



<b>Publication Year</b>	2022
<b>Acceptance in OA</b>	2023-07-24T13:19:26Z
<b>Title</b>	Officina degli Errori: Un esperimento esteso di co-design con le scuole - Officina degli Errori: a co-design extended experiment with primary schools
<b>Authors</b>	RICCIARDI, SARA, VARANO, Stefania, CASU, Silvia, VILLA, Fabrizio, RINI, STEFANO, ZANELLA, Anita
<b>Publisher's version (DOI)</b>	10.1393/gdf/i2022-10481-5
<b>Handle</b>	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12386/34323">http://hdl.handle.net/20.500.12386/34323</a>
<b>Journal</b>	GIORNALE DI FISICA DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA
<b>Volume</b>	LXIII

# Officina degli Errori: un esperimento esteso di co-design con le scuole

## Officina degli Errori: a co-design extended experiment with primary schools

Sara RICCIARDI<sup>1,2</sup>, Stefania VARANO<sup>3,2</sup>, Silvia CASU<sup>4</sup>, Alessandra ZANAZZI<sup>5</sup>, Anita ZANELLA<sup>6</sup>, <sup>1</sup>Fabrizio VILLA, <sup>7</sup>Stefano RINI

<sup>1</sup>*INAF Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio, Via Gobetti 101 40129 Bologna*

<sup>2</sup>*Game Science Research Center IMT School for Advanced Studies Lucca, Piazza San Francesco 19, 55100 Lucca (LU), Italy*

<sup>3</sup>*INAF Istituto di Radioastronomia, Via Gobetti 101 40129 Bologna*

<sup>4</sup>*INAF Osservatorio Astronomico di Cagliari, Via della Scienza 5, 09047 Selargius*

<sup>5</sup>*INAF Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Largo Enrico Fermi 5, I - 50125 Firenze*

<sup>6</sup>*INAF Osservatorio di Padova - Vicolo dell'Osservatorio 3, 35122 Padova*

<sup>7</sup>*Equipe Formative Territoriali dell'Emilia Romagna*

**Abstract** In questo contributo descriviamo un esperimento esteso per portare approcci costruzionisti nelle scuole pubbliche di Bologna, in un'ottica di inclusione sociale e di genere per l'Astrofisica e discipline STEM (Science Technology Engineering Math) e in un paradigma di co-design con i docenti. L'Officina degli Errori nasce originariamente dalla collaborazione tra l'Osservatorio Astronomico e Scienza dello Spazio di Bologna (OAS), che fa parte dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), il Museo del Patrimonio Industriale di Bologna e l'Istituto Comprensivo 12 di Bologna, scuola Polo per la Formazione. Questo tipo di intervento nelle scuole si sta allargando e arricchendo di diversi contributi sia all'interno di INAF con la creazione di gruppi di lavoro dedicati sia nelle scuole.

**Abstract** We describe an extended experiment to carry on constructionist approaches at school with an attentive eye to social and gender inclusion for Astrophysics and STEM (Science Technology Engineering Math) disciplines and with a co-design approach with teachers. The Officina degli Errori was originally born from the collaboration between the Astronomical Observatory and Space Science of Bologna (OAS), which is part of the National Institute of Astrophysics (INAF), the Museum of Industrial Heritage of Bologna and the Comprehensive Institute 12 of Bologna. This type of collaboration is expanding and enriching with various contributions both within INAF, with the creation of dedicated working groups and in schools with further co-design processes.

## 1. Introduzione

L'Officina degli Errori nasce dalla collaborazione tra l'Osservatorio Astronomico e Scienza dello Spazio di Bologna (OAS), che fa parte dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), il Museo del Patrimonio Industriale di Bologna e l'Istituto Comprensivo 12 di Bologna, scuola Polo per la Formazione. La collaborazione si è allargata ed è stata arricchita da altri ricercatori INAF, nonché dai contributi dei docenti. Questa esperienza fa riferimento ai laboratori didattici hands-on, sviluppati fin dal 2012 dai ricercatori di INAF, destinati agli studenti delle scuole primarie sulla scorta del lavoro del Tinkering Studio San Francisco Exploratorium. Questo genere di pratiche viene spesso presentata ai docenti di scienza della formazione primaria nei laboratori di tecnologie informatiche, ma è molto interessante anche per l'insegnamento della fisica di base. L' "Officina degli Errori" è pensata per i docenti in servizio che generalmente non sono a conoscenza di queste pratiche o che non hanno gli strumenti per implementarle. Il tinkering non dichiara obiettivi disciplinari proprio perché è basato sulla libera sperimentazione, sull'espressione del sé e non può mappare tutta la possibile conoscenza che si potrebbe accumulare in una sessione. Nella pratica gli ambiti disciplinari in cui spesso ci si muove sono quelli della meccanica classica (moti, attriti, carrucole, leve) o semplici circuiti (costruzione di circuiti, di interruttori, serie e parallelo) ma stiamo lavorando anche ad idee più complesse che riguardano la luce e la percezione. Questi apprendimenti di fisica di base sono sempre veicolati attraverso la costruzione di un oggetto fisico che sia significativo per i ragazzi.

L'idea di base nel costruire delle attività con le scuole parte da un lato dal desiderio di mostrare come funziona l'astrofisica, non solo dal punto di vista disciplinare ma anche i modi e le strutture della comunità di ricerca. Dall'altro come ricercatori sentiamo la necessità morale di contribuire alla costruzione di esperienze che possano avvicinare i ragazzi alle discipline STEM, costruire una cittadinanza scientifica che, anche alla luce di quello che stiamo vivendo in questo particolare periodo, si dimostra estremamente importante.

Tutte le attività sono basate sulle 4P del Life Long Kindergarden [1] ovvero: Project, Peer, Passion, Play. Questo significa che le attività sono basate su progetti, i quali devono coinvolgere i ragazzi seguendo le loro passioni, permettendo che imparino l'uno dall'altro. È necessario costruire un ambiente in cui si può sbagliare e si possono condividere anche idee diverse e dissonanti. Grazie a questo tipo di atmosfera giocosa, le attività sono *low floor* ovvero di facile accesso, in cui nessuno si sente inadatto o incapace, *high ceiling* perché non essendo troppo codificate e aperte possono progredire con difficoltà crescente, e infine *wide wall* perché permettono approcci e progetti diversi, includendo differenti interessi e stili di apprendimento.

Gli stessi valori hanno guidato la progettazione dell'attività con i docenti in cui si sono privilegiati strumenti di facilitazione e codesign rispetto alle lezioni frontali.

La descrizione del progetto e delle attività è la seguente: nel paragrafo 2 saranno analizzate le riflessioni generali che ci hanno guidato nella costruzione di una esperienza didattica inclusiva e partecipata sia per gli studenti che per i docenti; nel paragrafo 3 raccontiamo perché le pratiche costruzioniste siano particolarmente significative, non solo per l'effetto che hanno sui ragazzi ma anche sui ricercatori stessi, nel paragrafo 4 descriviamo l'impostazione delle attività con i docenti e nel paragrafo 5 deliniamo le azioni future.

## 2. Progettazione universale ed equità nell'accesso alla conoscenza

Gli approcci educativi inclusivi, come gli approcci costruzionisti, l'apprendimento incentrato sulla persona e cooperativo, le sfide per la risoluzione dei problemi e le strategie di insegnamento che coinvolgono più intelligenze e stili di apprendimento sono molto efficaci per affrontare tutti i Bisogni

Educativi Speciali (BES) [2] e fornire un grande livello di uguaglianza in termini di possibili approcci alla cultura e in particolare alle discipline STEM. Molti studi psico-pedagogici cruciali supportano l'atteggiamento inclusivo nella pianificazione di attività educative formali e informali. Fra gli altri, il contributo di Dewey[3], la teoria del costruttivismo di Jean Piaget [4] e la teoria del costruzionismo di Seymour Papert [5] suggeriscono che "l'educazione è un processo attivo e costruttivo" e che "il miglior apprendimento avviene quando lo studente assume il controllo". Gli approcci di apprendimento centrati sullo studente sono focalizzati sullo sviluppo completamente autonomo del potenziale cognitivo, sociale, esperienziale e creativo del discente, si pensi anche al Metodo Montessori [6] e al Reggio Emilia Approach [7]. Ciò consente alle immagini e alle intuizioni personali di prendere forma ed evolversi attraverso l'azione, l'emozione, l'espressione, la rappresentazione iconica e simbolica, e i cento linguaggi con cui i bambini in particolare raccontano e spiegano sé stessi e il loro mondo [8].

L'espressione "Universal Design" [9] è stata coniata per descrivere il concetto di progettare tutti i prodotti e l'ambiente in modo che siano esteticamente piacevoli e utilizzabili nella massima misura possibile da tutti, indipendentemente dalla loro età, capacità o condizione di vita, senza essere adattati o appositamente progettati per determinate categorie di persone. Nel quadro specifico di Universal Design for Education[10], tutte le attività sono sviluppate in modo da presentare le informazioni in più modi e formati per fornire agli studenti modi diversi di interagire con i materiali, per cercare il significato dell'esperienza e la motivazione sottostante. .

Secondo il Social Model of Disabilities [11] le attività di una persona sono limitate non dalla sua condizione individuale ma dall'ambiente e le barriere sono conseguenze di una mancanza di organizzazione sociale. L'inclusione sociale è un processo atto a migliorare i modi e le condizioni in cui individui e gruppi prendono parte alla società, migliorando le capacità, le opportunità e la dignità di coloro che sono svantaggiati sulla base della loro identità [12].

Presentare approcci diversi arricchisce l'esperienza complessiva e offre molteplici punti di vista a tutti, indipendentemente dalle loro capacità. Agire per promuovere l'inclusione delle persone con difficoltà e disabilità si traduce quindi in un miglioramento delle opportunità di apprendimento delle scienze di tutti i partecipanti. Infine, crediamo che questo approccio possa anche ispirare atteggiamenti più consapevoli. Gardner include tra le cinque abilità cognitive più importanti e gratificanti per il futuro la *respectful mind* (consapevolezza e apprezzamento delle differenze tra gli esseri umani) e la *ethical mind* (capacità di operare sui bisogni e l'aspirazione di società nel suo insieme) [13]: una profonda consapevolezza di tutte le diversità è infatti difficile da raggiungere e deve essere sempre praticata e allenata.

### **3. Il Tinkering e il significato di questa pratica per i ricercatori**

Questo pensiero pedagogico ha origine nel costruzionismo [2], un termine coniato da Seymour Papert che a sua volta deriva dal costruttivismo di Piaget; il costruzionismo afferma che l'apprendimento può avvenire in modo più efficace quando le persone sono impegnate a creare oggetti tangibili nel mondo fisico o digitale. Il Tinkering promuove un apprendimento significativo, cambia il modo in cui gli insegnanti pensano alla propria azione didattica, è altamente inclusivo perché attraverso il gioco smantella il giudizio su se stessi dal primo momento [14,15].

Costruire una attività di tinkering richiede un design degli spazi, dei materiali e della facilitazione e ripaga con un profondo coinvolgimento dei partecipanti. Abbiamo adottato questa pratica non solo per ciò che potrebbe rappresentare per le scuole, gli insegnanti e gli studenti, ma anche per quello che significa per noi, come ricercatori e scienziati. Il costruzionismo introduce il concetto di "artefatti": oggetti o dispositivi che facilitano il processo di apprendimento. Questi oggetti devono essere immaginati, discussi, costruiti, mostrati, esaminati e ammirati come strumenti per indagare la realtà. Questo è esattamente ciò che noi facciamo come fisici quando facciamo ricerca. Costruiamo strumenti per testare le nostre idee, meravigliosi e giganteschi artefatti come un satellite o le enormi parabole dell'interferometro ALMA sulle ande cilene. Utilizziamo tali strumenti per ottenere dati e sfidare noi stessi e la nostra comunità di apprendimento interpretando e costruendo nuove conoscenze.

In una sessione di tinkering questo accade continuamente. Mentre i bambini costruiscono e fanno funzionare automi di cartone, piste delle biglie in verticale, circuiti di carta, macchine che scarabocchiano, costruiscono nuove conoscenze, condividono idee scambiandosi i materiali e finalmente, insieme alla fatica, emerge una conoscenza comune. In questo quadro colleghiamo continuamente la nostra attività scientifica all'attività di tinkering in classe mescolando il nostro vissuto di ricercatori con le esperienze dei bambini. La nostra vita di scienziati è piena di tentativi e fallimenti e questa è l'indicazione che stiamo davvero facendo ricerca di frontiera. Affrontare un problema facilmente e senza fare errori ci dice che stiamo applicando una conoscenza già esistente magari approfondendola e confermandola. Al contrario, quando procediamo un po' al buio per tentativi ed errori, sappiamo che stiamo aggiungendo qualcosa o esplorando un nuovo territorio. Non è detto che questa ricerca sia una nuova teoria del tutto, si può anche riferire a qualcosa di più piccolo: un design innovativo per un rivelatore più sensibile o una nuova idea per un algoritmo di analisi dei dati. Il tinkering dunque non ci consente solo di esporre e costruire una conoscenza legata alle discipline STEM, ma ci aiuta anche a mostrare ai ragazzi come quella conoscenza viene costruita dalla comunità scientifica.

#### **4. Formazione Docenti o co-design?**

È importante includere sia i docenti sia gli esperti di settore in tutte le fasi della progettazione, in modo che questi non siano solo fruitori, beneficiari e valutatori delle attività (secondo il loro ruolo abituale) ma invece diventino partner attivi in una relazione basata sull'uguaglianza creativa[16].

L'Officina degli Errori formalmente è un programma di formazione docenti centrato sulla pratica del Tinkering, ma in realtà è una pratica di co-design con i docenti. In questo contributo raccontiamo l'attività particolarmente estesa durata da settembre 2018 a giugno 2019 con 15 docenti delle scuole primarie dell'Emilia Romagna e tre educatori museali. Pratiche simili in formati diversi sono state portate avanti anche in altre occasioni presso IC12 scuola Polo per la formazione di Bologna. Riteniamo che questa esperienza sia significativa per l'estensione nel tempo del confronto tra ricercatori, docenti e ragazzi e per la possibilità di contare su spazi e materiali. Abbiamo organizzato questo progetto in tre blocchi.

**(1) Fare esperienza:** abbiamo organizzato tre sessioni intensive all'inizio di settembre. In ogni incontro abbiamo sviluppato le idee alla base del tinkering, discutendo il costruzionismo in termini pedagogici e disegnando parallelismi con il mondo scientifico e la comunità di ricerca. Gli insegnanti hanno anche potuto mettere in pratica quanto discusso, sperimentando l'approccio costruzionista attraverso il Tinkering. Gli insegnanti hanno partecipato a tre workshop classici sviluppati dal

Tinkering Studio, che abbiamo riadattato (ad es. macchine per scarabocchiare, automi di carta, piste delle biglie in verticale);

**(2) Provare e mettersi alla prova:** abbiamo fornito agli insegnanti un kit tinkering contenente 9 motori, 20 cavi e 20 portabatterie in modo che potessero provare almeno uno dei workshop con la loro classe e, continuare a utilizzare i materiali in altri modi creativi. Abbiamo dunque incontrato gli insegnanti insieme ai loro alunni e colleghi. Durante questa sessione di tinkering, i ricercatori hanno facilitato le attività, mentre i docenti potevano osservare senza dover entrare in azione, potendo dunque capire le dinamiche di facilitazione e la gestione degli spazi e dei materiali. Gli insegnanti successivamente erano chiamati a facilitare, con la supervisione di facilitatori esperti, un'altra classe. Questa strategia ci ha concesso un buon rapporto studente / facilitatore di circa 8 a 1 e abbiamo creato un ambiente rilassato in cui gli insegnanti potevano facilitare un laboratorio impegnativo, forse per la prima volta, senza sentirsi sopraffatti. Abbiamo anche fornito uno spazio in cui gli insegnanti potevano semplicemente osservare i loro allievi e riflettere, senza essere costretti ad intervenire;

**(3) Riflettere:** abbiamo lasciato agli insegnanti più di quattro mesi per sperimentare nelle loro classi, fornendo loro feedback e assistenza. Abbiamo costruito alcune domande per aiutarli a riflettere nella fase di progettazione e messa in opera. Ad esempio abbiamo chiesto loro di descrivere i loro sentimenti quando hanno provato per la prima volta a fare tinkering da "studenti". Abbiamo discusso sui gruppi e la loro composizione concentrandoci in particolare sull' inclusione di genere. Alla fine, abbiamo chiesto loro di pensare alla possibilità di organizzare delle sessioni di tinkering nelle loro scuole, in termini di spazio, tempo e risorse umane. Abbiamo organizzato una sessione finale a giugno per condividere tutte le esperienze e difficoltà. Abbiamo condotto qualche intervista ad alcuni docenti.

Il nostro obiettivo era principalmente quello di portare il tinkering e l'approccio costruzionista nelle scuole pubbliche di Bologna, soprattutto nelle zone a maggior rischio di abbandono scolastico degli studenti o dove c'è una maggiore difficoltà nell'integrare workshop in attività scolastiche formali. Ciò significa sostenere gli insegnanti ben oltre la formazione, aiutandoli con tutto ciò di cui hanno bisogno per iniziare. Per questo motivo, il nostro programma è stato offerto gratuitamente e ospitato presso il Museo del Patrimonio industriale a Bologna. Abbiamo dato agli insegnanti un kit che potevano usare nelle loro classi per facilitare un paio di sessioni di tinkering. Abbiamo anche dato loro alcune indicazioni sulla raccolta dei materiali per progettare nuovi workshop. Le principali differenze con i precedenti corsi di formazione organizzati da INAF su questi temi sono: la scala temporale (molto estesa), la capacità di offrire materiali gratuiti e la possibilità di sperimentare la facilitazione dei workshop con i propri alunni. .

## **5. Prospettive future**

Da un'analisi delle relazioni e delle interviste ai docenti, è chiaro che questa esperienza ha avuto molto successo in termini di impegno, di qualità dei materiali e di supporto fornito. Le pratiche costruzioniste sono difficili da attuare nelle scuole, e dipendono da uno sforzo speciale che si chiede agli insegnanti. Un problema comune per scuole è la disponibilità di spazio. Nelle scuole che hanno un atelier creativo (o un ambiente simile) le classi fanno tinkering più spesso (ogni giorno / tre volte a settimana) ed è più facile incorporare questa pratica nella quotidianità di classe. Quando tali ambienti non sono disponibili, le sessioni sono meno frequenti e più intense (ad esempio una settimana completa). Adattare una classe per una sessione di tinkering può essere complesso anche per un insegnante che utilizza già l'apprendimento cooperativo e stili di insegnamento innovativi (es. scuola senza zaino), semplicemente perché non c'è spazio sufficiente per riporre i materiali e gli strumenti. Gli insegnanti

devono riconfigurare gli spazi ogni volta che li usano. Un altro problema importante è il numero di facilitatori disponibili. Abbiamo suggerito di lavorare in coppia con la classe utilizzando le compresenze ma questo non è stato sempre possibile. È estremamente difficile facilitare un workshop di questo genere con un rapporto facilitatore/studente 1/27 soprattutto se non esiste un ambiente dedicato. Alcuni insegnanti hanno riferito che intendono includere approcci costruzionisti nelle loro pratiche di insegnamento, non limitandoli alle discipline STEM, ma applicandoli anche ad altre materie (come la lingua).

Con la costruzione di gruppi di lavoro dedicati all'interno di INAF (WG apprendimento creativo, tinkering e gioco, WG coding e robotica educativa e WG inclusione e accesso alla conoscenza) stiamo approfondendo e arricchendo queste pratiche non solo con i ricercatori, ma anche aumentando i rapporti con le scuole e altre istituzioni come ad esempio il Game Science Research Center e l'Istituto Nazionale di Documentazione, Innovazione e Ricerca Educativa (Indire) .

Nell'immediato futuro ci stiamo impegnando a completare questi percorsi estremamente aperti con sessioni laboratoriali dove i saperi disciplinari sono più netti e definiti. In parallelo siamo interessati a capire come la documentazione didattica possa agire su questo genere di attività hands-on. Siamo interessati anche a studiare se e come questi percorsi possano essere integrati all'interno dei percorsi di formazione universitaria dei docenti.

- [1] Resnick, M. (2017) *“Lifelong Kindergarten Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play”* The MIT Press.
- [2] UN [“Convention on the Rights of Persons with Disabilities”](#)
- [3] Dewey, J. 1916, *“Democracy and Education: An Introduction to the Philosophy of Education”*, New York: Macmillan.
- [4] Piaget, J. 1957 *“Construction of reality in the child”* London: Routledge & Kegan Paul
- [5] Papert, S. (1980), *“Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas”*, Basic Books.
- [6] Montessori, M. 1909, tr. by George, A.E. 1912, *“The Montessori Method”*, New York: Frederick A. Stokes Company.
- [7] Gandini, L. 1993, "Fundamentals of the Reggio Emilia Approach to Early Childhood Education". *Young Children* 49.
- [8] Catalogo mostra *“I cento linguaggi dei Bambini”* (2005) a cura di T. Filippini e V. Vecchi ISBN 978-88-87960-08-2 2005)
- [9] Mace R.L., Hardie G.J., Place J. P., 1991, *Accessible Environments: Toward Universal Design*, The Centre for Universal Design, North Carolina State University.
- [10] Bowe, 2000, and Rose and Meyer 2002
- [11] Shakespeare, T. *“The social model of disability”*. *The Disability Studies Reader*. Ed. Lennard J. Davis. New York, Routledge, 2010, 266-73.
- [12] World Bank (2013). *Inclusion Matters: The Foundation for Shared Prosperity*. Washington, DC: World Bank. ISBN 978-1-4648-0010-8
- [13] Gardner, H. (2006), *Five Minds for the future*, Harvard Business School Press, Boston
- [14] Petrich, M., Wilkinson, K., Bevan, B. (2013). *“It looks like fun, but are they learning?”* Contributo al volume *“Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators”*. New York Routledge pp. 50-70.
- [15] Bevan, B., Gutwill, J., Petrich, M., Wilkinson, K. (2015) *“Learning through STEM-rich tinkering: Findings from a jointly negotiated research project taken up in practice”*. *Science Education*, **99**, pp 98-120.
- [16] Lee, Y. and Cassim (2009), J. *How the inclusive design process enables social inclusion*. Proceedings of the IASDR 2009 conference. pp.1–10. Seoul

