



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
SUOR ORSOLA
BENINCASA

DIPARTIMENTO DI
SCIENZE FORMATIVE, PSICOLOGICHE E DELLA
COMUNICAZIONE

CORSO DI LAUREA

SCIENZE DELLA FORMAZIONE PRIMARIA

TESI DI LAUREA
IN
ELEMENTI DI FISICA

EDUCAZIONE SCIENTIFICA NEI CONTESTI
FORMALI E INFORMALI

Relatore

Prof Emilio Balzano

Candidata

Martina Mele

Matricola 208003304

Anno accademico 2021/2022

INDICE

CAPITOLO 1	4
L'EDUCAZIONE SCIENTIFICA NEI CONTESTI FORMALI E INFORMALI	4
1.1 Apprendimento formale, non formale e informale.....	4
1.2 L'educazione scientifica e l'apprendimento formale: Le indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione	7
1.3 Il Learning Science in Informal Environments. People, Places and Pursuits: l'educazione scientifica informale.....	11
1.3.1 Le componenti dell'apprendimento scientifico nei contesti informali .	13
1.3.2 Sedi dell'apprendimento informale delle scienze	14
1.3.3 Misurare l'apprendimento.....	15
1.3.4 Raccomandazioni per la pratica e la ricerca	16
CAPITOLO 2	18
VIA ARGINE 917/BIS: una scuola che non chiude ma si trasforma	18
2.1 L'Istituto Comprensivo 83° "Porchiano Bordiga"	18
2.2 Il plesso di Via Argine 917/BIS	20
2.3 L'inaugurazione.....	22
2.4 Il Polo Territoriale per le famiglie "Vulesse"	27
2.5 Il CPIA e l'associazione "Libera"	28
CAPITOLO 3	30
LE ATTIVITÀ DEL LABORATORIO SCIENTIFICO	30
3.1 Premessa	30
3.3 Studio del moto con il Sonar	40
3.4 Il pianoforte interattivo: Makey Makey e i circuiti elettrici	45
3.5 Le ombre al Sole e le trasformazioni affini	52
3.6 Specchi concavi e convessi	58
3.7 Le ombre colorate e la sintesi additiva	62
BIBLIOGRAFIA	69
SITOGRAFIA	70

CAPITOLO 1

L'EDUCAZIONE SCIENTIFICA NEI CONTESTI FORMALI E INFORMALI

1.1 Apprendimento formale, non formale e informale

Il termine educazione deriva dal verbo latino *educĕre*, che significa letteralmente “tirare fuori”. Nonostante la sua origine etimologica, in passato l’educazione veniva concepita essenzialmente come una trasmissione passiva di conoscenza dagli adulti ai bambini, i quali dovevano limitarsi semplicemente ad acquisire il maggior numero di nozioni possibili. Oggi, invece, si tende a preferire metodi educativi attivi, in cui i bambini da semplici “attori” diventano i veri “protagonisti” del processo educativo. L’educazione, quindi, non viene più intesa solo come un insieme di operazioni intraprese intenzionalmente da un docente al fine di facilitare-promuovere-realizzare l’apprendimento da parte di uno studente, ma ha assunto un nuovo e più ampio significato. L’educazione, oggi, è considerata come “un insieme di processi volto a favorire e orientare la crescita della persona verso l'autonomia, la responsabilità personale e la completa socializzazione”¹.

Di conseguenza, soprattutto a partire dalla seconda metà degli anni ‘70 e con l’affermarsi del concetto di *lifelong learning* o *educazione permanente*, tutti i luoghi in cui si realizza il processo educativo hanno acquisito un nuovo valore. L’apprendimento permanente, infatti, consiste in “qualsiasi attività intrapresa dalle persone in modo formale, non formale, informale, nelle varie fasi della vita, al fine di migliorare le conoscenze, le capacità e le competenze, in una prospettiva personale, civica, sociale e occupazionale” (legge 92 del 28.06.2012, articolo 4, comma 51)².

¹ FRANCO CAMBI, *Universo del corpo*, Roma, Istituto dell’Enciclopedia italiana-Treccani, 1999.

² MIUR-Ministero dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca, <https://www.miur.gov.it/tematiche-e-servizi/istruzione-degli-adulti/apprendimento-permanente#:~:text=L'apprendimento%20permanente%20consiste%20in,28.06.2012%2C%20articolo%204%2C>

La scuola, quindi, non viene più vista come l'*unico* luogo destinato all'apprendimento, ma è diventata *uno* dei luoghi dell'apprendimento, passando così da un sistema formativo scuolacentrico a un sistema formativo policentrico.

Naturalmente la scuola, contesto formale per eccellenza, continua ad essere la sede centrale sia di socializzazione secondaria (quella primaria è svolta dalla famiglia) sia di trasmissione di conoscenze. La funzione della didattica scolastica però, oggi, non consiste soltanto nel trasmettere queste conoscenze, ma mira a rendere sempre più autonomo il processo di ulteriore acquisizione, promuovendo nel soggetto l'imparare-a-imparare e lo sviluppo della capacità metacognitiva. Inoltre, l'insegnamento, nella prospettiva del successo formativo dello studente deve mirare a creare le condizioni per un apprendimento costruttivo ed efficace, ponendo ciascuno studente nelle condizioni di sviluppare al meglio le proprie capacità e valorizzare le proprie attitudini.

Oltre alla funzione generale di istruzione, la scuola deve farsi promotrice anche di valori inerenti alla persona: deve promuovere nel soggetto il sapere, ma anche il saper essere sé stesso (autentico, libero, responsabile) e il saper essere con gli altri³. Come già accennato, l'apprendimento non si realizza solo all'interno dei contesti formali, ma anche in altri contesti che in letteratura vengono definiti contesti non formali e informali. Non è semplice però dare una definizione precisa di apprendimento formale, non formale e informale.

Nelle *Linee Guida Europee per la validazione dell'apprendimento non formale e informale*, pubblicate nel 2009 dal CEDEFOP⁴, vengono definiti come:

- *Apprendimento Formale*: "l'apprendimento erogato in contesto organizzato e strutturato (per esempio, in un istituto di istruzione o di formazione o sul lavoro), appositamente progettato come tale (in termini di obiettivi di apprendimento e tempi o risorse per l'apprendimento). L'apprendimento formale è intenzionale dal punto di vista del discente. Di norma sfocia in una convalida e in una certificazione";
- *Apprendimento Non Formale*: "l'apprendimento erogato nell'ambito di attività pianificate, che non sono sempre esplicitamente definite come

³ COSIMO LANEVE, *Manuale di Didattica. Il sapere sull'insegnamento*, Brescia, Editrice La Scuola, 2011, pp. 251-256.

⁴ Centro Europeo per lo Sviluppo della formazione professionale.

apprendimento (in termini di obiettivi, di tempi o di risorse), pur comportando importanti elementi di apprendimento. L'apprendimento non formale è intenzionale dal punto di vista del discente. Talvolta l'apprendimento non formale è denominato “apprendimento semi-strutturato”;

- *Apprendimento Informale*: “l'apprendimento risultante dalle attività della vita quotidiana legate al lavoro, alla famiglia o al tempo libero. Non è strutturato in termini di obiettivi di apprendimento, di tempi o di risorse per l'apprendimento. Nella maggior parte dei casi non è intenzionale dal punto di vista del discente. L'apprendimento informale è detto anche apprendimento “esperienziale” o “fortuito” o “casuale”⁵.

Esistono, quindi, notevoli differenze tra la didattica scolastica e quella extrascolastica. La seconda, infatti, disegna e organizza linee di intervento intorno ad abilità generali piuttosto che a specifici ambiti di conoscenza e di interpretazione (quelle che chiamiamo materie di studio). “Le azioni sono intimamente connesse con oggetti ed eventi; le persone spesso usano oggetti ed eventi direttamente nei loro ragionamenti, senza necessità di usare sempre simboli per rappresentarli”⁶.

La didattica extrascolastica privilegia, di solito, relazioni orizzontali (in cui le entità si trovano nella stessa posizione di autorità) anziché quelle verticali (fondate sull'autorità del docente). Non prevede, sempre, un insegnante di professione, necessariamente investito di autorità formale, ma può essere caratterizzata anche dalla presenza di esperti che vengono consultati su richiesta.

Sul piano sociale, la didattica extrascolastica incoraggia la socializzazione, privilegiando il lavoro di gruppo e la discussione collettiva di esperienze. Molto spesso chi gestisce le attività svolge solo azioni di stimolazione e di sostegno “tecnico”, valorizzando in questo modo il protagonismo dei soggetti.

Anche i tempi e gli spazi sono diversi rispetto a quelli che caratterizzano una didattica di tipo formale. I tempi non sono continui, ma ciclici, flessibili e

⁵ CEDEFOP – CENTRO PER LO SVILUPPO DELLA FORMAZIONE PROFESSIONALE, *Linee guida europee per la convalida dell'apprendimento non formale e informale*, Lussemburgo, 2009.

⁶ L.B. RESNICK, *Imparare dentro e fuori la scuola*, in C. Pontecorvo – A.M. Ajello – C. Zucchermaglio (a cura di), *I contesti sociali dell'apprendimento*, Milano, LED Edizioni Universitarie, 2000, p.65.

congruenti con i bisogni di apprendimento presunti o palesi dei singoli. Gli spazi sono vari e molteplici e sono particolarmente utilizzate le risorse presenti nel territorio (come biblioteche, musei o teatri).

Infine, vi sono delle significative differenze anche in merito alle modalità valutative. Nei contesti non formali l'educatore spinge continuamente i soggetti ad interrogarsi sugli effetti delle loro azioni, delle loro convinzioni e delle loro scelte, sia a livello individuale che collettivo. Si tratta di una sorta di autovalutazione che favorisce l'esercizio della consapevolezza riguardo i cambiamenti da assumere e i traguardi da raggiungere⁷.

Nonostante le evidenti differenze, non bisogna però pensare ai contesti educativi formali e informali come a degli spazi chiusi e circoscritti. Al contrario, appare sempre più chiara la necessità di un accordo sinergico, capace di portare alla creazione di una vera e propria comunità educante.

1.2 L'educazione scientifica e l'apprendimento formale: Le indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione

Riportando quanto scritto nel testo delle *Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione* del 2012:

“Oggi l'apprendimento scolastico è solo una delle tante esperienze di formazione che i bambini e gli adolescenti vivono e per acquisire competenze specifiche spesso non vi è bisogno dei contesti scolastici”⁸.

Ciò, naturalmente non significa che la scuola possa completamente abdicare al suo tradizionale compito educativo e formativo. Anzi, il ruolo della scuola consiste proprio nel promuovere la capacità degli studenti di dare un senso alla varietà delle esperienze vissute nei diversi contesti di vita. Non si tratta, quindi, di accompagnare lo studente passo dopo passo nella quotidianità delle sue esperienze, bensì di proporre un'educazione che gli permetta di compiere scelte autonome e feconde.

⁷ COSIMO LANEVE, *Manuale di Didattica. Il sapere sull'insegnamento*, cit., pp. 272-273.

⁸ MIUR – MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA, *Indicazioni Nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo*, Roma, 2012, p. 7.

Gli insegnanti non sono semplicemente chiamati a trasmettere nozioni e conoscenze, ma il loro compito diventa quello di predisporre percorsi e ambienti di apprendimento affinché le conoscenze alimentino abilità e competenze culturali, metacognitive, metodologiche e sociali.

Una delle discipline che contribuisce in misura determinante alla costruzione del pensiero logico e critico è rappresentata dalle Scienze, disciplina che consente agli studenti di acquisire la capacità di leggere la realtà che li circonda in modo razionale. Un efficace insegnamento delle scienze, infatti, dovrebbe essere caratterizzato proprio dall'osservazione dei fatti e dallo spirito di ricerca, con un coinvolgimento diretto degli studenti, incoraggiandoli a porre domande sui fenomeni e le cose, a progettare esperimenti/esplorazioni seguendo ipotesi di lavoro e a costruire i loro modelli interpretativi⁹.

Per realizzare questi obiettivi, come sottolineato anche nel testo delle *Indicazioni nazionali e nuovi scenari* del 2018, “è indispensabile una didattica delle Scienze basata sulla sperimentazione, l'indagine, la riflessione, la contestualizzazione nell'esperienza, l'utilizzo costante della discussione e dell'argomentazione”¹⁰.

Grazie a questo approccio di tipo sperimentale i ragazzi riescono a rafforzare la fiducia nelle proprie capacità di pensiero e ad imparare dai propri errori. Le esperienze di gruppo, inoltre, possono favorire l'apertura ad opinioni diverse e incoraggiare la disponibilità a dare e ricevere aiuto.

In merito agli spazi, nel testo delle *Indicazioni Nazionali* del 2012, leggiamo che le esperienze concrete possono essere realizzate in aula o in spazi adatti: laboratorio scolastico, ma anche spazi naturali o ambienti raggiungibili facilmente.

Fondamentale è, inoltre, la questione dei tempi. Occorre, infatti, disporre di tempi e modalità di lavoro che consentano, in modo non superficiale o affrettato, la produzione di idee originali da parte dei ragazzi, anche a costo di fare delle scelte sui livelli di approfondimento e limitarsi alla trattazione di temi rilevanti. Questa gradualità e non dogmaticità dell'insegnamento favorirà negli alunni la fiducia nelle

⁹ Ivi, p. 66.

¹⁰ MIUR – MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA, *Indicazioni Nazionali e nuovi scenari*, Roma, 2018, p. 14.

loro possibilità di capire sempre quello che si studia, con i propri mezzi e al proprio livello.

Un altro aspetto fondamentale nell'insegnamento delle discipline scientifiche riguarda la necessità di dare un'unitarietà a ciò che gli allievi andranno a studiare. Le scienze naturali e sperimentali, infatti, sono sicuramente diverse fra loro per quanto riguarda i contenuti ma, almeno a livello elementare, sono accomunate da metodologie di indagine simili. Bisogna, di conseguenza, mettere in evidenza i modi di ragionare, le strutture di pensiero e le informazioni trasversali, evitando in questo modo la frammentarietà nozionistica dei differenti contenuti. Per questo, in rapporto all'età e con richiami graduali lungo tutto l'arco degli anni scolastici del primo ciclo di istruzione, dovranno essere focalizzati alcuni grandi "organizzatori concettuali" (come causa/effetto, sistema, stato/trasformazione, equilibrio o energia)¹¹.

Nonostante gli ottimi propositi espressi dalle *Indicazioni Nazionali*, attualmente le materie scientifiche nell'ambito scolastico sono approcciate in maniera rigida, teorica e stereotipata. Molto spesso le conoscenze scientifiche vengono ritenute accessibili a pochi eletti, solo a chi, utilizzando una comune espressione, è "portato per le materie scientifiche". Allo stesso tempo però, riconoscendone l'importanza fondamentale per la formazione di bambini e adolescenti, non possono essere in alcun modo evitate.

In molti casi sono gli stessi insegnanti a considerarle materie ostiche e difficili anche da trasmettere ai propri alunni, ponendosi, di conseguenza, nella maniera sbagliata. Spesso, infatti, si privilegia un approccio prevalentemente nozionistico, che sicuramente non rende interessanti e stimolanti le materie scientifiche. Al contrario, presentandole come un insieme di nozioni, spesso da imparare "a memoria" e di cui non sempre si riesce a comprenderne il vero significato, non si fa altro che allontanare e intimorire gli alunni. In questo modo l'apprendimento viene ridotto a mero esercizio mnemonico di leggi prestabilite e imposte dall'alto, oppure di formule incomprensibili nell'espressione e nel significato. Dunque, un

¹¹ MIUR – MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA, *Indicazioni Nazionali per il curriculum della scuola dell'Infanzia e del primo ciclo*, cit., p. 66.

apprendimento definito solo in relazione a sé stesso, privo di ogni tipo di collegamento interdisciplinare e trasversale.

Un altro nodo cruciale del discorso sull'insegnamento delle discipline scientifiche è rappresentato proprio dall'unitarietà delle conoscenze, tanto attesa nel testo delle *Indicazioni Nazionali*. In realtà, nella pratica educativa quotidiana, molto spesso gli insegnanti si appoggiano ad un percorso didattico lineare, presentando gli argomenti in maniera isolata, considerandoli indipendenti e separati dagli argomenti della stessa disciplina e dagli argomenti delle altre discipline. La programmazione, la quale dovrebbe essere articolata in obiettivi di apprendimento e traguardi per lo sviluppo delle competenze, molto spesso si riduce al semplice svolgimento di attività singole e non collegate con il resto degli argomenti. Il bambino viene quasi visto come un contenitore vuoto da riempire di nozioni e formule, slegate tra loro e che non permettono la costruzione di un sapere chiaro e unitario. Ciò accade anche perché, in alcuni casi, gli stessi insegnanti non hanno ben chiaro l'argomento trattato e quindi non si sentono in grado di arricchire e ampliare le spiegazioni, creando collegamenti e stimolando la curiosità dei propri alunni.

Per favorire l'interesse nei confronti degli studi scientifici si dovrebbe adottare, a parer mio, un approccio fenomenologico alle materie scientifiche, integrando esplorazione e teoria in modo da stimolare la curiosità e la motivazione degli alunni. Le attività pratiche, in particolare, hanno un notevole impatto sull'efficacia dell'apprendimento. Non bisogna però pensare ai classici "esperimenti scientifici" proposti ai bambini semplicemente per arricchire la spiegazione di un singolo argomento e slegate dalle altre conoscenze. Si tratta, invece, di proporre percorsi che permettano agli alunni di dedurre in maniera quasi autonoma l'andamento dei fenomeni, collegandoli tra loro, prima di presentarli in maniera astratta leggendo le pagine di un libro. Proposte di questo tipo permettono non solo di arricchire la conoscenza di determinati argomenti di studio, ma di capirne il vero significato, sperimentandoli in prima persona.

È necessario, a parer mio, dare una maggiore autonomia agli alunni, i quali a volte vengono quasi sottovalutati e ritenuti non in grado di realizzare (naturalmente con il giusto sostegno da parte dell'insegnante) un apprendimento significativo per

scoperta. Solo in questo modo, attraverso l'esperienza diretta, i concetti scientifici non verranno più visti come nozioni da imparare senza averne chiaro il motivo, ma saranno visti finalmente come strumenti per l'analisi dei fenomeni osservabili nel quotidiano.

Inoltre, questo tipo di approccio esperienziale alle discipline scientifiche ha importanti risvolti anche dal punto di vista sociale. La ricerca sperimentale di gruppo, infatti, può essere molto utile agli alunni anche per abituarsi a dialogare, a confrontarsi con le idee degli altri e a rispettarle anche nel caso in cui esse differiscano dalle proprie.

1.3 Il Learning Science in Informal Environments. People, Places and Pursuits: l'educazione scientifica informale

L'educazione scientifica, riprendendo quanto scritto in precedenza, non si realizza solo in contesti formali. Quindi, appare necessario affrontare la questione anche da un'altra prospettiva: quella degli ambienti di apprendimento esterni alle scuole o all'università, i cosiddetti ambienti informali.

L'educazione scientifica nei contesti informali rappresenta il tema centrale di un importante documento, pubblicato negli Stati Uniti nel gennaio del 2009, intitolato appunto "*Learning Science in Informal Environments. People, Places and Pursuits*". Il documento, promosso dal National Science Council, è il frutto del lavoro di un comitato costituito da 14 esperti (in scienze, educazione, psicologia, media e educazione informale) che ha raccolto, discusso e poi ordinato centinaia di documenti sulle premesse pedagogiche, i luoghi, le pratiche e le ricerche che riguardano l'apprendimento informale della scienza.

Si tratta, quindi, di un imponente lavoro di revisione sulle pratiche e gli studi che riguardano l'apprendimento scientifico al di fuori delle aule scolastiche e universitarie, una sorta di bibliografia ragionata di quanto si sa e si pensa sull'educazione informale.

Innanzitutto è importante rilevare che tale studio parte dalla consapevolezza che le scuole da sole non possono essere l'unico canale dell'apprendimento, anche perché le persone trascorrono solo una piccola parte della loro vita in una istituzione scolastica. Inoltre nelle scuole primarie, spesso, le conoscenze scientifiche sono

sottovalutate ed emarginate. Si dà abbastanza importanza alla matematica, ma non altrettanta dignità agli altri saperi scientifici che vengono trasmessi come nozioni semplicistiche, slogan da imparare a memoria. Ciò fa comprendere che l'educazione informale e gli spazi dell'apprendimento informale sono quanto mai necessarie per l'apprendimento scientifico.

Ogni anno, infatti, decine di milioni di persone, giovani e meno giovani, vivono esperienze che riguardano l'apprendimento delle scienze, pur non essendo inquadrati nei tradizionali percorsi formativi: visitano un museo scientifico, assistono a una conferenza o a uno spettacolo scientifico, partecipano a un'attività di dopo scuola o a un laboratorio, leggono un libro o una rivista di divulgazione scientifica, partecipano alle attività di un'associazione ambientalista, o semplicemente parlano di scienza perché hanno un problema di salute.

Ma allora la domanda che sorge spontanea è: *Le persone imparano davvero le scienze in contesti non scolastici?* Secondo il comitato di ricerca la risposta è positiva: nell'arco della vita, dall'infanzia fino alla tarda età adulta, gli individui imparano dal mondo naturale e dall'esperienza quotidiana e sviluppano, in tal modo, anche importanti abilità per l'apprendimento scientifico.

Anche gli spazi progettati, come musei, centri scientifici, zoo o acquari, possono supportare l'apprendimento delle scienze. In questi luoghi le persone possono perseguire e sviluppare interessi scientifici, impegnarsi nella ricerca scientifica e riflettere sulle proprie esperienze attraverso il confronto con gli altri. Programmi scientifici strutturati e non scolastici possono alimentare o stimolare interessi scientifici specifici di adulti e bambini, possono influenzare positivamente il rendimento scolastico degli studenti e possono ampliare le vedute dei partecipanti sulle future possibilità di carriera scientifica. I media, sotto forma di radio, televisione, Internet e dispositivi portatili, sono pervasivi e rendono l'informazione scientifica sempre più disponibile per persone di ogni età e ceto sociale. Essi stanno migliorando in qualche modo il rapporto delle persone con la scienza e rappresentano dei mezzi nuovi ed efficaci per sostenere l'apprendimento delle discipline scientifiche.

Il documento, inoltre, sottolinea che la società di oggi ha un gran bisogno di formare cittadini nelle discipline scientifiche- tecnologiche (le cosiddette discipline

STEM¹²) ed educare futuri scienziati, ingegneri e matematici. Per fare ciò bisogna, però, coordinare gli ambienti educativi formali con quelli informali, migliorare i curricula scolastici e formare nuovi insegnanti con nuove competenze. In altre parole, bisogna far coincidere sempre di più e sempre meglio gli obiettivi delle scuole con quelli degli ambienti informali, creando una sorta di dipendenza metodologica e contenutistica.

1.3.1 Le componenti dell'apprendimento scientifico nei contesti informali

Dopo aver passato in rassegna le teorie più diffuse negli Stati Uniti, gli autori hanno tentato di fornire un nuovo quadro concettuale in cui comprendere tutti i diversi aspetti dell'apprendimento informale. Raccogliendo i numerosi dati a loro disposizione, hanno individuato sei componenti dell'apprendimento scientifico nei contesti informali (che nel documento vengono indicati con il termine inglese *strand*), intrecciati tra di loro, ma che distinguiamo per chiarezza metodologica.

Le persone, scrivono gli autori, in un contesto informale:

1. Vivono esperienze interessanti, coinvolgenti e stimolanti, e vengono motivate ad acquisire nuove conoscenze sui fenomeni del mondo fisico e naturale;
2. Riescono a produrre, capire, ricordare e utilizzare concetti, spiegazioni, argomentazioni, modelli e fatti relativi alla scienza;
3. Manipolano, testano, esplorano, predicano, osservano e danno senso al mondo fisico e naturale;
4. Riflettono sulla scienza come modo di conoscere; sui suoi processi, concetti e istituzioni; riflettono sul loro stesso processo di apprendimento;
5. Partecipano ad attività scientifiche e a pratiche di apprendimento assieme ad altre persone, usando lessico scientifico e strumenti specifici;

¹² L'acronimo STEM, dall'inglese *Science, Technology, Engineering and Mathematics*, è un termine utilizzato per indicare le discipline scientifico-tecnologiche (scienza, tecnologia, ingegneria e matematica) e i relativi corsi di studio.

6. Pensano sé stesse come persone che apprendono la scienza, e si costruiscono un'identità di persone che conoscono, usano e talvolta contribuiscono alla produzione del sapere scientifico¹³.

In modo particolare i punti 1 e 6 caratterizzano l'apprendimento informale, perché si concentrano su aspetti meramente personali dell'esperienza di apprendimento. Il soggetto si ritrova dentro un'esperienza che lo coinvolge totalmente e viene stimolato a partire dal suo vissuto. La scienza lo interroga profondamente tanto da indurlo a percepire sé stesso come parte dell'esperienza stessa, come protagonista. Egli non è solo colui che apprende la scienza, ma si percepisce soprattutto come chi fa la scienza, è parte di essa, alimentando il processo di auto-percezione di sé che rende l'apprendimento più facile, più veloce e più produttivo.

Inoltre, la ricerca suggerisce (citando precise fonti del settore) che l'interesse personale e l'entusiasmo sono delle prerogative importanti per sostenere la partecipazione dei bambini all'apprendimento delle scienze. Anche se l'interesse anticipato non garantisce un apprendimento prolungato, il coinvolgimento precoce può innescare la motivazione per esplorare e per perseguire ulteriori esperienze che possono persistere per tutta la vita. L'interesse è anche alla base dell'apprendimento scientifico da parte degli adulti, i quali scelgono di apprendere le scienze in ambienti informali spesso a causa di una curiosità personale o di un'esigenza specifica di informazioni relative alla scienza.

1.3.2 Sedi dell'apprendimento informale delle scienze

Nella seconda parte del lavoro, gli autori hanno analizzato i luoghi dove persone di ogni età hanno esperienze di apprendimento: luoghi reali (ad esempio musei) o mediatici (come tv e giornali), progettati appositamente per comunicare la scienza o nati per altri scopi, ma dove la scienza e la tecnologia hanno comunque una presenza significativa.

Si tratta di ambienti percepiti come sicuri, confortevoli, senza minacce; non creano ansie e tensioni e sono ambienti aperti, in cui la cooperazione è accolta con facilità

¹³ PHILIP BELL, BRUCE LEWENSTEIN, ANDREW W. SHOUSE, AND MICHAEL A. FEDER, EDITORS, COMMITTEE ON LEARNING SCIENCE IN INFORMAL ENVIRONMENTS, NATIONAL RESEARCH COUNCIL, *Learning Science in Informal Environments. People, Places and Pursuits.*, Washington D.C, The National Academies Press, 2009.

e spontaneità. Certamente funzionano meglio e di più se sono strettamente cooperanti con gli ambienti di apprendimento formale.

Il primo ambiente informale di apprendimento è sicuramente la famiglia, un ambiente in cui il fare, l'apprendere e il comunicare quanto imparato sono intrecciati e non distinguibili tra di loro.

Altro importante luogo informale di apprendimento sono gli ambienti progettati, come musei, zoo, giardini botanici, biblioteche, acquari o laboratori scientifici tematici. Gli ambienti si presentano come strutturati da chi li ha creati, ma è l'individuo che nel relazionarsi ad esso determina la natura dell'interazione. La scelta di frequentare questi ambienti è libera, così come è libera la volontà di scegliere certi ambienti piuttosto che altri. Il coinvolgimento è a breve termine e l'interazione è generalmente tra pari o con familiari o tutor.

Importante luogo informale di apprendimento è costituito dalle attività di doposcuola, attività estive, programmi dei centri scientifici, vacanze-studio o gruppi di volontariato. Sono attività scelte generalmente dagli adulti per i ragazzi, come sostegno o integrazione. Gli ambienti sono predisposti dalle istituzioni e le esperienze sono guidate e monitorate da adulti che facilitano e veicolano le esperienze.

1.3.3 Misurare l'apprendimento

Una vasta parte del report è dedicata a passare in rassegna i diversi metodi che sono stati usati per definire e misurare l'apprendimento informale.

Ogni attività, anche quelle svolte in contesti informali, deve sempre essere oggetto di una verifica e per tale ragione deve passare al vaglio della misurazione. Il valore educativo di tutte le esperienze educative informali è notevole e per questo bisogna mettere a punto degli strumenti capaci di misurare le performance ma anche l'apporto che tali azioni hanno nella vita del soggetto.

Ecco i nodi teorici più importanti, secondo gli autori, di cui si dovrebbe tener conto in ogni futuro lavoro, che sia di ricerca generale o di valutazione dell'efficacia di esperienze o programmi particolari:

- Gli effetti (definiti nel testo originale con il termine *outcomes*) delle esperienze dell'educazione informale si manifestano in una molteplicità di modi, in maniera individuale, per cui non si può

misurare l'effetto dell'apprendimento in un contesto informale utilizzando specifici indicatori in grado di spiegare tutte le esperienze;

- Spesso questi effetti sono causati da scelte precise, derivanti da un certo programma di azione, ma altrettante volte gli effetti sono inaspettati, imprevisti, e sono questi, talvolta, i più interessanti e desiderabili;
- Gli effetti si manifestano in tempi diversi. Esistono effetti immediati o a breve termine, che sono quelli più visibili e largamente condivisi dai partecipanti, ma esistono anche effetti a lungo termine, molto importanti e duraturi e anche molto individuali. Per tali ragioni, questi ultimi, sono più difficili da decifrare e da registrare;
- L'apprendimento informale produce sicuramente effetti sul singolo individuo; d'altra parte è anche interessante chiedersi quali siano gli impatti sulle comunità intere, sia esplorando il funzionamento del gruppo come gruppo di apprendimento, sia cercando di capire quanto un certo programma influenzi un'intera comunità. Il campo dell'educazione informale, si configura, infatti, sempre di più come il luogo dell'incontro e della socializzazione, dove il soggetto è protagonista.

1.3.4 Raccomandazioni per la pratica e la ricerca

Il lavoro si conclude con una serie di *Raccomandazioni* rivolte ai diversi attori dell'educazione scientifica nei contesti di apprendimento informali, divisi in 3 gruppi principali: progettisti di esposizioni e programmi, educatori in prima linea e ricercatori.

Ai progettisti di esposizioni e programmi vengono rivolte diverse raccomandazioni utili a rendere più funzionali e attraenti gli ambienti da essi progettati. Per aumentare la probabilità di coinvolgere diversi studenti con la scienza, le esperienze dovrebbero essere dinamiche, interattive e sviluppate alla luce di obiettivi di apprendimento specifici della scienza.

È necessario, inoltre, sollecitare e supportare i partecipanti nell'interpretazione delle loro esperienze di apprendimento alla luce delle conoscenze pregresse, delle

esperienze e degli interessi rilevanti. Allo stesso modo, rivelano gli autori, appare di fondamentale importanza sostenere e incoraggiare gli studenti a prolungare il loro apprendimento nel tempo, dato che molto spesso le esperienze di apprendimento in contesti informali, a differenza di quello che accade nei contesti scolastici, rappresentano solo degli episodi sporadici nella vita dei ragazzi.

Agli educatori in prima linea viene riconosciuto un ruolo fondamentale nel supportare e incentivare l'apprendimento delle discipline scientifiche, anche in contesti informali. Per questo motivo, gli autori raccomandano di perfezionare e integrare le esperienze informali proponendo domande, idee, spunti di dialogo e fornendo molteplici esempi di come la scienza che gli studenti incontrano nell'informale può essere correlata alle esperienze quotidiane. Si tratta quindi di assumere un atteggiamento attivo e che possa stimolare e motivare bambini e ragazzi ad apprendere conoscenze del mondo scientifico.

Infine, ricercatori e valutatori dovrebbero sforzarsi di produrre ricerche metodologicamente sempre più accurate, chiare e che possano essere pubblicate su giornali specialistici. Nello stesso tempo invitano a curare anche la diffusione dei risultati, in modo che possano raggiungere ed essere utili anche ai professionisti e agli educatori per indirizzare la loro azione.

CAPITOLO 2

VIA ARGINE 917/BIS: una scuola che non chiude ma si trasforma

2.1 L’Istituto Comprensivo 83° “Porchiano Bordiga”

Il contesto informale protagonista della mia sperimentazione è l’ex Plesso “Bordiga” di via Argine 917/BIS, appartenente all’Istituto Comprensivo 83° “Porchiano Bordiga” di Ponticelli, quartiere popolare della periferia orientale di Napoli.

L’Istituto è costituito da altri due plessi: il plesso “Lotto 11/C”, sito in Via Molino Fellapane (scuola primaria e scuola secondaria di primo grado), il quale attualmente ospita anche la maggior parte degli studenti che frequentavano il plesso di Via Argine; e il plesso “Don Milani”, sito in Via Botteghelle (scuola dell’infanzia e scuola primaria).

Come specificato all’interno del PTOF¹⁴, la scuola si propone di perseguire una doppia linea formativa, mirando ad una continuità sia verticale che orizzontale.

La continuità verticale riguarda il passaggio dai diversi ordini di scuola (scuola dell’infanzia, scuola primaria e scuola secondaria di primo grado) e rappresenta un requisito essenziale per un’azione educativa attenta ai bisogni degli alunni, capace di creare un continuum pedagogico e didattico coerente e congiuntamente finalizzato.

Allo stesso modo appare necessario garantire anche una continuità orizzontale, il cui scopo è favorire un’attenta e attiva collaborazione fra scuola, famiglia, Enti Locali e Istituzioni Educative. Si tratta di una vera e propria esigenza che dovrebbe essere perseguita da ogni istituto, ma che diventa fondamentale in un contesto sociale difficile come quello in cui questa scuola è inserita. Il quartiere di Ponticelli, infatti, vive una situazione di disagio che investe gli ambiti urbani, economici, sociali e culturali. Tale fenomeno di disagio giovanile si esprime da una parte con

¹⁴ Piano Triennale dell’Offerta Formativa.

l'abbandono scolastico e la frequenza saltuaria e dall'altra con un generale disinteresse o, in alcuni casi, con comportamenti a rischio.

La scuola, di conseguenza, propone un curriculum aderente alle esigenze del contesto, collaborando con diverse agenzie educative presenti nel territorio e che operano nell'ambito della promozione culturale, del sostegno alle famiglie e della lotta alla dispersione. Uno degli scopi principali dell'Istituto è utilizzare questa opportunità per costituire una rete sociale e civica significativa, capace di agire in maniera coerente e sinergica sul territorio.

La maggior parte dei progetti promossi dall'Istituto mirano proprio a contrastare la povertà educativa e sociale, attraverso la realizzazione di una strategia integrata di interventi che coinvolgono simultaneamente Istituti scolastici, docenti, famiglie e Istituzioni Pubbliche.

Lo scopo principale di questo sistema integrato è rafforzare i legami sociali esistenti e latenti nella comunità di riferimento, promuovendo una maggiore partecipazione e condivisione degli spazi pubblici, sociali e scolastici. Inoltre si intende strutturare, per un certo numero di minori provenienti da famiglie problematiche, un modello alternativo e innovativo di percorsi educativi che preveda una cura onnicomprensiva del loro crescere, curandone non solo il benessere psicofisico ma anche lo sviluppo di talenti e attitudini personali. Proprio per questo motivo, in questo quadro di "adozione educativa", vengono introdotti contenuti specialistici e d'alto profilo, che spaziano dalla dimensione sportiva a quella delle arti, passando attraverso lo studio e l'approfondimento delle discipline STEM tese al miglioramento della competitività nel campo della scienza, tecnologia e sviluppo. Quest'ultima attività vede il coinvolgimento del dipartimento di Fisica dell'Università di Napoli Federico II, quale soggetto responsabile della formazione degli insegnanti e della realizzazione di workshop sulla didattica innovativa della matematica e della fisica¹⁵.

Sul piano pratico, i progetti promossi dall'Istituto, tra cui il progetto "*Educare*" e il progetto "*Metamorfosi*", prevedono attività laboratoriali sia curricolari che extracurricolari di arricchimento dell'offerta formativa e di potenziamento delle

¹⁵ PTOF, Piano Triennale dell'Offerta Formativa dell'Istituto Comprensivo 83° Porchiano-Bordiga, 2019/20- 2021/22.

aree curriculari di base, in modo da realizzare l'integrazione scolastica di allievi in situazione di grave povertà educativa. Le attività quindi si inseriscono perfettamente in quel quadro di sviluppo e crescita di una comunità educante strutturata e permanente.

In linea generale, in conclusione, l'Istituto, date le particolari condizioni del territorio, mira ad agire sul contesto ambientale offrendo ai giovani destinatari, di età compresa tra i 5 e i 14 anni, opportunità di crescita e sviluppo delle proprie capacità e competenze personali, relazionali e cognitive.

In questo modo, grazie alle caratteristiche della propria proposta organizzativa e alla ricchezza degli spazi laboratoriali di cui dispone, l'Istituto si qualifica come un importante punto di riferimento educativo per l'intero territorio.

2.2 Il plesso di Via Argine 917/BIS

Il plesso di Via Argine 917B ha accolto per molti anni alunni di scuola secondaria di primo grado provenienti da diverse zone del quartiere Ponticelli. Dall'anno scolastico 2019/2020, a causa di un forte calo delle iscrizioni, la struttura non accoglie più alunni, i quali si trovano accorpati nell'altro plesso di scuola secondaria di primo grado appartenente all'Istituto, sito in Via Molino Fellapane, non lontano dall'ex plesso di Via Argine.

Già a partire da gennaio 2020, grazie ad uno sforzo sinergico di numerosi volontari e di diverse associazioni della periferia orientale di Napoli, sono state promosse numerose iniziative volte al recupero della struttura e finalizzate a progettare nuovi spazi e nuovi utilizzi del plesso. Un grande contributo a questo recupero è stato dato dalle associazioni che già da tempo utilizzavano la scuola, impegnate in progetti specifici, aventi però come obiettivo comune quello di offrire ai giovanissimi del quartiere un'offerta educativa attraverso la quale contrastare la dispersione scolastica e potenziare le opportunità a loro favore.

Le aule, l'agorà e gli spazi all'aperto hanno iniziato a rivivere soprattutto grazie alle attività del progetto "Metamorfosi" il cui obiettivo principale è quello di costruire un legame tra il territorio e la scuola così da valorizzare quest'ultima quale presidio sociale e culturale nelle periferie delle grandi città.

Il progetto “Metamorfosi” è finanziato dal piano “Cultura Futuro Urbano” del MiBACT¹⁶, il quale nasce proprio per promuovere iniziative culturali nelle periferie delle città metropolitane e nei capoluoghi di provincia di tutta Italia. Si tratta di un importante Piano di azione diretto a finanziare la realizzazione di nuovi servizi per migliorare la qualità della vita dell’intera collettività urbana, donando nuova personalità a scuole, biblioteche e opere pubbliche rimaste incomplete.

In sintesi, gli obiettivi perseguiti dal progetto “Metamorfosi”, attraverso l’utilizzo di diverse tipologie di intervento (laboratori, seminari, convegni, eventi) sono:

- Facilitare investimenti in infrastrutture culturali e patrimonio culturale o investimenti per il riuso o reinterpretazione del patrimonio culturale;
- Bonificare, riqualificare e accrescere le aree verdi urbane, sviluppando azioni culturali ed artistiche come strumenti con cui discutere e analizzare le principali sfide in termini di sostenibilità e ricostruzione e sviluppo della città;
- Aiutare le persone a costruire nuove capacità sociali e di pensiero critico promuovendo incontri, contatti, cooperazione tra soggetti portatori di diversi bagagli esperienziali e culturali.

Questo progetto di riqualificazione generale del territorio ha coinvolto numerose realtà quali: Arci Movie Napoli, SVT, Atelier Re Mida Napoli, Terra di Confine, Trerrote, Matematici per la città, Fab Lab Napoli e il Dipartimento di Fisica dell’Università di Napoli Federico II. Ha ottenuto, inoltre, il patrocinio dell’Assessorato all’educazione del Comune di Napoli, dell’Assessorato all’istruzione della Regione Campania, della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per il Comune di Napoli.

Il progetto, quindi, si colloca nel più ampio quadro della costruzione e sperimentazione dei “patti di comunità”, accordi che attraverso la collaborazione tra istituzioni pubbliche, soggetti privati locali, società civile organizzata, artisti e creativi possono costruire opportunità per il contrasto alla povertà educativa ed il miglioramento sociale ed economico.

¹⁶ Ministero per i Beni e le Attività Culturali e per il Turismo.

2.3 L'inaugurazione

Il nuovo plesso di Via Argine 917/BIS è stato inaugurato il 14 maggio 2021. La nuova struttura, richiamando il nome del progetto che ne ha permesso la rinascita, è stata presentata come “una scuola che non chiude ma si trasforma”, che subisce quindi una positiva *metamorfosi*.



Figura 1: Manifesto dell'evento di inaugurazione.

Dalla collaborazione e sinergia tra istituzioni, realtà del terzo settore sociale, cittadini e altri soggetti sono così nate delle vere e proprie “aule didattiche decentrate”, messe a disposizione degli studenti delle scuole e delle realtà associative di Napoli Est.

Le prime iniziative messe in campo sono state rivolte, in particolar modo, agli studenti dell'Istituto Comprensivo, alle loro famiglie e a ragazzi a rischio dispersione scolastica. Durante il corso dell'anno sono stati realizzati diversi laboratori con lo scopo di valorizzare passioni e competenze per lottare contro la povertà educativa e per creare valide opportunità di crescita.

Tra le diverse attività promosse dall'istituto, alcune sono state dedicate alla riscoperta della storia e dell'arte del territorio, con la creazione di artefatti digitali in 3D o modellini in scala ridotta, come quello raffigurante la Villa Romana di Caius Olius Ampliatus, esposto insieme ad altre opere nell'atrio del plesso. Alcune zone della struttura, infatti, hanno assunto le vesti di sale espositive e museali, accogliendo le opere realizzate dagli studenti dell'istituto riguardanti perlopiù la

realtà storica del proprio territorio, coinvolgendoli così in un processo di riappropriazione delle proprie radici culturali. Si tratta di un fondamentale punto di partenza per stimolare nei giovani una coscienza diffusa e condivisa della storia e della cultura del territorio e concorrere alla formazione dell'identità locale e nazionale.



Figura 2 e Figura 3: Il nuovo atrio della scuola.

Anche il grande cortile del plesso è stato ripulito e valorizzato grazie alla realizzazione del laboratorio “Orto dei profumi”, il quale ha permesso la produzione di essenze utilizzate per la creazione di saponi ed altri prodotti, anch’essi esposti nell’atrio del plesso durante il giorno dell’inaugurazione.



Figura 4: Opere realizzate dagli studenti dell’Istituto.

Un grande lavoro è stato fatto anche per la rinascita dell’arena, utilizzata per lo svolgimento di laboratori teatrali e cinematografici, e per le vecchie aule, divenute spazi per il co-working e per la realizzazione di attività laboratoriali.



Figura 5: L’arena.

Già il giorno dell'inaugurazione i visitatori sono stati coinvolti in laboratori scientifici con luci colorate, sensori di movimento e circuiti elettrici, allestiti proprio all'interno delle nuove aule.

L'attività con le luci colorate è stata svolta in un'aula (quasi oscurata) in cui erano presenti tre fari led di colore rosso, verde e blu, e un pannello bianco sul quale sono state riprodotte le ombre colorate di oggetti e persone. Durante l'esperienza, inoltre, sono stati distribuiti ai visitatori torce e piccoli specchi, che hanno permesso loro di osservare il fenomeno della riflessione della luce sulle pareti dell'aula.



Figura 6: Ombre colorate.

L'esperienza con i circuiti elettrici è stata svolta con l'utilizzo del dispositivo "Makey Makey", il quale è stato collegato ad un "pianoforte", creato con un tappetino da yoga e fogli di alluminio. Tramite l'uso di un programma progettato sul sito Scratch e proiettato su una parete bianca, i visitatori hanno potuto suonare lo strumento poggiando le mani sui diversi fogli di alluminio, ognuno dei quali corrispondeva ad una determinata nota musicale.



Figura 7: Pianoforte con Makey Makey.

Infine, grazie all'uso di un sensore di movimento, collegato ad un PC, i visitatori hanno potuto osservare in tempo reale il grafico del loro movimento, divertendosi a creare curve particolari e cercando di prevederne l'andamento.

Tutte le attività e le esposizioni sono state accolte con interesse e partecipazione, non solo dagli alunni ma anche dalle famiglie e dai membri delle diverse associazioni locali presenti per l'inaugurazione della nuova struttura.

L'apertura del plesso di Via Argine ha, quindi, dimostrato che la scuola non deve rimanere chiusa dentro le mura delle aule scolastiche, ma può e deve dialogare con il territorio, per la ricchezza non solo dell'istituzione scolastica ma dell'intera comunità locale. Riprendendo le parole del dirigente scolastico dell'Istituto, la professoressa Colomba Punzo:

«Ci piace immaginare una scuola diffusa che attraversa il territorio ed abita parchi, giardini, chiese e piazze ed insieme una scuola che accoglie, che apre i cancelli, le aule, i laboratori e le palestre per dialogare con la comunità e moltiplicare le risorse. Per questo abbiamo voluto che quel plesso quasi vuoto e un poco malandato della nostra scuola dovesse continuare a vivere»¹⁷.

¹⁷ Ilmattino.it,
https://www.ilmattino.it/napoli/citta/napoli_scuola_di_ponticelli_disuso_spazi_co_working_formazione-5943075.html.

2.4 Il Polo Territoriale per le famiglie “Vulesse”

Nel plesso di via Argine, inoltre, è attivo il Polo territoriale per le famiglie, un servizio gratuito di sostegno alle famiglie che vivono in situazioni di disagio sociale o economico. All'interno della struttura, infatti, è presente il centro “Vulesse”, in cui vengono offerti gratuitamente spazi di consulenza, supporto psicologico e presa in carico psicoterapeutica a famiglie e adolescenti della VI Municipalità di Napoli. La particolarità del centro sta nel fatto che l'esperienza clinica va di pari passo con la profonda conoscenza del territorio di Ponticelli-Barra-San Giovanni a Teduccio e prevede la stretta collaborazione con le istituzioni (scuole, tribunale, associazioni) nella convinzione che, in un contesto tanto complesso come quello che caratterizza la periferia orientale di Napoli, sia necessario lavorare in rete nell'ottica di un intervento integrato e multidisciplinare.

Il centro è condotto da 5 psicologi psicoterapeuti dell'Associazione S.V.T¹⁸., la quale da anni si occupa di disagio familiare e giovanile, nel territorio della VI Municipalità della città di Napoli.

L'obiettivo principale è quello di offrire alle famiglie e agli adolescenti del territorio uno spazio psicologico di incontro e confronto, in cui trovare ascolto e accoglienza, ma anche uno spazio in cui fare chiarezza e orientarsi rispetto alle possibilità offerte dal territorio.

Oltre agli incontri di supporto psicologico e psicoterapia, sia individuali che di coppia o familiari, il centro offre anche diversi tipi di laboratori, rivolti sia ai figli che ai genitori. Per i genitori vengono organizzati percorsi esperienziali di gruppo volti al potenziamento delle competenze genitoriali, allo scambio di esperienze e alla condivisione di risorse. Anche per gli adolescenti vengono organizzati percorsi di gruppo, in cui i giovani partecipanti possono confrontarsi tra loro e affrontare le principali tematiche di interesse per i ragazzi mediante attività pratiche. Anche molte delle creazioni esposte durante l'inaugurazione del plesso, tra cui piccoli murali e saponi profumati, sono state realizzate durante i laboratori rivolti alle famiglie promossi dal polo.

¹⁸ Servizio Volontario Tossicodipendenti.

2.5 Il CPIA e l'associazione "Libera"

Le aule del nuovo plesso di Via Argine 917/BIS non accolgono solo giovani studenti e famiglie in difficoltà, ma una parte di esse è dedicata anche all'educazione degli adulti. Il plesso, infatti, è una delle sedi scolastiche associate al CPIA¹⁹ Napoli 2.

I CPIA sono scuole statali, istituite dal Ministero della Pubblica Istruzione, che promuovono l'istruzione dei giovani e degli adulti italiani e stranieri. Costituiscono una tipologia di Istituzione scolastica autonoma, articolata in reti territoriali di servizio al fine di poter raggiungere il maggior numero di potenziali beneficiari. L'utenza dei CPIA e degli istituti in essi "incardinati" è variegata: adulti, anche stranieri, che non hanno assolto l'obbligo di istruzione e che intendono conseguire il titolo di studio conclusivo del primo ciclo di istruzione o vogliono ottenere il titolo di studio conclusivo del secondo ciclo di istruzione; adulti stranieri che intendono iscriversi ai Percorsi di alfabetizzazione e apprendimento della lingua italiana; giovani che hanno compiuto i 16 anni di età e che, in possesso del titolo di studio conclusivo del primo ciclo di istruzione, dimostrano di non poter frequentare i corsi diurni.

I corsi di istruzione per adulti dei CPIA sono organizzati nei seguenti percorsi:

- Percorsi di istruzione di primo livello (finalizzati al conseguimento della certificazione attestante l'acquisizione delle competenze di base connesse all'obbligo di istruzione);
- Percorsi di alfabetizzazione e apprendimento della lingua italiana (finalizzati al conseguimento di un titolo attestante il raggiungimento di un livello di conoscenza della lingua italiana non inferiore al livello A2 del Quadro comune di riferimento per le lingue, elaborato dal Consiglio d'Europa);
- Percorsi di istruzione di secondo livello (finalizzati al conseguimento del diploma di istruzione tecnica, professionale o artistico)²⁰.

¹⁹ Centri Provinciali per l'Istruzione degli Adulti.

²⁰ MIUR-Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, <https://www.miur.gov.it/istruzione-per-gli-adulti-centri-provinciali-per-l-istruzione-degli-adulti#:~:text=Istruzione%20degli%20Adulti%20%3E->

Inoltre, ogni CPIA, nell'ambito della propria programmazione annuale, può proporre iniziative di ampliamento dell'offerta formativa, finalizzate a integrare ed arricchire i percorsi di istruzione degli adulti e/o favorire il raccordo con altre tipologie di percorsi di istruzione e formazione.

Concludendo, lo scopo dei CPIA è quello di creare le condizioni per favorire la conclusione degli studi di coloro i quali, per varie ragioni, si trovano ad averli interrotti. In particolar modo, i percorsi dedicati agli studenti stranieri, mirano a migliorare il processo di integrazione dei migranti aventi titolo e degli stranieri in generale nella società italiana.

Oltre al già citato SVR, all'interno del nuovo plesso di Via Argine operano anche altre associazioni del territorio, tra cui l'associazione "Libera".

L'associazione Libera è nata nel 1995 a Roma con l'intento di sollecitare la società civile nel contrasto alle mafie e nella promozione della legalità democratica e della giustizia. Attualmente aderiscono a Libera oltre 1600 fra associazioni nazionali e locali, cooperative sociali, gruppi e realtà di base e circa 4500 scuole attive nei percorsi di educazione alla legalità democratica in Italia e nel mondo.

Alcuni dei concreti impegni di Libera sono: la legge sull'uso sociale dei beni confiscati alle mafie, l'educazione alla legalità democratica, l'impegno contro la corruzione, i campi di formazione antimafia, i progetti sul lavoro e lo sviluppo, le attività antiusura.

Nel corso degli anni Libera ha dato vita a numerosi progetti ed iniziative anche nella periferia orientale di Napoli, dando vita ad un nuovo presidio proprio nel quartiere di Ponticelli. Il presidio nasce dalla sinergia di varie realtà fortemente impegnate e radicate nel territorio, consapevoli che l'unico modo per poter concretamente risollevarle le sorti di un territorio abbandonato e ormai allo sbando sia quello di "fare rete".

CAPITOLO 3

LE ATTIVITÀ DEL LABORATORIO SCIENTIFICO

3.1 Premessa

Le attività didattiche descritte in questo capitolo, realizzate nell'ambito del Progetto EduCare²¹, sono state svolte nel nuovo plesso di Via Argine 917/BIS durante il periodo Giugno-Luglio 2021.

Gli incontri del laboratorio scientifico hanno coinvolto diverse classi dell'Istituto Comprensivo 83° "Porchiano Bordiga" (sia di scuola primaria che di scuola secondaria di primo grado), ma anche adolescenti e bambini membri di diverse associazioni operanti nel territorio della periferia orientale di Napoli (come il centro territoriale "Bambù").

Le attività sono state progettate e attuate dal gruppo di ricerca, specializzato in Didattica della Fisica, dell'Università di Napoli Federico II. Tale gruppo è composto dai professori Emilio Balzano, Giancarlo Artiano e Annarita Annunziata, i quali si sono avvalsi, per lo svolgimento delle attività, della mia collaborazione e di quella di altre studentesse frequentanti il corso di studi in Scienze della Formazione Primaria dell'Università Suor'Orsola Benincasa.

Come si potrà leggere nei paragrafi successivi, le esperienze hanno interessato diversi aspetti del sapere scientifico: il galleggiamento, la spinta di Archimede, il moto, la luce, le ombre, gli specchi, i circuiti elettrici ecc. Nonostante la differenza nei temi trattati, tutte le attività sono accomunate dall'adozione di uno stesso approccio, basato sull'esplorazione attiva dei fenomeni, la discussione guidata e l'apprendimento cooperativo. Questo tipo di approccio riesce a stimolare e motivare i soggetti che partecipano alle diverse esperienze, rendendo l'apprendimento scientifico più semplice, veloce e interessante.

²¹ EduCARE è un progetto di durata triennale (2019 – 2022) che mira a contrastare la povertà educativa e sociale attraverso la realizzazione di una strategia integrata di interventi che coinvolgono l'intera comunità educante del territorio di Ponticelli, Barra e San Giovanni a Teduccio (Municipalità VI del Comune di Napoli), mettendo in sinergia Istituti scolastici, docenti, famiglie, Istituzioni Pubbliche e tessuto associativo.

È importante, però, sottolineare che ciò è possibile proprio perché gli studenti non si trovano in un contesto scolastico e formale, ma in un contesto informale che viene percepito come un ambiente sicuro, privo di ansie e tensioni. Le esperienze proposte, talvolta sotto forma di gioco, sono coinvolgenti, stimolanti e interattive e permettono di acquisire nuove conoscenze sui fenomeni del mondo fisico e naturale in modo più spontaneo e consapevole.

3.2 Esperienze con l'acqua: la spinta di Archimede

Il primo incontro del laboratorio scientifico, tenutosi il giorno 18 giugno 2021, ha affrontato un tema fondamentale nello studio delle scienze: la spinta di Archimede. La sperimentazione è stata svolta con le classi IV C e IV D dell'Istituto Comprensivo "83° Porchiano Bordiga", per la durata di circa 4 ore.

Prima dell'arrivo dei ragazzi abbiamo provveduto all'organizzazione del setting, posizionando su un grande tavolo tutti i materiali necessari per svolgere le attività previste: contenitori di diversa forma e dimensione, sfere di plastica, spugne, becher e cilindri graduati, siringhe, una bilancia meccanica, un cilindro di metallo collegato ad una molla e bottiglie di plastica.

Inoltre abbiamo preparato anche alcuni materiali da consegnare ad ogni partecipante, in modo da far sperimentare e osservare a tutti, in prima persona, alcuni fenomeni. Per questo motivo abbiamo pensato di far trovare ad ogni bambino un bicchiere con dell'acqua, una piccola siringa e un tappo di sughero.



Figura 8: Alcuni materiali utilizzati per lo svolgimento delle attività.

L'approccio adottato per lo svolgimento delle attività è stato di tipo fenomenologico. Abbiamo, infatti, deciso di partire dall'osservazione dei fenomeni così come appaiono, per poi passare in maniera graduale ad una loro interpretazione, in modo da stimolare la curiosità e la motivazione dei bambini. Inoltre, con attività di questo genere, è possibile sperimentare concretamente quanto appreso in maniera teorica dai libri di testo, o meglio dedurre in maniera autonoma l'andamento dei fenomeni ancora prima di averli affrontati in maniera astratta.

Appena arrivati, alcuni alunni e insegnanti, hanno riconosciuto una delle tesiste presenti all'incontro, Teresa Macolino²², con cui avevano svolto delle attività nel corso di quell'anno scolastico che ben si collegavano ai temi che avremmo poi trattato quel giorno.

La prima esperienza ha previsto l'utilizzo di piccole siringhe, in modo da poter osservare in maniera semplice ed immediata alcune differenze tra l'aria e l'acqua. Innanzitutto abbiamo chiesto ai bambini di far entrare un po' d'aria all'interno della siringa, tappare con un dito l'estremità aperta e contemporaneamente premere il pistone verso l'interno. Successivamente abbiamo proposto di riempire la siringa con dell'acqua e ripetere la stessa operazione. In questo modo i bambini hanno potuto osservare che l'aria è una sostanza elastica che si riesce a comprimere, a differenza dell'acqua che invece è una sostanza non comprimibile.



Figura 9: I bambini, dopo aver fatto entrare dell'aria all'interno della siringa, provano a comprimerla premendo il pistone verso l'interno.

²² Teresa Macolino, attualmente dottoressa in Scienze della Formazione Primaria, ha condotto nel corso dell'anno scolastico 2020/2021 una sperimentazione con la classe IV C dell'Istituto Comprensivo 83° "Porchiano – Bordiga" sul tema "Macchine e meccanismi".



Figura 10: I bambini riempiono le siringhe con l'acqua, dopo aver espulso tutta l'aria che era presente al loro interno.

Inoltre, per rendere ancora più visibile il comportamento dell'aria, abbiamo fatto provare ai bambini anche una siringa di dimensione maggiore. Dopo aver fatto uscire tutta l'aria presente nella siringa e aver tappato con le dita l'estremità aperta, abbiamo chiesto loro di tirare il pistone verso l'esterno. Naturalmente in questo caso la forza necessaria per tirare il pistone era maggiore.

Ciò avviene perché la forza applicata su una superficie corrisponde al prodotto della pressione per l'area della superficie di applicazione. Di conseguenza maggiore è l'area della sezione della siringa e maggiore sarà la forza da applicare.



Figura 11: Angelica tira con forza il pistone della siringa avente una sezione maggiore rispetto a quella utilizzata in precedenza.

Questa semplice esperienza, inoltre, ci ha permesso di porre un'importante domanda ai bambini:

Cos'è che fa forza contro di me mentre tiro il pistone?

Dopo una breve discussione, due bambini, probabilmente anche grazie a quanto appreso durante le esperienze con la tesista Teresa, hanno dato come risposta:

È la pressione atmosferica!

Dopo queste prime esperienze siamo passati ad introdurre il fenomeno della spinta di Archimede.

Abbiamo consegnato ai bambini un tappo di sughero e abbiamo chiesto loro di immergerlo nell'acqua contenuta nel bicchiere. Dopo aver effettuato questa semplice operazione abbiamo posto alla classe una domanda:

Ci vuole più forza per immergere solo una parte del tappo o per immergerlo interamente?

Naturalmente tutti hanno risposto che c'è bisogno di più forza per immergere completamente il tappo all'interno del bicchiere d'acqua. Questo accade perché la spinta di Archimede è direttamente proporzionale al peso del fluido spostato. Quindi più immergo il corpo, in questo caso il tappo, e maggiore sarà il peso del fluido spostato, e di conseguenza maggiore sarà il valore della spinta di Archimede.



Figura 12: Esperienza con i tappi di sughero immersi nell'acqua.

Per chiarire meglio il concetto abbiamo posto l'attenzione sulla variazione del livello dell'acqua quando al suo interno immergiamo un oggetto. Utilizzando un cilindro graduato e una siringa, abbiamo letto sulla scala graduata il volume dell'acqua prima di immergere la siringa, e successivamente il volume ottenuto dopo averla in parte immersa. Dopo una discussione interattiva, siamo giunti alla conclusione che il volume della sezione di siringa immersa può essere valutato come differenza tra il volume dell'acqua prima di immergere la siringa e quello (maggiore) che possiamo leggere dopo averla immersa.



Figura 13: La siringa viene immersa nel cilindro graduato. In questo modo i bambini possono osservare la variazione del livello dell'acqua.

A questo punto abbiamo provato a ripetere l'esperienza con un contenitore più grande e una bottiglia di plastica dal volume di 1500 ml. Prima di farlo però, sotto consiglio dell'insegnante, abbiamo chiesto ai bambini di verificare (come fanno i veri scienziati) se davvero il volume della bottiglia fosse di 1500 ml. Per farlo proponiamo ad un bambino, Marco, di versare l'acqua contenuta nella bottiglia all'interno di un cilindro graduato della capacità massima di 500 ml. Tutti i bambini erano d'accordo sul fatto che, per dimostrare che il volume dell'acqua contenuta nella bottiglia fosse effettivamente di 1500 ml, occorreva riempire il cilindro precisamente per 3 volte. In realtà, dopo aver effettuato le operazioni, è avanzata una piccola parte di acqua che alcuni bambini hanno proposto di misurare con una delle piccole siringhe che avevamo consegnato loro all'inizio dell'incontro.



Figura 14: Marco svuota parte dell'acqua nel cilindro graduato.

Dopo questa piccola parentesi, siamo ritornati al tema centrale della giornata: la spinta di Archimede. Per rendere ancora più visibile e chiara la presenza di una forza che agisce verso l'alto, abbiamo immerso una pallina di plastica all'interno di un grande contenitore d'acqua. Un bambino allora ha detto:

È la stessa cosa che succede quando vado al mare e voglio buttare sott'acqua il Super Santos. È difficilissimo farlo perché è pieno di aria!

Quindi, approfittando anche di questo spunto, abbiamo chiesto ai bambini di pensare, durante la pausa merenda, a quello che accade quando vengono immersi degli oggetti nell'acqua del mare.



Figura 15: La pallina rimbalza fuori dall'acqua.

Al termine della pausa, hanno preso parte all'incontro anche alcune mamme degli alunni, arrivate in anticipo a riprendere i figli. Abbiamo quindi raccontato loro, con l'aiuto dei bambini, le varie esperienze e attività svolte nelle ore precedenti. Si è trattato di un momento di condivisione tra genitori e figli, non programmato, ma che si è rivelato in perfetta sintonia con alcuni fondamentali scopi del progetto.



Figura 16: Genitori e figli partecipano insieme alle attività proposte.

Al termine di questo breve riepilogo, abbiamo chiesto ad una bambina di avvicinarsi al tavolo e provare a spingere una bottiglia di plastica all'interno di un grande contenitore pieno d'acqua. Le abbiamo poi chiesto se, all'aumentare dell'immersione, la forza la aumentava, diminuiva o rimaneva la stessa. Dopo una serie di immersioni la bambina ha risposto che la forza aumentava, e che quindi all'aumentare del volume dell'acqua spostata aumenta anche la forza che devo esercitare sulla bottiglia. A questo punto, riprendendo anche l'esempio della pallina visto poco prima, abbiamo dato un nome a quella forza che spinge verso l'alto: spinta di Archimede.

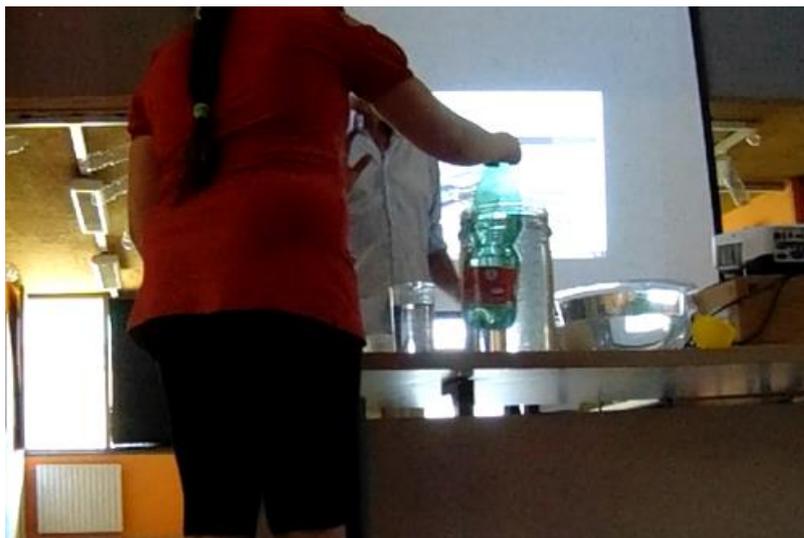


Figura 17: La bambina immerge la bottiglia vuota nel contenitore.

L'ultima esperienza, infine, ha voluto dimostrare il famoso principio di Archimede, ovvero:

Un corpo immerso in un fluido riceve una spinta dal basso verso l'alto di intensità pari al peso del fluido spostato.

Per farlo abbiamo utilizzato un piccolo blocchetto di metallo collegato ad una molla, un cilindro graduato e una bilancia.

Prima di tutto abbiamo misurato il volume dell'acqua presente nel cilindro leggendo la scala graduata (300 ml) e il peso della stessa acqua utilizzando la bilancia (300 gr). Abbiamo poi immerso nell'acqua il blocchetto di metallo e, calcolando la differenza tra il livello dell'acqua finale (370 ml) e il livello dell'acqua iniziale (300 ml), abbiamo ricavato la variazione del livello dell'acqua presente nel cilindro (70 ml). Questo valore, quindi, corrisponde al volume di fluido, nel nostro caso acqua, che è stato spostato. Infine bisognava dimostrare che questo valore fosse in relazione con il valore della spinta di Archimede. Per questo motivo abbiamo fatto leggere ad alcuni bambini anche la variazione di peso riportata sulla bilancia. Infatti quando l'acqua spinge un corpo verso l'alto, la bilancia è costretta a spingere allo stesso modo verso l'alto. Di conseguenza, eseguendo la differenza tra peso finale (370 gr) e peso iniziale (300 gr) abbiamo dimostrato che il volume dell'acqua spostata (70 ml) corrisponde proprio al valore della spinta di Archimede (70 gr).



Figura 18: Il blocchetto viene immerso nell'acqua, determinando un innalzamento del livello dell'acqua e una variazione del peso sulla bilancia.



Figura 19: I bambini osservano la variazione della forza esercitata sulla molla, determinata dall'immersione del blocchetto nell'acqua.

Per concludere l'incontro abbiamo chiesto ai bambini di ripetere l'enunciato della spinta di Archimede, utilizzando i dati ricavati dall'ultima esperienza. Nonostante la partecipazione attiva alle diverse esperienze, non è stato semplice per tutti i bambini esprimere il principio utilizzando un linguaggio formale. Quasi tutti hanno però dimostrato di aver appreso i concetti chiave delle attività, descrivendole nel modo corretto e rispondendo alle domande proposte, soprattutto durante la fase di riepilogo con le mamme.

3.3 Studio del moto con il Sonar

Le attività didattiche con l'utilizzo del sonar sono state proposte in diverse occasioni, a partire dalla giornata di inaugurazione del plesso, e a diversi partecipanti, tra cui studenti dell'Istituto Comprensivo e bambini del centro territoriale "Bambù".

Il SONAR (acronimo dell'espressione inglese SOund NAvigation and Ranging) è un sensore ad ultrasuoni, cioè un apparecchio che emette onde ultrasoniche le quali viaggiano nell'aria con velocità nota (la stessa velocità del suono, circa 340 metri al secondo) e vengono riflesse da eventuali ostacoli incontrati lungo il loro percorso. Una volta riflesse esse tornano verso il sonar che le rileva. Calcolando il tempo impiegato da queste onde per ritornare, è possibile per il sistema ricavare la distanza dell'ostacolo dal sonar.

Molti dispositivi utilizzano questa tecnologia, sfruttando il fenomeno di riflessione delle onde sonore. Ad esempio l'ecoscandaglio consente di misurare la distanza di oggetti sotto il mare misurando il tempo di andata e ritorno degli ultrasuoni che si riflettono sull'oggetto. Anche l'ecografia sfrutta questo fenomeno e ci permette di ottenere l'immagine del feto nel ventre della madre misurando i tempi di riflessione degli ultrasuoni inviati sulle sue diverse parti.

Per lo svolgimento delle attività proposte ai bambini il sonar viene collegato, mediante un'apposita interfaccia, ad un computer, il quale elabora le informazioni ricevute (un gran numero di coppie di dati posizione-tempo) e permette di ottenere una tabella ordinata di dati e un grafico che rappresenta nel tempo la posizione dell'oggetto o della persona in movimento.

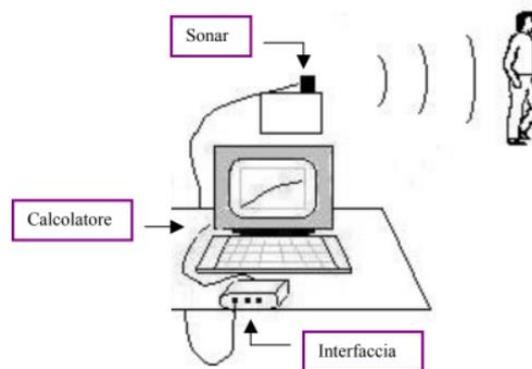


Figura 20: L'apparato sonar+interfaccia+computer ci consente di visualizzare la rappresentazione grafica in tempo reale del moto di un oggetto o di una persona.

Durante gli incontri del laboratorio scientifico, per introdurre l'utilizzo del sonar e studiarne la sensibilità, abbiamo proposto ai ragazzi di eseguire determinati movimenti davanti al sensore e di osservare la rappresentazione grafica che si otteneva con quel movimento.

In questo modo hanno potuto osservare che allontanandosi dal sonar con andatura regolare, sul grafico spazio-tempo, si riproduceva una retta crescente, proprio perché all'aumentare del tempo aumentava anche la distanza tra il proprio corpo e il sonar.

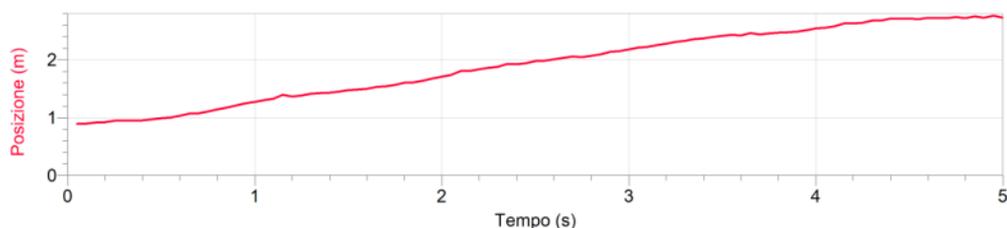


Figura 21: Il grafico descrive una passeggiata eseguita a passo regolare durante un moto di allontanamento dal sonar. La registrazione è durata 5 secondi ed ha avuto inizio ad una distanza della persona dal sonar di circa un metro ed è terminata a 3 metri dal sonar.

Al contrario, durante il moto di avvicinamento al sonar, all'aumentare del tempo corrispondeva una diminuzione della distanza dall'apparecchio, di conseguenza si riproduceva una retta decrescente. Osservando e analizzando insieme i grafici prodotti siamo arrivati alla conclusione che la pendenza di questa retta dipende dalla velocità della persona che si avvicina o si allontana dal sonar: maggiore è la velocità della camminata e maggiore è la pendenza della retta che ne rappresenta l'andamento.

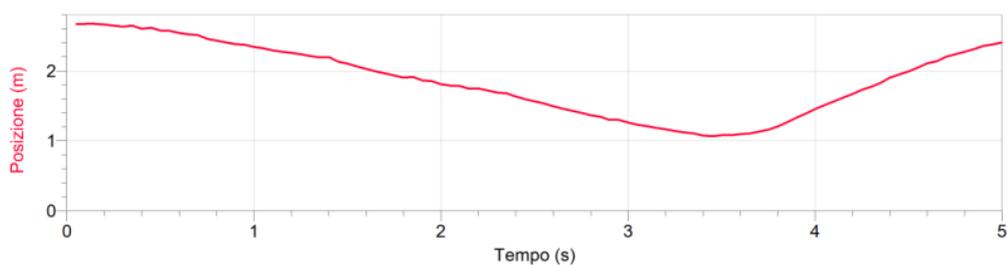


Figura 22: Il grafico descrive un moto di avvicinamento al sonar (da circa 2,5 metri di distanza a circa 1 metro di distanza) a cui segue un moto di allontanamento (fino ad arrivare circa al punto di partenza).

Per rendere l'esperienza ancora più stimolante e interattiva abbiamo proposto ai ragazzi (e in molti casi anche agli insegnanti e agli educatori) di provare a riprodurre le "onde" del mare sul grafico. Per realizzare il profilo dell'onda bisogna alternare, in maniera regolare, movimenti di avvicinamento e allontanamento dal sonar, evitando di effettuare brusche variazioni di direzione.

I primi tentativi non sono andati subito a buon fine e in alcuni casi si formavano delle montagne (con l'estremità più appuntita) piuttosto che delle onde. Osservando anche il comportamento dei compagni, alla fine siamo riusciti a riprodurre delle onde più dolci e regolari. Alcuni hanno utilizzato una particolare tecnica: oscillare con il corpo avanti e indietro tenendo uno dei piedi fermo.

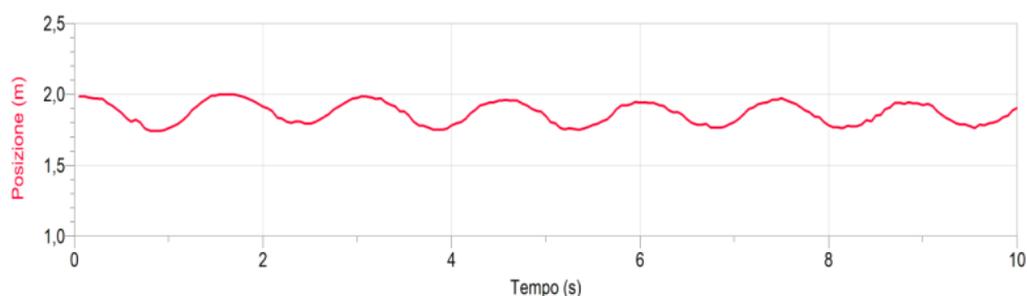


Figura 23: Grafico di un moto oscillatorio.

L'attività che ha coinvolto e divertito maggiormente i ragazzi è stata sicuramente quella in cui si proponeva loro di riprodurre, muovendosi davanti al sonar, un grafico a tratti rettilinei proiettato su grande schermo. Dopo una prima riflessione collettiva, in cui si invitavano i ragazzi a riflettere su come muoversi per riprodurre il grafico, è partita la sfida.



Figura 24: Il grafico proposto ai ragazzi. Per riprodurlo bisogna partire da una distanza di circa 4 metri dal sonar ed effettuare due movimenti di avvicinamento e un movimento di allontanamento, rispettando le pause e mantenendo le giuste velocità.

Anche in questo caso i primi tentativi non hanno dato ottimi risultati. Il problema maggiore è stato riprodurre l'ultimo segmento del grafico: alcuni ragazzi, invece di allontanarsi dal sonar, si riavvicinavano; molti non restavano abbastanza tempo fermi prima di riprendere il movimento; altri si allontanavano troppo lentamente o troppo velocemente, riproducendo una retta con pendenza minore o maggiore rispetto a quella proiettata.

Dopo aver osservato i tentativi dei compagni i ragazzi sono riusciti ad imparare collettivamente e ad apportare le corrette modifiche, tanto da voler anche ritentare in modo da dimostrare di aver capito finalmente che movimenti compiere.

Questa attività ha permesso, quindi, di lavorare sulla differenza tra traiettoria e legge oraria. Infatti, anche se le linee che componevano i grafici avevano diverse direzioni, la traiettoria dei movimenti che avevano compiuto era rettilinea. Quindi abbiamo chiarito insieme che il grafico non corrisponde al "percorso" svolto dalla persona, ma alle caratteristiche di questo percorso (in altre parole, ci racconta la "storia" del moto).

Durante questo gioco si è creata una bella atmosfera di divertimento e collaborazione, in cui i ragazzi si aiutavano e incoraggiavano a vicenda, suggerendo spesso in coro le azioni da compiere.

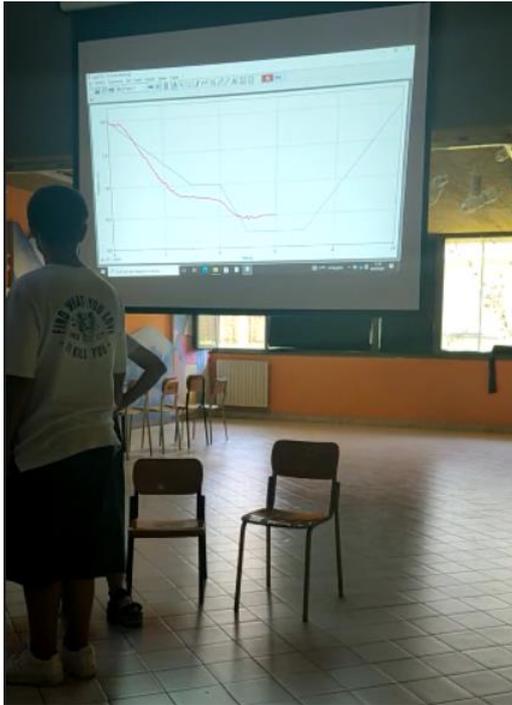


Figura 25: Il ragazzo resta qualche secondo fermo, in modo da riprodurre il segmento parallelo all'asse delle ascisse.

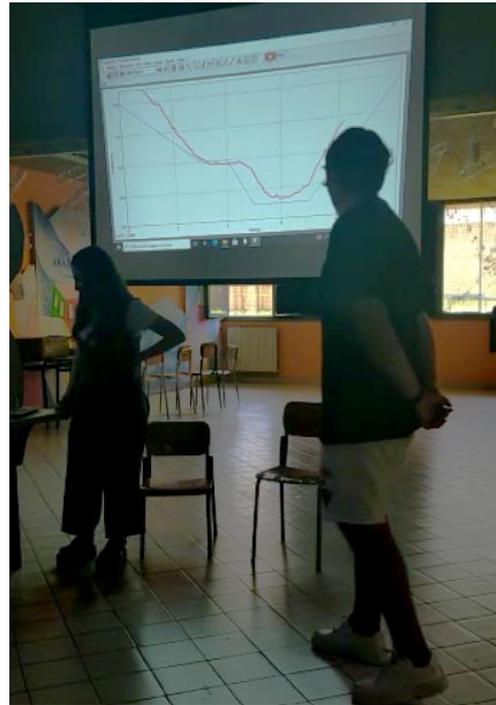


Figura 26: Il ragazzo si allontana dal sonar per riprodurre l'ultimo segmento.

Una parte fondamentale di queste esperienze ha quindi riguardato la lettura dei grafici, molto utile per introdurre o potenziare la conoscenza (in base all'ordine di scuola) di alcuni concetti chiave relativi al moto rettilineo. Il tempo a nostra disposizione però era limitato e questo non ci ha permesso, naturalmente, di sfruttare al massimo le funzionalità dell'apparato ed affrontare altri argomenti.

Un'altra attività da proporre, infatti, potrebbe consistere nel chiedere ai ragazzi di effettuare due movimenti con andamento regolare davanti al sonar, il primo partendo da una certa distanza e il secondo partendo da una distanza maggiore, ma cercando di mantenere in entrambi la stessa velocità. In questo modo si otterranno due rette (più o meno) parallele che si differenziano per un diverso valore dell'intercetta. Quindi con questa esperienza si può lavorare proprio sul significato dell'intercetta, cercando di connettere il movimento vero e proprio ad alcuni concetti che i ragazzi affrontano spesso solo in maniera astratta.

Inoltre, utilizzando grafici che descrivono moti uniformi di avvicinamento o allontanamento dal sonar, si può far calcolare ai bambini il valore della velocità media (calcolando prima la differenza tra posizione finale e posizione iniziale, e dividendo poi il risultato di questa operazione per la differenza tra istante finale e

istante iniziale). Può essere, inoltre, molto interessante anche ragionare sulla pendenza delle rette e notare che nel caso di velocità media positiva la retta è crescente, mentre nel caso di velocità media negativa la retta è decrescente.

Le esperienze con il sonar non sono limitate all'utilizzo del grafico spazio-tempo, ma si può proporre anche di utilizzare un grafico velocità-tempo. In questo modo possiamo osservare in tempo reale la variazione della velocità e notare che, nel caso di avvicinamento al sonar, la curva "scende" sotto l'asse delle ascisse. Questo accade perché la velocità, oltre a crescere o decrescere, può essere positiva o negativa, a differenza della posizione che invece resta sempre positiva. Inoltre è molto interessante osservare che, nel caso di passeggiata di una persona davanti al sonar, il grafico velocità-tempo presenta delle oscillazioni, le quali mostrano perfettamente la struttura dei passi. Per ottenere grafici senza oscillazioni possono essere utilizzati oggetti con le ruote, come piccoli carrelli, molto utili anche per effettuare esperienze con il grafico accelerazione-tempo. Infatti, facendo scivolare un carrello su un piano inclinato si può ottenere un moto ad accelerazione costante, e la velocità sarà negativa se il carrello è in avvicinamento e positiva se il carrello si sta allontanando.

Ritornando alle esperienze avute con i ragazzi del plesso di Via Argine, posso affermare che l'utilizzo didattico di questo tipo di apparato si è rivelato estremamente utile, soprattutto per gli studenti che faticano ad apprendere alcuni concetti con un insegnamento di tipo tradizionale. Si tratta, infatti, di un metodo inedito e molto intuitivo grazie al quale, partendo dal movimento delle persone davanti al sonar, è possibile connettere la percezione del moto alla sua rappresentazione grafica e astratta.

3.4 Il pianoforte interattivo: Makey Makey e i circuiti elettrici

Il pianoforte interattivo è stato presentato ad alunni e genitori il giorno dell'inaugurazione del nuovo plesso, ed è stato successivamente riproposto in diversi incontri del laboratorio scientifico. I visitatori hanno potuto suonare lo strumento grazie all'utilizzo del dispositivo "Makey Makey" e di un programma progettato sul sito Scratch.

Per realizzare il pianoforte sono stati utilizzati materiali poco costosi e facilmente reperibili: un tappetino da yoga, cartoncini bianchi e carta di alluminio. Sul tappetino sono stati incollati 7 rettangoli di cartoncino bianco (tutti della stessa misura) che rappresentano i tasti del piano corrispondenti alle 7 note musicali. Affinché lo strumento funzionasse, i tasti sono stati in parte ricoperti con della carta di alluminio, materiale che risulta essere un buon conduttore di elettricità. Per rendere il tutto più simile al pianoforte, sono stati aggiunti dei tasti neri tra le varie note, ricavati da parti del tappetino che erano state ritagliate. Infine è stato realizzato un percorso ad L in carta di alluminio, posto sotto ai tasti del pianoforte.

Per suonare lo strumento è necessario però collegare le sue varie parti alla scheda Makey Makey. Quindi, con dei cavi con cocodrillo si collegano i primi 6 tasti con i 6 comandi presenti sulla scheda: freccia verso l'alto, freccia verso il basso, freccia verso destra, freccia verso sinistra, barra spaziatrice e click del mouse. Il lungo rettangolo posto sotto ai tasti viene invece collegato al cavo Earth. In questo modo, quando si collega la scheda al pc, tenendo una mano sul rettangolo in basso e l'altra su un qualsiasi tasto del pianoforte, il circuito si chiude e al computer arriva il comando corrispondente.



Figura 27: Il pianoforte completo e collegato alla scheda Makey Makey.

Naturalmente per far sì che questi comandi producessero il suono delle diverse note musicali è stato necessario creare un progetto sul sito Scratch, in cui al click di un determinato tasto partisse il suono di una nota del piano. La progettazione è stata

abbastanza semplice, soprattutto perché il codice si ripete, con qualche piccola variazione, per ogni tasto del pianoforte.

Per ogni sprite, ovvero per ogni rettangolo bianco che rappresenta il tasto del pianoforte, è stato inserito il blocco arancione (dal gruppo “Situazioni”) “Quando si preme il tasto x”. Questo blocco permette di far compiere una determinata azione allo sprite dopo aver premuto quel preciso pulsante della tastiera. A questo si fa seguire poi il blocco verde “Suona la nota x per y battute”. Così, ad esempio, premendo il tasto “freccia su” lo sprite suona la nota DO per 0.5 battute.

Per rendere il gioco più coinvolgente e interattivo è stato inserito un ulteriore blocco (il blocco viola “Passa allo sfondo x”) che permette, dopo aver premuto un certo tasto, di cambiare anche il colore dello sfondo.

Infine sono stati inseriti altri blocchi per evidenziare il tasto del pianoforte virtuale quando viene cliccato. Per ottenere questo effetto è stato necessario inserire due costumi diversi per gli sprite: uno bianco (quando il tasto non viene cliccato) e uno azzurro (quando il tasto viene cliccato). Quindi al codice sono stati aggiunti i due blocchi “passa al costume Y” e dopo qualche secondo, “passa al costume X” di partenza.

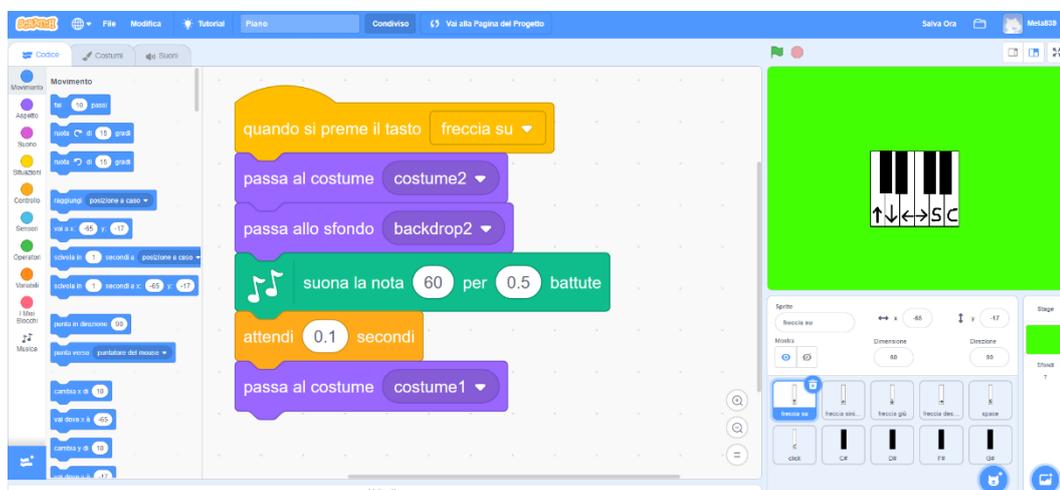


Figura 28: Il codice Scratch utilizzato per la programmazione del piano.

Ritornando alle attività del laboratorio scientifico, l’incontro che ha prodotto più riflessioni sul funzionamento dei circuiti elettrici è stato sicuramente quello tenuto con i ragazzi della scuola secondaria di primo grado.

Durante questo incontro il tappeto con il piano è stato posizionato su un grande tavolo e l’app di Scratch è stata proiettata in maxi schermo sul muro.

In un primo momento, dopo aver spiegato loro dove posizionare le mani, i ragazzi hanno provato lo strumento liberamente, improvvisando melodie e brani musicali. È stato molto interessante osservare che i primi a suonare non si sono accorti del cambio di colori sullo sfondo, ma sono stati i compagni dietro a farglielo notare. Questo accade perché chi suona, solitamente, è attento solo ai tasti e ai suoni prodotti e non si aspetta che possa succedere altro.

Dopo questo primo utilizzo libero dello strumento, abbiamo proposto ai ragazzi dei giochi di attenzione e di memoria, chiedendo loro se ricordassero quale nota producesse un determinato colore. Durante il gioco non solo chi stava usando il piano, ma anche chi era dietro, era coinvolto ed interveniva per aiutare i compagni. Successivamente abbiamo provato a suonare una sequenza di tasti e abbiamo chiesto ai ragazzi di ripeterla. Anche in questo caso l'attività ha coinvolto l'intero gruppo che suggeriva la sequenza di tasti da pigiare.

Dopo diverse esperienze individuali, abbiamo proposto ai ragazzi di suonare lo strumento in gruppi da due o più persone. Abbiamo quindi chiesto a due ragazze di tenersi la mano e utilizzare la mano libera per suonare. Affinché il suono partisse era necessario che una delle due tenesse la mano libera ferma sul rettangolo in basso (che corrisponde al cavo Earth) e l'altra premesse i diversi tasti del piano. Abbiamo poi costruito catene di più persone e mostrato come, quando due persone si staccano, il suono non parte.



Figura 29: I ragazzi battono la mano per chiudere il circuito e far partire il suono.



Figura 30: I ragazzi suonano il piano insieme tenendosi per mano.

A questo punto abbiamo iniziato una discussione guidata circa il funzionamento dello strumento, che ci ha portato a capire insieme il meccanismo che si “nasconde” dietro il gioco. Aiutandoci anche con delle diapositive in cui erano rappresentati schemi di circuiti aperti e chiusi, siamo giunti alla conclusione che il nostro corpo è capace di chiudere il circuito perché è un buon conduttore di elettricità, così come l’alluminio di cui sono composti i tasti del piano. Provando a suonare i tasti neri, invece, hanno potuto notare che il suono non parte, poiché la gomma di cui sono composti non conduce elettricità. Da questo siamo quindi passati a fare una sorta di classificazione tra materiali isolanti e conduttori, provando anche ad inserire tra le catene umane alcuni oggetti di diverso materiale (come cannucce di plastica, oggetti in legno o in metallo) per provare le nostre ipotesi.

Come accennato all’inizio, l’esperienza con il piano interattivo è stata svolta anche con bambini più piccoli, calibrando le esperienze da proporre al loro livello di maturazione.

Con i bambini delle prime classi di primaria abbiamo focalizzato l’attenzione sugli stimoli uditivi e visivi, organizzando semplici giochi cognitivi per la memoria e l’attenzione.

Durante la prima fase di “esplorazione” dello strumento, abbiamo spiegato ai bambini come posizionare correttamente le mani, lasciandoli però liberi di sperimentare e creare melodie. Questo momento, che può sembrare a primo impatto privo di finalità didattiche, rappresenta invece un utile esercizio di coordinazione motoria. Infatti, affinché il suono parta, è necessario tenere una mano sempre ferma

sul tasto Earth e utilizzare l'altra per cliccare i vari tasti del piano in modo da chiudere i circuiti. L'errore più comune riguardava proprio questo aspetto: molto spesso i bambini dimenticavano di tenere una delle due mani sul rettangolo in basso e di conseguenza il suono non partiva. Questa prima attività è stata accolta con molto entusiasmo dai partecipanti, anche se (come accade con qualsiasi attività) c'era qualcuno che si metteva più in gioco di altri, provando a suonare pur non conoscendo nessuna melodia, mentre altri suonavano per un po' e poi lasciavano. Il momento più coinvolgente e divertente è stato sicuramente quello in cui abbiamo proposto i giochi cognitivi. Abbiamo quindi chiesto ai bambini, approfittando del fatto che il colore dello sfondo cambiasse ad ogni nota, di riprodurre un determinato colore (o sequenza di colori) pigiando sul tasto corrispondente. I bambini si sono impegnati molto in questo gioco e hanno dimostrato grande attenzione e coinvolgimento anche quando giocavano i compagni, in modo da memorizzare bene i colori in vista del proprio turno.



Figura 31: Il bambino osserva il cambiamento di colore sullo sfondo dell'app.

Successivamente, per rendere il gioco più interessante, abbiamo proposto ai bambini di suonare lo strumento in gruppi formati da più persone. In questo modo hanno potuto osservare che quando un membro del gruppo lasciava la mano del compagno il suono non partiva.



Figura 32: Le bambine suonano il piano tenendosi per mano.

Abbiamo poi provato ad aggiungere a queste “catene umane” oggetti di diverso materiale e ad osservare ed analizzare le conseguenze. Questo ci ha permesso di fare una semplice distinzione tra materiali che conducono l’elettricità e materiali isolanti.



Figura 33: I bambini aggiungono alla catena un oggetto di legno (il legno non permette il passaggio della corrente e di conseguenza il suono non parte).

Come accennato all'inizio, quindi, le attività proposte durante il laboratorio sono state calibrate in funzione dell'età dei bambini a cui sono state rivolte. Un aspetto rilevante di questo strumento, infatti, è proprio la sua trasversalità. Il suo utilizzo con i bambini delle prime classi di scuola primaria può essere molto utile per allenare la coordinazione motoria, la memoria visiva e sonora e per introdurre una prima classificazione dei materiali in buoni e cattivi conduttori di elettricità. Con i bambini delle ultime classi di scuola primaria, invece, si può passare all'introduzione dei circuiti elettrici semplici e alla programmazione con Scratch. Infine, con i ragazzi della secondaria, si può scendere ancora più nel dettaglio, analizzando il funzionamento della scheda Makey Makey e provando a costruire nuovi giochi a cui collegarla.

3.5 Le ombre al Sole e le trasformazioni affini

Le attività didattiche riguardanti la formazione delle ombre al Sole sono state realizzate il giorno 22 giugno 2021 con la classe III D dell'Istituto Comprensivo "83° Porchiano-Bordiga" e con i bambini del centro territoriale "Bambù". Naturalmente, per permettere ai bambini di osservare e analizzare le ombre alla luce del Sole, le attività sono state svolte quasi interamente nel cortile del plesso.

Durante la prima fase dell'incontro abbiamo messo a disposizione dei bambini diversi materiali: gessetti bianchi, bacchette di legno, birilli, hula hoop e metri pieghevoli. Come prima cosa abbiamo chiesto loro di dividersi in vari gruppi da due persone ciascuno e di disegnare con il gessetto l'ombra dei diversi oggetti seguendo le nostre indicazioni.

La prima ombra che abbiamo chiesto di disegnare è stata quella dei birilli. Per disegnarla nel modo corretto i bambini dovevano poggiare il birillo in piedi sul pavimento e tracciare con il gessetto l'intero perimetro dell'ombra che si proiettava. Inoltre, abbiamo chiesto di segnare, accanto al disegno, anche l'ora precisa in cui l'ombra era stata disegnata. In questo modo i bambini, ripetendo l'esperienza diverse volte nel corso della giornata, avrebbero potuto osservare il cambiamento dell'ombra dovuto al moto apparente del Sole. Le ombre prodotte dagli oggetti esposti alla luce del Sole, infatti, cambiano posizione e dimensione, accorciandosi nel corso della mattinata e allungandosi durante il pomeriggio fino al tramonto.



Figura 34 e Figura 35: I bambini tracciano il perimetro dell'ombra prodotta dai birilli.

Successivamente abbiamo proposto ai bambini di disegnare l'ombra di due bacchette di legno. Naturalmente le bacchette non dovevano essere disposte a caso, ma abbiamo chiesto loro di posizzarle sul pavimento, ben dritte e una di fianco all'altra, in modo che fossero parallele tra loro. Dopo aver tracciato i due segmenti i bambini hanno potuto notare che anche le ombre erano parallele e la loro orientazione era la stessa dei raggi del Sole.



Figura 36 e Figura 37: I bambini tracciano l'ombra delle due bacchette di legno poste parallelamente tra loro.

A questo punto abbiamo cercato di accompagnare i bambini ad esplorare questo tipo di trasformazione (le trasformazioni affini), utilizzando dei metri pieghevoli in modo da creare delle semplici figure piane. Abbiamo allora provato ad osservare l'ombra prodotta da un quadrato e abbiamo notato che sia la forma che la grandezza cambiavano in base a come orientavamo la figura rispetto alla direzione dei raggi

solari. C'era qualcosa che però si manteneva sempre uguale, che era *invariante* rispetto a questa trasformazione: il parallelismo, cioè a segmenti paralleli corrispondevano sempre segmenti paralleli. Infatti l'ombra di una figura quadrata corrisponde sempre ad un elemento dell'insieme dei parallelogrammi: un rettangolo, un rombo, un parallelogramma o, in casi particolari, lo stesso quadrato. Una trasformazione come questa, che conserva il parallelismo, si chiama affinità.



Figura 38: I bambini esplorano l'ombra di un quadrato realizzato con un metro pieghevole.

Le proprietà fondamentali di questa trasformazione sono:

- *a rette corrispondono rette*, cioè la trasformazione è lineare (nell'ombra del quadrato, ad esempio, i lati non appaiono "incurvati" ma restano rettilinei);
- *a rette parallele corrispondono rette parallele*;
- *è costante il rapporto fra segmenti situati su una stessa retta e i loro corrispondenti*;
- *è costante il rapporto fra aree di figure corrispondenti*²³.

L'ultima esperienza riguardante le trasformazioni affini è stata effettuata con l'utilizzo di un oggetto circolare: un hula-hoop. In questo caso abbiamo chiesto ai bambini di posizionare l'hula hoop in modo da riprodurre e tracciare sul pavimento un'ombra la cui forma fosse vicina a quella di una circonferenza. Mantenendo

²³ EMMA CASTELNUOVO, *La Matematica: La geometria*, Firenze, La Nuova Italia, 1979.

l'hula hoop alla stessa distanza abbiamo poi osservato come, variando solo l'orientazione dell'oggetto rispetto al Sole, l'ombra si stringesse fino a diventare un segmento. Abbiamo, infine, dato un nome a quella curva che si otteneva: ellisse.



Figura 39: Il bambino traccia il profilo di due differenti ombre che vengono proiettate dall'hula hoop.

L'ombra che si ottiene da una circonferenza, infatti, è in generale un'ellisse, di forma più o meno schiacciata a seconda di come orientiamo l'hula-hoop rispetto ai raggi del Sole. Tra queste diverse forme sono comprese sia la stessa circonferenza (la quale può essere considerata come un caso speciale di ellisse con schiacciamento pari a zero) sia il segmento (l'ellisse quando ha schiacciatura massima degenera in un segmento).

L'ultima esperienza svolta in cortile ha riguardato la misurazione di ombre proiettate dal corpo umano. Innanzitutto è stato chiesto ai bambini di segnare sul pavimento i due estremi dell'ombra del compagno, in modo da permettergli poi di misurarla. L'unità di misura da utilizzare non è stata il metro, ma un'unità meno convenzionale: il proprio piede. Quindi, partendo da uno dei due estremi della propria ombra, i bambini dovevano contare il numero di passi necessari per percorrerla interamente, facendo naturalmente attenzione a porre bene i piedi uno avanti all'altro.



Figura 40 e Figura 41 : Le bambine segnano gli estremi dell'ombra delle compagne.

Dopo una serie di misurazioni, anche di bambini dalla statura abbastanza diversa, abbiamo notato che il numero di piedi contenuto in ogni ombra era sempre lo stesso: 8 piedi. I bambini hanno allora pensato che questo numero si ripetesse perché le loro altezze erano abbastanza simili e che sarebbe cambiato nel caso di una persona molto più alta. Abbiamo allora proposto di misurare l'ombra di un adulto, ovvero la loro maestra: anche in questo caso però il numero totale dei piedi contenuti

nell'ombra si ripeteva. Questo accade perché, in genere, la lunghezza del piede è proporzionale all'altezza della persona stessa. L'esperimento, infatti, non sarebbe andato a buon fine se la misurazione dell'ombra fosse stata fatta utilizzando un piede qualsiasi, e non quello del "proprietario" dell'ombra.



Figura 42: La maestra misura la lunghezza della sua ombra utilizzando il suo piede come unità di misura.



Figura 43: La misura espressa in piedi dell'ombra di una bambina (Morena) e dell'ombra della maestra.

Al termine delle esperienze svolte all'aperto, siamo tornati nell'arena, dove abbiamo intrapreso un'interessante discussione riguardante i fenomeni osservati.



Figura 44: Momento di discussione e confronto sulle esperienze fatte e sui fenomeni osservati.

Molti bambini hanno dimostrato di aver colto le differenze e le similitudini tra le forme degli oggetti e le rispettive ombre, individuando quindi le proprietà fondamentali delle trasformazioni affini. Ciò è stato dimostrato anche dai numerosi esempi, che possiamo osservare nella vita quotidiana, citati dai bambini. Alcuni hanno notato anche il parallelismo mantenuto da alcune ombre che non avevamo preso in esame (come quelle proiettate da alcune recinzioni presenti nel plesso) dimostrando di aver compreso a pieno i concetti chiave che volevamo trasmettere.

3.6 Specchi concavi e convessi

Le attività con gli specchi concavi e convessi sono state realizzate il giorno 22 giugno 2021 con un gruppo di bambini del centro territoriale “Bambù”.

In realtà gli specchi utilizzati sono specchi in plexiglass deformabili che, a seconda delle esigenze, sono stati piegati verso l’interno per simulare uno specchio concavo, o verso l’esterno per simulare uno specchio convesso.

In un primo momento ai bambini è stato chiesto semplicemente di posizionarsi davanti allo specchio e di osservare bene quello che succedeva alle loro immagini riflesse.



Figura 45: I bambini osservano le loro immagini deformate a causa dello specchio leggermente incurvato.

Utilizzando lo specchio deformabile siamo riusciti ad ottenere diversi effetti ottici. Quando lo specchio era posizionato in orizzontale e veniva piegato verso l'interno (ottenendo di conseguenza uno specchio concavo) le immagini dei bambini si assottigliavano. Nel caso opposto, quando lo specchio veniva piegato verso l'esterno (ottenendo uno specchio convesso) le immagini dei bambini si allargavano.



Figura 46: Il volto del bambino appare più largo a causa dell'incurvatura dello specchio.

Abbiamo provato anche ad utilizzare lo specchio in verticale: in questo caso le immagini riflesse si allungavano o accorciavano in base alla deformazione che veniva data allo specchio.



Figura 47: Il corpo dei bambini appare più lungo a causa dell'incurvatura dello specchio.

Le immagini che si ottenevano erano molto buffe e hanno divertito tantissimo i bambini, i quali spesso chiedevano di essere fotografati per immortalare il momento.

A questo punto, dopo aver fatto osservare bene le posizioni che assumeva lo specchio e le relative deformazioni che si verificavano, abbiamo rievocato alcuni esempi di specchi concavi e convessi che i bambini avevano potuto incontrare nella loro esperienza quotidiana. Il più classico ma efficace esempio è stato sicuramente quello del cucchiaio di metallo. Quando ci specchiamo in un cucchiaio ben lucido, infatti, la nostra immagine riflessa appare deformata, sia se ci guardiamo nella parte interna, quella concava, sia se ci specchiamo nella parte esterna, quella convessa. Più precisamente, nella parte convessa l'immagine riflessa si deforma ma resta dritta, come accade con gli specchietti retrovisori esterni delle auto o con gli specchi tondi grandi posti in prossimità di incroci pericolosi. In queste situazioni sono utilizzati essenzialmente per motivi pratici: il loro comportamento ottico, infatti, consente di vedere riflessa una porzione di spazio molto più ampia di quella che rimanderebbe uno specchio piano.

Nella parte concava del cucchiaio l'immagine appare invece capovolta. Tale deformazione dipende essenzialmente dal fuoco, cioè il punto in cui i raggi di luce riflessi da uno specchio convergono, e dalla distanza tra lo specchio e l'oggetto riflesso. Se ci troviamo a una distanza maggiore del fuoco, che è dalla stessa parte dell'osservatore, l'immagine si capovolge. Se, invece, la distanza è inferiore rispetto al fuoco, l'immagine appare ingrandita ma dritta.



Figura 48: Immagine riflessa su due parti opposte di un cucchiaio.

Dopo queste esperienze con lo specchio deformabile abbiamo presentato ai bambini un mirascopio, un oggetto molto particolare grazie al quale è possibile produrre un piccolo miraggio. Si tratta di una sorta di scatola costituita da due specchi parabolici affacciati l'uno all'altro, uno dei quali (quello superiore concavo) bucatato al centro. Grazie a queste sue caratteristiche strutturali, il mirascopio è in grado di riprodurre al suo esterno (precisamente in corrispondenza del foro) l'ologramma di un oggetto posto al suo interno. Abbiamo allora inserito all'interno del mirascopio un piccolo maialino di plastica e abbiamo fatto osservare l'illusione ai bambini. Naturalmente i bambini credevano che il maialino fosse fuori dalla scatola e hanno, di conseguenza, provato a toccarlo ed afferrarlo, restando però a mani vuote.



Figura 49: Mirascopio

A questo punto abbiamo aperto la scatola e mostrato ai bambini che essa è costituita da due specchi parabolici uguali e sovrapposti, ciascuno dei quali ha il fuoco più o meno nel vertice dell'altro. Per compiere la “magia”, e far fluttuare il maialino sul

foro della scatola, bisogna posizionarlo sul fondo dello specchio inferiore. In questo modo quando si guarda attraverso il foro, o si illumina con una torcia, il raggio luminoso compie due riflessioni prima di colpire il maiolino, e quindi ne forma un'immagine reale del tutto simile all'originale.

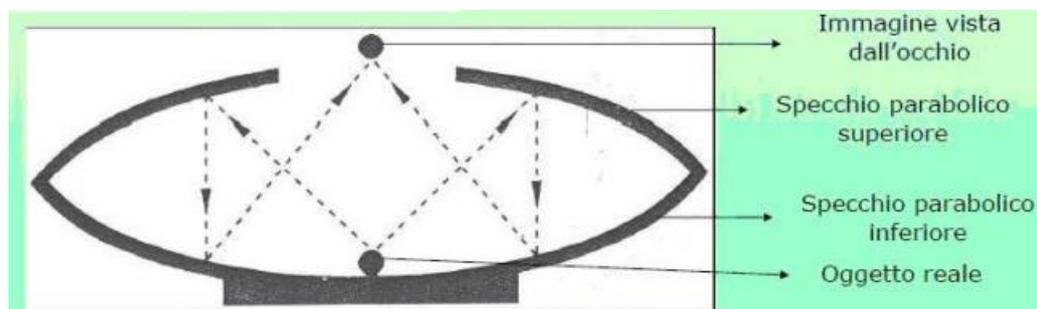


Figura 50: Struttura e funzionamento del mirascopio.

3.7 Le ombre colorate e la sintesi additiva

L'attività con le ombre colorate, presentata ai visitatori già dal giorno dell'inaugurazione del plesso, è stata proposta in varie occasioni, a diverse classi dell'Istituto Comprensivo e ai bambini e ai ragazzi del centro territoriale "Bambù". L'attività è stata svolta in una piccola aula della scuola, priva di finestre, grazie alla quale siamo riusciti a creare un ambiente molto buio, perfetto per far osservare bene ai partecipanti le luci e le ombre che si creavano nei diversi momenti.

All'interno dell'aula è stato allestito un grande pannello bianco, e frontalmente ad esso è stato disposto un banchetto, con sopra tre grandi fari led. Ogni faro è stato coperto con un filtro colorato di colore diverso, in modo da produrre fasci di luce monocromatica rispettivamente di colore blu, rosso e verde.

Come specificato all'inizio, l'esperienza con le ombre colorate è stata proposta a studenti di diverse classi, dalla scuola primaria alla scuola secondaria di primo grado. Nonostante qualche piccola differenza adottata in riferimento all'età dei partecipanti, le fasi dell'attività e gli stimoli che abbiamo fornito sono stati simili per i diversi gruppi. Di seguito, quindi, descriverò lo svolgimento delle attività come sono state progettate e attuate, inserendo riferimenti alle risposte ottenute dai partecipanti nelle diverse occasioni.

La prima parte delle attività è iniziata con l'esplorazione (più o meno libera) del fenomeno. I bambini e i ragazzi, durante questa fase, hanno avuto la possibilità di

muoversi avanti ai tre fasci di luce colorata e osservare le ombre che venivano proiettate sullo schermo dal proprio corpo e da quello dei compagni.

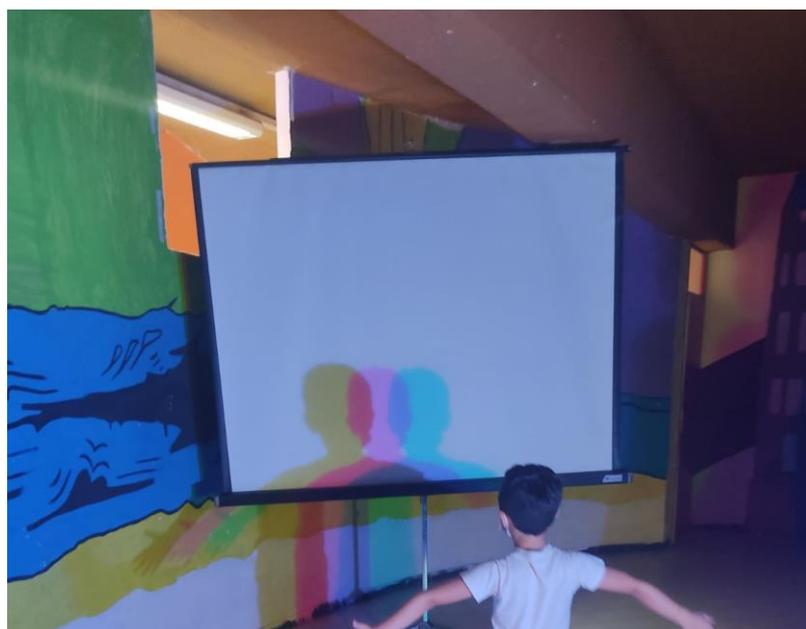


Figura 51 e Figura 52: I bambini producono le loro ombre colorate.

Dopo questo primo momento di esplorazione libera, abbiamo proposto ai bambini di osservare l'ombra che alcuni oggetti riproducevano sul pannello, utilizzando un'unica sorgente di luce di colore bianco.

Questo ci ha permesso di affrontare diversi aspetti riguardanti la formazione delle ombre e le trasformazioni proiettive.

Utilizzando oggetti di diversa forma abbiamo osservato insieme che, a differenza di quello che accade con la luce del Sole, quando un oggetto viene colpito dalla luce prodotta da una sorgente artificiale non mantiene invariate alcune caratteristiche. Ciò avviene perché il Sole è talmente lontano che i raggi che arrivano sulla Terra risultano paralleli, e determinano di conseguenza delle trasformazioni affini.

Nel caso di sorgenti artificiali, i raggi luminosi non sono paralleli e otteniamo, quindi, delle trasformazioni proiettive.

Le trasformazioni proiettive, infatti, sono trasformazioni lineari (*a rette corrispondono rette*), in cui però non resta invariato il parallelismo (*a rette parallele non corrispondono rette parallele*)²⁴.

Successivamente abbiamo suggerito ai partecipanti di osservare, oltre alla variazione della forma, anche la variazione delle dimensioni dell'ombra quando un oggetto veniva avvicinato o allontanato dalla sorgente di luce. In questo modo abbiamo potuto notare che l'ombra era più grande se avvicinavamo l'oggetto alla sorgente luminosa, e si rimpiccioliva man mano che lo allontanavamo da essa.

Al termine di queste semplici esperienze, abbiamo utilizzato nuovamente le luci colorate, provando però ad accenderle singolarmente. Prima di osservare i risultati che si ottenevano, abbiamo chiesto ai bambini di prevedere quale sarebbe stato il colore dell'ombra proiettata sul pannello. Alcuni (forse influenzati dall'esperienza iniziale durante la quale avevano osservato ombre di diverso colore) hanno pensato che il colore dell'ombra sarebbe stato lo stesso di quello della luce che colpiva l'oggetto; altri, invece, sostenevano che il colore dell'ombra sarebbe stato sempre nero, anche se la luce che colpiva l'oggetto non era la classica luce bianca.

Abbiamo così provato ad accendere, una per volta, le 3 luci e ad osservare il colore delle ombre di corpi e oggetti con la luce blu, con la luce rossa e con la luce verde.

²⁴ EMMA CASTELNUOVO, *La Matematica: La geometria*, cit.

Naturalmente, come abbiamo potuto verificare concretamente, nel caso di un'unica luce, qualsiasi sia il suo colore, l'ombra che si ottiene è sempre nera, essendo l'ombra semplicemente assenza di luce.



Figura 53: Le ragazze producono due ombre di colore nero, interponendosi tra il pannello bianco e il fascio di luce di colore verde.

La situazione diventa più complessa quando si utilizzano più luci colorate. Per rendere l'esperienza più semplice e intuitiva, abbiamo deciso di non riaccendere subito tutte le tre luci, ma di proseguire per gradi, accendendo due luci per volta. Accendendo, ad esempio, la luce rossa e la luce verde, la sovrapposizione delle due luci dà il giallo, quindi il colore che apparirà sullo sfondo sarà il giallo. Le due ombre colorate che si ottengono, interponendo un corpo o un oggetto tra i due fasci di luce e il pannello bianco, saranno invece dello stesso colore delle luci proiettate. Questo avviene perché, in alcune zone del pannello, l'ostacolo blocca solo il passaggio dei raggi luminosi di colore rosso (dando vita ad una sezione d'ombra verde), mentre in altre blocca solo il passaggio dei raggi di colore verde (dando origine ad una sezione d'ombra rossa). Infine, nelle zone in cui vengono bloccati entrambi i fasci luminosi, si otterrà una sezione d'ombra di colore nero. Naturalmente, questo è dovuto al fatto che i diversi fari puntano con angoli diversi, creando di conseguenza diverse zone d'ombra e di luce.

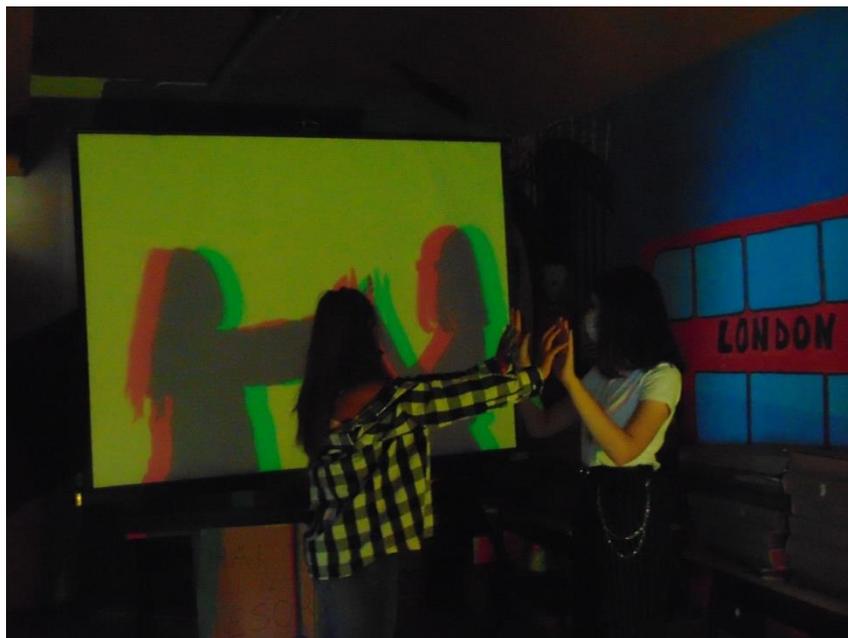


Figura 54: Le ragazze creano ombre colorate, grazie all'utilizzo dei fari verde e rosso.

Durante l'ultima fase dell'attività abbiamo riacceso i tre fari rispettivamente di colore rosso, verde e blu. Prima di ripetere l'esperienza iniziale, interponendo corpi e oggetti tra le luci e il pannello, abbiamo spiegato ai bambini che la scelta di avere proprio quelle tre luci colorate (una rossa, una verde ed una blu) non è casuale. Tale scelta si rifà ad un modello di colori di tipo additivo denominato RGB, acronimo di "Red" (rosso, inglese), "Green" (verde, in inglese) e "Blue" (blu, in inglese), indicati come colori primari della sintesi additiva.

La scelta di questo modello è collegata alla fisiologia dell'occhio umano che è più sensibile alla luce rossa, verde e blu. All'interno dell'occhio umano, infatti, sono presenti 3 diversi tipi di recettori o tipi di coni che sono deputati alla visione cromatica e che si eccitano in maniera diversa in base alla lunghezza d'onda delle radiazioni luminose.

Il primo tipo di recettore fornisce una sensazione di blu/violetto quando viene stimolato, ed è sensibile a tutte le diverse lunghezze d'onda, ma questa percezione si accentua nel caso di radiazioni con lunghezza d'onda corta. La stessa cosa vale per il secondo recettore, che fornisce la percezione del verde, il quale è sensibile a tutte le lunghezze d'onda ma in maniera particolare alle lunghezze d'onda media. Infine abbiamo il terzo recettore che fornisce la percezione del rosso e che è maggiormente sensibile alle radiazioni con lunghezza d'onda lunga.

Quindi ogni singola lunghezza d'onda corrisponde ad un colore, e questo colore che viene percepito dipende dal combinarsi dei tre gradi di eccitazione dei recettori dell'occhio.

Dopo aver chiarito questo aspetto (utilizzando un linguaggio naturalmente adatto al grado di maturità dei diversi partecipanti), abbiamo chiesto ai bambini di prevedere il numero e il colore delle ombre che si sarebbero proiettate interponendo il proprio corpo tra la luce dei fari e il pannello bianco. Tutti erano d'accordo sul fatto che le ombre proiettate sarebbero state 3, come il numero dei fari accesi. Il dibattito ha riguardato soprattutto il colore che queste ombre avrebbero assunto: secondo alcuni sarebbero comparse ombre dello stesso colore dei fari accesi, quindi rosse, verdi e blu; altri, invece, hanno ricordato ai compagni che durante le precedenti esperienze erano comparse anche ombre di altri colori, che hanno indicato come azzurro, giallo e rosa.

A questo punto abbiamo collocato un ostacolo in una precisa posizione davanti ai fasci di luce colorati, in modo da "produrre" sullo schermo tre ombre colorate ben distinte (durante la prima fase di esplorazione libera, infatti, le ombre spesso si "mescolavano" tra loro e non permettevano di riconoscere in maniera netta i 3 colori secondari della sintesi additiva).

I bambini hanno così potuto osservare che i colori delle ombre dell'oggetto, interposto tra i fari e il pannello, erano diversi da quelli delle luci monocromatiche emesse dai fari, e corrispondevano proprio ai 3 colori che avevano incontrato durante le esperienze svolte in precedenza (giallo, ciano e magenta).

Ogni ombra, infatti, è ottenuta dalla sovrapposizione di due luci:

- l'ombra gialla si ottiene schermato la luce blu e quindi dalla sovrapposizione della luce rossa con la luce verde;
- l'ombra magenta si ottiene sovrapponendo la luce rossa con la luce blu, schermato quindi la verde;
- l'ombra ciano si ottiene mescolando la luce verde con la luce blu, schermato quindi la rossa.

Nell'osservare le ombre colorate proiettate sullo schermo, abbiamo fatto notare ai bambini anche la presenza di ombre di colore rosso, verde, blu e nero. La presenza

di queste ombre era dovuta al fatto che ci fossero zone dell'ombra in cui i fasci di luce, provenienti dai 3 fari colorati, non si sovrapponevano.

Quando lo spazio tra le luci e il pannello era libero dagli ostacoli, invece, abbiamo fatto notare ai bambini che, nella zona in cui le 3 luci si sovrapponevano, appariva sullo schermo una porzione di luce di colore bianco.

Queste diverse osservazioni ci hanno portato a discutere circa il fenomeno della sintesi additiva delle luci, permettendoci di cogliere le differenze con la sintesi sottrattiva, la quale avviene, ad esempio, quando si mescolano le tempere. Infatti, quando mescoliamo una tempera di colore giallo con una tempera di colore blu otteniamo il colore verde. La sovrapposizione delle luci colorate porta, invece, a risultati diversi: mescolando la luce gialla con la luce blu si ottiene una luce bianca, e non verde.

Come abbiamo potuto osservare durante le esperienze, i colori primari della sintesi additiva sono rosso, verde e blu, mentre i colori secondari (ovvero quelli se si ottengono dall'unione dei primari) sono giallo, ciano e magenta.

La sintesi sottrattiva funziona esattamente al contrario: i colori primari sono giallo, ciano e magenta, mentre i colori secondari sono rosso, verde e blu.

È importante, infine, notare che la sovrapposizione dei 3 colori primari nella sintesi additiva (rosso, verde e blu) dà come risultato la luce bianca, mentre nella sintesi sottrattiva la sovrapposizione dei 3 colori primari (ciano, giallo e magenta) dà come risultato il colore nero. Ciò avviene perché il colore bianco rappresenta la somma di tutti i colori dello spettro elettromagnetico. Al contrario il nero rappresenta l'assenza totale di luce.



Figura 55: Schema di confronto tra sintesi additiva e sintesi sottrattiva.

BIBLIOGRAFIA

Philip Bell, Bruce Lewenstein, Andrew W. Shouse, and Michael A. Feder, Editors, Committee on Learning Science in Informal Environments, National Research Council, *Learning Science in Informal Environments. People, Places and Pursuits.*, Washington D.C, The National Academies Press, 2009.

CEDEFOP – Centro per lo sviluppo della formazione professionale, *Linee guida europee per la convalida dell'apprendimento non formale e informale*, Lussemburgo, 2009.

Cosimo Laneve, *Manuale di Didattica. Il sapere sull'insegnamento*, Brescia, Editrice La Scuola, 2011.

Emma Castelnuovo, *La Matematica: La geometria*, Firenze, La Nuova Italia, 1979.

Franco Cambi, *Universo del corpo*, Roma, Istituto dell'Enciclopedia italiana-Treccani, 1999.

L.B. Resnick, *Imparare dentro e fuori la scuola*, in C. Pontecorvo – A.M. Ajello – C. Zucchermaglio (a cura di), *I contesti sociali dell'apprendimento*, Milano, LED Edizioni Universitarie, 2000.

Miur – Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, *Indicazioni Nazionali e nuovi scenari*, Roma, 2018.

Miur – Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, *Indicazioni Nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo*, Roma, 2012.

PTOF, Piano Triennale dell'Offerta Formativa dell'Istituto Comprensivo 83° Porchiano-Bordiga, 2019/20- 2021/22.

SITOGRAFIA

<http://www.les.unina.it/>

<https://www.miur.gov.it/tematiche-e-servizi/istruzione-degli-adulti/apprendimento-permanente#:~:text=L'apprendimento%20permanente%20consiste%20in,28.06.2012%2C%20articolo%204%2C>

<https://www.miur.gov.it/istruzione-per-gli-adulti-centri-provinciali-per-l-istruzione-degli-adulti>

https://www.ilmattino.it/napoli/citta/napoli_scuola_di_ponticelli_disuso_spazi_co_working_formazione-5943075.html

<http://associazionesvt.blogspot.com/>

<https://www.libera.it/>

<https://makeymakey.com/>

<https://scratch.mit.edu/>