Tecnologia
- utilizzando il codice di Cesare o la scitola Lacedemonica si sarebbe potuto creare un interessante intermezzo nelle lezioni di storia su Sparta o sulla Repubblica romana in una classe quinta
- le griglie possono essere usate come strumento di verifica della risposta alle tipiche domande di analisi del testo che prevedono di individuare, tra le altre cose, protagonista, antagonista, oggetto del desiderio.

La scelta dei diversi compiti da proporre alla classe è stata vincolata dal tempo a disposizione (si ricorda che l'attività doveva svilupparsi e concludersi in due ore), dalle conoscenze, abilità e competenze in possesso di studenti della terza classe di una scuola primaria ma soprattutto dalla volontà di consentire la partecipazione di tutti gli studenti in una classe così numerosa e con una presenza così significativa di alunni con difficoltà. Per questo motivo si è scelto di focalizzare l'attenzione verso quella parte del coding che è così tipica e legata al metodo scientifico ma anche la più difficile da ritrovare tra le attività classicamente proposte e cioè il testing dell'algoritmo, l'analisi delle criticità rilevate e la ricerca di soluzioni alternative e/o più generali. Inoltre, prevedendo difficoltà nel tenere a lungo l'attenzione, si è preferito far svolgere attività con una forte componente manuale e costituita da compiti diversi con un totale cambiamento di scenario nel passaggio dall'uno all'altro, piuttosto che attività che fossero tra loro legate, onde evitare che problemi nello svolgimento di uno dei compiti potessero limitare o impedire lo svolgimento degli altri.

Ci si propone per il futuro, di sviluppare l'attività costruendo un breve percorso per studenti di scuola primaria che abbia l'obiettivo di mostrare l'evoluzione delle tecniche di protezione di dati mediante un processo che, partendo dall'analisi delle criticità di un metodo consenta di introdurre nuove tecniche che superano quelle criticità avvalendosi di metodologie e strumenti presenti in letteratura (vedi per esempio [10]) che possono aiutare a veicolare tali concetti anche a studenti che non hanno ancora competenze solide in ambito informatico.

Bibliografia

- [1] https://documenti.camera.it/leg18/resoconti/assemblea/html/sed0139/leg.18.sed0139.allegato_a.pdf
- [2] https://www.miur.gov.it/documents/20182/51310/DM+254_2012.pdf
- [3] <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2021/11/06/21G00166/sg>
- [4] legge 29 dicembre 2021, n. 233, https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/carica-DettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazioneGazzetta=2021-12-31&atto.codiceRedazionale=21G00257&elenco30giorni=true
- [5] <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2021/12/31/21G00256/sg>
- [6] Nuovi traguardi, E. Costa, L. Doniselli, A. Taino, Gruppo editoriale La Spiga
- [7] Acchiappa Storie, S. Bordiglioni, E. Rizzo Licori, M. Tognana, Mondadori Education
- [8] <https://programmailfuturo.it/come/ora-del-codice>
- [9] B. Fioravanti, E. Savelli, S. Franceschi, La conoscenza delle lettere nell'ultimo anno della scuola dell'infanzia come indice predittivo dell'apprendimento della letto-scrittura, *Dislessia*, vol. 9 n. 2, Maggio 2012 p.79-101
- [10] M. Lodi, M. Sbaraglia, S. Martini, Cryptography in Grade 10: Core Ideas with Snap! and Unplugged, *ITiCSE '22: Proceedings of the 27th ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, Vol. 1, July 2022, pp. 456-462, doi.org/10.1145/3502718.3524767