



Erasmus+

AGENZIA
NAZIONALE
INDIRE

PRINTSTEM

Pedagogical Resources IN Teaching Science, Technology, Engineering, Mathematics

SPERIMENTAZIONI DIDATTICHE GUIDATE DAI DOCENTI PER LO SVILUPPO DI COMPETENZE DI LITERACY MATEMATICA

Intellectual Output N. 4

Rilascio della versione finale validata: febbraio 2016

CONDIZIONI DI LICENZA PER IL RISUO:



(The project is funded by ERASMUS+ Programme through INDIRE Italian National Agency. The content of this material does not reflect the official opinion of the European Union, the European Commission and National Agencies. Responsibility for the information and views expressed in this material lies entirely with the author(s). Project reference N. 2014-1-IT02-KA201-004204)

INDICE

BREVE PANORAMICA DEL PROGETTO PRINT STEM	Pag. 2
Capitolo 1. Programma didattico di tipo Teacher-led per lo sviluppo di competenze di literacy matematica mediante uso della tecnologia di stampa 3D - Linee guide per i docenti scolastici	Pag. 4
1.1 INTRODUZIONE	
1.2 METODO DI VALIDAZIONE DEL PROGRAMMA DIDATTICO	
1.3 CONDIZIONI DI LICENZA PER IL RIUSO DEL PROGRAMMA DIDATTICO	
1.4 PROTOCOLLO VALIDATO DEL PROGRAMMA DIDATTICO FINALIZZATO ALLA CONDUZIONI DI SPERIMENTAZIONI TEACHER-LED CON UTILIZZO DELLA STAMPANTE 3D, AI FINI DI SVILUPPO DI COMPETENZE DI LIETRACY MATEMATICA DEGLI STUDENTI	
Capitolo 2. Sperimentazioni didattiche condotte dale 5 Scuole Secondarie Superiori coinvolte: Learning objectives - Oggetti stampati - Lezioni apprese - Raccomandazioni	Pag. 26
2.1 INTERPRETAZIONE GEOMETRICA DELLA FORMULA PITAGORICA	Pag. 26
2.2 PICCOLO RAZZO FUNZIONANTE E LANCIATO	Pag. 45
2.3 SITI STORICI DELLA CITTÀ DI ADANA	Pag. 52
2.4 SOLIDI GEOMETRICI DI GRANDEZZE PROGRESSIVAMENTE DIMEZZATE	Pag. 64
2.5 TRISETTORE MECCANICO DI ANGOLI	Pag. 75
2.6 SPIRALE AUREA	Pag. 87
2.7 INGRANAGGIO	Pag. 96
2.8 SOLIDI SU PIANO INCLINATO	Pag. 104

BREVE PANORAMICA DEL PROGETTO PRINT STEM

Tra le cause di precoce abbandono della scuola secondaria superiore da parte di studenti con un basso livello di competenze di base, vi è il fallimento nel processo di apprendimento delle competenze di alfabetizzazione matematica e scientifica e, più in generale, dei linguaggi formali e codificati. In coerenza con il "Quadro strategico per la cooperazione europea nel settore dell'istruzione e della formazione (ET 2020) - Conclusioni del Consiglio", l'obiettivo è quello di ridurre la quota di studenti europei quindicenni con abilità insufficienti in matematica e scienze a meno del 15% entro il 2020. Nel 2009 in Europa la quota di studenti con abilità insufficienti nelle materie attinenti alla scienza, secondo gli standard PISA, era del 17% sul totale degli studenti; la percentuale che non ha raggiunto un voto sufficiente in matematica era pari al 21% sul totale degli studenti.

La matematica in particolare, ma anche le altre materie scientifiche, sono spesso percepite dagli studenti come qualcosa di astratto, non correlato alle loro esperienze e percezioni quotidiane. Questo scollamento porta alla mancanza di interesse nei confronti di tali discipline e al progressivo abbandono da parte di soggetti che rappresentano una risorsa importante nel mercato del lavoro europeo, che è un mercato che offre molte possibilità di lavoro per persone in possesso di tali competenze. Per questo motivo, è fondamentale per sviluppare nuovi metodi di insegnamento in grado di promuovere l'interesse e la motivazione verso le discipline matematiche e scientifiche. Le stampanti 3D rappresentano una nuova frontiera di sperimentazione didattica: la possibilità di realizzare modelli tridimensionali di oggetti concepiti dagli studenti o di concetti o oggetti matematici o scientifici, apre nuove opportunità per motivare e aumentare l'interesse degli studenti nei confronti di queste discipline.

Il progetto **PRINT STEM** intende sviluppare programmi e relativi strumenti per un utilizzo replicabile di stampanti 3D, anche attraverso il trasferimento e l'adattamento di buone pratiche dei paesi partner che hanno già testato la loro efficacia nei rispettivi sistemi di istruzione / formazione. Per quanto riguarda le difficoltà di apprendimento rilevate a livello di astrazione e di osservazione riflessiva, la tecnologia aiuterà a superarle, rendendo possibile concentrarsi principalmente sulla sperimentazione attiva e il contatto concreto con forme e oggetti che implicano una più approfondita conoscenza dei linguaggi formali.

Risultati attesi di PRINT STEM:

- 1) analisi-studio della potenziale applicativa della tecnologia di stampa 3D alla didattica sperimentale della matematica e della scienza, affrontando i principali problemi dei ragazzi con difficoltà di apprendimento, in termini di mancanza di attenzione e di basso livello di coinvolgimento (Intellectual Output 1);
- 2) linee guida per la costituzione di un team interdisciplinare di docenti per una didattica sperimentale che impieghi le stampanti 3D. In questo modo i docenti saranno guidati verso nuovi approcci didattici e saranno invitati a progettare diverse possibili applicazioni della tecnologia della stampa tridimensionale nell'insegnamento delle proprie materie (Intellectual Output 2);

- 3) realizzazione di 5 programmi di Project Work extracurricolare (apprendimento autonomo e sperimentazione di tipo pupil-led) e accessibili come OER (Open Educational Resource - Risorsa Educativa Aperta) nel campo della progettazione e della tecnologia ingegneristica di produzione, per scoprire il fascino del “fare” utilizzando un approccio interdisciplinare (Intellectual Output 3);
- 4) Realizzazione di 5 sperimentazioni finalizzate alla mediazione di concetti astratti nell’insegnamento della matematica (sperimentazione di tipo “teacher-led”), accessibili come OER (Open Educational Resource - Risorsa Educativa Aperta) (Intellectual Output 4);
- 5) Realizzazione di 5 sperimentazioni finalizzate alla mediazione di concetti astratti nell’insegnamento della fisica e delle scienze naturali (sperimentazione di tipo “teacher-led”), accessibili come OER (Open Educational Resource - Risorsa Educativa Aperta) (Intellectual Output 5).

Per ulteriori approfondimenti, per favore visitare la pagina <http://www.printstemproject.eu/>

Partner responsabile del presente Intellectual Output è la Scuola Sabanci Kiz Teknik ve Meslek Lisesi.

ELENCO DEI PARTNERS

PARTNER	PAESE
Coordinatore: Istituto d'Istruzione Secondaria Superiore "A.Berenini"	Italia
Cisita Parma Srl	Italia
Istituto Istruzione Superiore “C. E. Gadda”	Italia
Forma Futuro Scarl	Italia
Kirkby Stephen Grammar School	Gran Bretagna
Danmar Computers Malgorzata Miklosz	Polonia
Asociacion De Investigacion De La Industria Del Juguete, Conexas y Afines	Spagna
Sabanci Kiz Teknik ve Meslek Lisesi	Turchia
1epalchanion	Grecia
Evropská rozvojová agentura, s.r.o.	Repubblica Ceca

Capitolo 1. Programma didattico di tipo Teacher-led per lo sviluppo di competenze di literacy matematica mediante uso della tecnologia di stampa 3D – Linee guide per i docenti scolastici

1.1 INTRODUZIONE

Il presente Programma didattico consiste in una serie di istruzioni che descrivono l'approccio disciplinare e le linee guida con cui condurre sperimentazioni didattiche basate sulla logica disciplinare, mediante cui i docenti possono avvalersi, su loro iniziativa individuale o di piccolo gruppo, della tecnologia di stampa 3D per supportare l'apprendimento curricolare degli allievi (specie quelli con maggiore difficoltà di apprendimento dei linguaggi formali e codificabili riferibili alla matematica) verso il raggiungimento di obiettivi riferibili a idee chiave e/o a processi matematici e/o a contesti/situazioni di tipo scientifico,

Attraverso l'applicazione di dell'approccio metodologico qui proposto è possibile procedere ad una concettualizzazione astratta di formule matematiche e forme geometriche per favorire l'apprendimento attraverso l'esperienza concreta e attivare in sequenza le successive fasi di osservazione, di concettualizzazione astratta e, per finire, quella di sperimentazione attiva, che conclude il ciclo di apprendimento di un'esperienza con la tecnologia proposta di stampa 3D.

Il procedimento di seguito presentato è in linea con le raccomandazioni della COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI - Ripensare l'istruzione: investire nelle abilità in vista di migliori risultati socioeconomici", laddove si cita in particolare che "...resta ancora alta la domanda di abilità nell'area STEM (scienza, tecnologia, ingegneria e matematica) Anche le materie scientifiche sono importanti. Nei settori ad alta intensità di tecnologia e ricerca la domanda di manodopera qualificata è e resterà alta, con un impatto sulla domanda di abilità nell'area STEM. Occorre compiere maggiori sforzi per far emergere la natura prioritaria dell'area STEM nell'istruzione e rafforzare l'impegno a ogni livello. Anche se le sfide generali – quali la necessità di rendere queste discipline più attraenti".

1.2 METODO DI VALIDAZIONE DEL PROGRAMMA DIDATTICO

Il Programma didattico qui presentato è stato concepito per costituire una metodologia testata e validata che può significativamente aumentare il livello di attenzione e la capacità di apprendimento

delle regole matematiche e delle relative procedure. Il metodo usato influisce sul modo con cui gli studenti si avvicinano alla matematica, sulla loro motivazione, sulla capacità di apprendere divertendosi, migliorando sinificativamente la qualità dell'apprendimento. Secondo il documento "Mathematics Education in Europe: common Challenges an National Policy", una delle metodologie di insegnamento piu' usate, a livello europeo, è l'aproccio "problem-based learning, che consente di acquisire conoscenze e abilità, attraverso l'applicazione delle concettualità acquisite nella risoluzione di un problema assegnato, anche attraverso il confronto e l'apprendimento attivo stimolati dal lavorare a piccolo gruppo

Le competenze in matematica fanno riferimento alla capacità di ragionare "matematicamente", alla capacità di risolvere problemi matematici e di applicare il ragionamento matematico alle situazioni reali della vita.

L'approccio pedagogico ha combinato:

- 1) una chiara definizione degli obiettivi
- 2) la previsione di attività di supporto alla motivazione
- 3) lo stimolo del pensiero e del ragionamento come sfida personale e di gruppo
- 4) l'opportunità di articolare lo sviluppo delle acquisizioni (learning progression), attraverso un'esplorazione piu' o meno strutturata.

I partner di progetto, Scuole Secondarie Superiori e imprese di tipo business/technology oriented, che hanno condotto le sperimentazioni qui descritte, hanno agito secondo le seguente direttrici:

- ⇒ Prima proposta di come organizzare il setting formativo per la conduzione delle sperimentazioni. Alle Scuole sono state date alcune indicazioni prescrittive, in forma di Protocollo, con i requisiti minimi e con i metodi per la valutazione degli apprendimenti. Queste ultime hanno poi avuto la possibilità di "customizzare" i contenuti al proprio ambiente scolastico, indirizzo, caratteristiche degli studenti e specifici fabbisogni di apprendimento;
- ⇒ Sperimentazioni condotte all'interno di 5 Scuole Secondarie Superiori (2 italiane, 1 greca, 1 inglese, 1 turca), mediante il supporto tecnico e tecnologico offerto dalle imprese business/technology oriented. Le sperimentazioni, che possono essere sfruttate come idee e suggerimenti di possibili Learning Objectives (obiettivi di Apprendimento) e oggetti da

stampare, sono elencate nel presente document e i file .stl aperti per il riuso per le stampanti 3D sono stati caricati su [Thingiverse.com](https://www.thingiverse.com);

- ⇒ Valutazione e osservazione di tutti i risultati: analisi critica dei punti forza e debolezza dell'organizzazione pratica delle attività, raccolta dell'auto-valutazione da parte degli studenti coinvolti nelle esperienze, raccolta delle lezioni apprese e delle raccomandazioni dai Teachers Team coinvolti;
- ⇒ Sulla base dei risultati e delle osservazioni emerse, review finale, sistematizzazione e modellizzazione del Protocollo sono stati accuratamente portati a termine;
- ⇒ **Risultato finale: Programma didattico testato, rivisto e validato, disponibile per il riuso in tutta Eueropa.**

Si noti che il Programma Didattico è stato sperimentato con student 15enni, ma è stato sistematizzato e validato in modo da poter essere applicato a competenze matematiche di student di qualsiasi età, livello di istruzione e tipo di curriculum scolastico.

1.3 CONDIZIONI DI LICENZA PER IL RIUSO DEL PROGRAMMA DIDATTICO

Il presente materiale didattico è disponibile per il ri-uso del lettore e di qualsiasi persona interessata ad introdurre all'interno delle attività curriculari scolastiche con gli studenti, sperimentazioni teacher-led per lo sviluppo di competenze STEM mediante supporto della tecnologia di stampa 3D. Qualsiasi, riuso, trasferimento, customizzazione/adattamento del presente materiale è soggetto alle seguenti restrizioni/condizioni della licenza **Creative Commons** che i partner del progetto hanno deciso di applicare (in coerenza con le regole del Programma Erasmus+):

	Attribuzione	Devi riconoscere una menzione di paternità adeguata (<i>ndr. al progetto PRINT STEM e ai Partner di progetto</i>), fornire un link alla licenza e indicare se sono state effettuate delle modifiche . Puoi fare ciò in qualsiasi maniera ragionevole possibile, ma non con modalità tali da suggerire che il licenziante avalli te o il tuo utilizzo del materiale
	Stessa Licenza	Se remixi, trasformi il materiale o ti basi su di esso, devi distribuire i tuoi contributi con la stessa licenza del materiale originario
	NonCommerciale	Non puoi utilizzare il materiale per scopi commerciali

Le stesse condizioni si applicano ai file di oggetti stampati durante il progetto PRINT STEM, che potete richiedere ai Partner e/o trovare nel sito [Thingiverse.com](https://www.thingiverse.com) per il download ed il riuso ai seguenti username:

PRINTSTEMPROJECT_BERENINI

PRINTSTEMPROJECT_GADDA

PRINTSTEM_SABANCI

PRINTSTEMPROJECT_KSGS

PRINTSTEMPROJECT

1.4 PROTOCOLLO VALIDATO DEL PROGRAMMA DIDATTICO FINALIZZATO ALLA CONDUZIONI DI SPERIMENTAZIONI TEACHER-LED CON UTILIZZO DELLA STAMPANTE 3D, AI FINI DI SVILUPPO DI COMPETENZE DI LIETRACY MATEMATICA DEGLI STUDENTI

Scopo: introdurre l'uso della stampante 3D nelle attività curriculari scolastiche ordinarie, quale metodo di apprendimento basato sulla pratica e sull'insegnamento attivo, con l'effetto di dimostrare agli studenti la rilevanza delle discipline matematiche a scopi pratici e di aumentarne la motivazione allo studio.

Le indicazioni seguenti dovranno essere prese quali condizioni minime per la pianificazione e lo svolgimento di sperimentazioni.

Nota: per ulteriore e fondamentale riferimento al presente Programma didattico, si invita anche alla visione dei seguenti Intellectual Output sviluppati durante il progetto PRINT STEM:

- ⇒ Intellectual Output 1 - Previsione dell'impatto della tecnologia di stampa 3D: possibilità, frequenza e intensità di impiego nella didattica a supporto di skills matematiche e scientifiche,
- ⇒ Intellectual Output 2 - Metodologia e linee guida per l'introduzione della stampante 3D come attrezzatura di sperimentazione didattica nelle scuole secondarie.

FASE 1

CREAZIONE DEL TEAM DI DOCENTI (TEACHERS TEAM) E REQUISITI FORMATIVI

Prima di avviare qualsiasi tipo di sperimentazione, lo step preliminare consiste nella creazione del team di docenti che saranno direttamente coinvolti nel lavoro di pianificazione e implementazione delle attività con gli studenti.

Il Teachers Team dovrà includere almeno:

- ⇒ 1 docente di ogni materia STEM
- ⇒ 1 docente di disegno 3D e software 3D
- ⇒ 1 docente di informatica con competenze sull'utilizzo della stampante 3D e relativi software di conversione dei file di disegno

Una delle attività più importanti da svolgere è certamente la sensibilizzazione di altri docenti della scuola per il loro coinvolgimento attivo. Non si potranno ottenere buoni risultati nelle sperimentazioni senza la collaborazione attiva e proattiva dei colleghi in ogni fase del lavoro. Si suggerisce pertanto di organizzare una riunione generale con tutto il corpo docenti e i responsabili scolastici al fine di condividere il presente documento e sondare l'interesse personale di ognuno a far parte del Teachers Team, spiegando innanzitutto quali sono gli obiettivi del Programma didattico qui delineato in termini di finalità legate ad un migliore apprendimento delle materie STEM e del proprio percorso di studio da parte degli studenti.

Il seguente strumento rappresenta un valido supporto nella scelta dei membri più adatti al vostro Team di docenti

SPERIMENTAZIONI DIDATTICHE TEACHER-LED PER LO SVILUPPO DI COMPETENZE DI LITERACY MATEMATICA	
Griglia dei membri del Teachers Team	
Teachers Team prescelto: quali docenti saranno coinvolti nello svolgimento delle attività	<p><u>Docente 1</u> Nome: Materia insegnata: Conoscenza del funzionamento di una stampante 3D: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Conoscenza di software per l'utilizzo della stampante 3D: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Capacità di utilizzo della stampante 3D e software: (indicare)..... Conoscenze e capacità relative ai software per il disegno tecnico: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p><u>Docente 2</u> Nome: Materia insegnata: Conoscenza del funzionamento di una stampante 3D: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Conoscenza di software per l'utilizzo della stampante 3D: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Capacità di utilizzo della stampante 3D e software: (indicare)..... Conoscenze e capacità relative ai software per il disegno tecnico: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p><u>Docente 3</u> Nome: Materia insegnata: Conoscenza del funzionamento di una stampante 3D: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Conoscenza di software per l'utilizzo della stampante 3D: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Capacità di utilizzo della stampante 3D e software: (indicare).....</p>

	<p>Conoscenze e capacità relative ai software per il disegno tecnico: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p><u>Docente n</u> Nome: Materia insegnata: Conoscenza del funzionamento di una stampante 3D: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Conoscenza di software per l'utilizzo della stampante 3D: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Capacità di utilizzo della stampante 3D e software: (indicare)..... Conoscenze e capacità relative ai software per il disegno tecnico: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p>
Perchè sono stati scelti i docenti sopra elencati	<p>Annotate motivi per i quali avete scelto i sopra elencati docenti per il vostro Teachers Team</p> <p><i>Vi sarà utile in futuro in caso di:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>necessità di rimpiazzare uno o più di essi</i> - <i>creazione di un altro Teachers Team per altre materie sulle quali svolgere sperimentazioni</i> - <i>creazione di un altro Teachers Team relativo alle stesse materie STEM, ma per classi diverse e studenti di età diversa</i>
Come sono stati già coinvolti i docenti?	<p>Prendete nota delle azioni svolte per la creazione del Team e dei risultati ottenuti attraverso attività di sensibilizzazione che avete organizzato</p> <p><i>Vi sarà utile in futuro in caso di:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>necessità di rimpiazzare uno o più di essi</i> - <i>creazione di un altro Teachers Team per altre materie sulle quali svolgere sperimentazioni</i> <p><i>creazione di un altro Teachers Team relativo alle stesse materie STEM, ma per classi diverse e studenti di età diversa</i></p>
Quale necessaria formazione per i docenti del Team avete pianificato o dovete pianificare?	<p>Annotate la formazione che si rende necessaria a qualsiasi membro del Teachers Team allo scopo di portare a termine tutte le attività di sperimentazione.</p> <p>Prendete nota del tipo di metodo di apprendimento, durata e obiettivi della formazione.</p>

Come evidente dall'ultima domanda contenuta nello strumento, la seconda fondamentale azione da completare prima di iniziare concretamente il lavoro con gli studenti con la stampante 3D, è mettere in grado i membri del Teachers Team di lavorare concretamente con la stampante e coi relativi software.

La formazione dovrà coprire 3 aree fondamentali del setting operativo necessario alle sperimentazioni:

- 1- Disegno tecnico 3D e relative software, sia a mercato (a pagamento) che gratuiti (open source),
- 2- Aspetti tecnici della stampante 3D: come funziona, come si assembla, materiali consumabili da utilizzare per la stampa degli oggetti (prevalentemente plastica), problemi tecnici e come risolverli,

- 3- Software di conversione dei disegni in istruzioni tecniche alla stampante 3D per la creazione degli oggetti, sia open source che software specifici collegati alla stampante 3D acquistata.

A questo scopo, formazione specifica dovrà essere fornita ai docenti e potrà essere in forma di:

- ⇒ Docenti che già hanno capacità nell'uso della stampante 3D e software dedicati, fanno formazione ai colleghi
- ⇒ Auto formazione mediante tutorial, video corsi, e-book (ve ne sono molte versioni online, ad esempio
<http://www.architectionary.com/SketchupTutorials>,
<https://www.youtube.com/watch?v=biCWssfil2A>
e potete trovarne anche nella Moodle Platform del partner spagnolo di PRINT STEM, AIJU, a cui è possibile chiedere le credenziali per l'accesso gratuito: printstem@aiju.info)
- ⇒ Formazione gratuita richiesta alla società dalla quale avete acquistate /acquisterete la stampante 3D della scuola
- ⇒ Corsi organizzati da enti di formazione

La durata e il livello della formazione si baserà sulle competenze iniziali del docente, sul livello di competenze di che si intende acquisire per la conduzione delle sperimentazioni, sulla possibilità di poter far ricorso a tecnici esterni che possano in parte sopperire allo skills-gap tecnico dei docenti. In quest'ultimo caso, siate consapevoli che qualunque problema tecnico con la stampante può emergere in qualsiasi momento durante il lavoro con gli studenti i tecnici esterni certamente non potranno garantirvi il loro immediato intervento. Per questo motivo, ogni **Teachers Team dovrebbe sviluppare internamente il proprio mix di competenze per guidare le esercitazioni nel modo più indipendente e autosufficiente possibile, sia mediante formazione di base che avanzata.**

La formazione, oltre ad essere essenziale per il successo operative di una sperimentazione, è un modo concreto di accrescere, poco per volta, l'impegno da parte di tutti i membri del Teachers Team.

FASE 2

DEFINIZIONE OPERATIVA DEGLI OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO (LEARNING OBJECTIVES) RIFERIBILI A COMPETENZE MATEMATICHE

Un obiettivo di apprendimento è una dichiarazione esplicita che esprime chiaramente cosa lo studente sarà in grado di fare al termine della sperimentazione della stampa 3D associata a contenuti didattici di literacy matematica. Si tratta di una dichiarazione di scopo osservabile e misurabile. I Learning Objective identificano quale(i) comportamento(i) lo studente deve dimostrare affinché il docente possa valutare

se l'apprendimento previsto/pianificato è realmente avvenuto; essi servono anche agli studenti stessi poiché li aiutano a chiarire i propri obiettivi personali riferibili all'attività di sperimentazione e offrono un quadro di riferimento grazie al quale possono misurare il proprio successo/crescita/apprendimento. I Learning Objectives dovranno essere concisi e concreti così che siano aperti limitatamente ad interpretazioni.

Learning Objectives ben strutturati/delineati:

- ⇒ Permettono ai docenti e studenti coinvolti di sapere ciò che ci si attende di raggiungere e aumentano le possibilità di riuscita e di *attainment* dei risultati previsti,
- ⇒ Guidano i docenti nella pianificazione delle istruzioni, nella condivisione delle istruzioni e nella valutazione dell'apprendimento degli studenti,
- ⇒ Guidano gli studenti e sono utili a stabilire priorità di apprendimento,
- ⇒ Permettono l'analisi del livello di insegnamento e apprendimento.

Come procedure nell'identificazione degli obiettivi di apprendimento (Learning Objective) in relazioni a skills matematiche:

Valutate le aree di literacy matematica maggiormente prioritarie in termini più elevate difficoltà per gli studenti e per le quali le sperimentazioni possono essere attivate all'interno del curriculum scolastico. Il focus della sperimentazione deve essere comprendere come concetti astratti si applicano a processi e situazioni.

Le competenze in matematica fanno riferimento alla capacità di ragionare "matematicamente", alla capacità di risolvere problemi matematici e di applicare il ragionamento matematico alle situazioni reali della vita. La literacy matematica, secondo lo standard PISA, viene valutata in relazione a:

- ⇒ contenuto matematico, definito in riferimento a 4 idee chiave (quantità, spazio e forma, cambiamento e relazioni, incertezza)
- ⇒ processi matematici, definiti attraverso le competenze matematiche generali
- ⇒ situazioni in cui la matematica è utilizzata.

Requisiti relativi ai Learning Objectives:

- ⇒ Le skills matematiche che verranno prese in considerazione devono essere relative a:

- aree di contenuto - utilizzo dei numeri e dei calcoli, rappresentazioni di forme nello spazio, rappresentazione di relazioni matematiche in modi diversi, produzione e analisi di dati,
 - processi - formulazione e risoluzione di problemi e mettere in connessione problemi che appartengono a diversi filoni curriculari,
 - applicazione della matematica alle situazioni della vita,
- ⇒ I Learning Objectives devono far riferimento al curriculum (piano di studi) scolastico dello studente secondo la classe frequentata, dato che lo scopo della sperimentazione è migliorarne le competenze nelle materie/argomenti STEM direttamente collegati al titolo di studio e curriculum,
- ⇒ Scrivete gli obiettivi dividendoli in **Generali** e **Specifici**,
- ⇒ *Esempi specifici di Learning Objectives da utilizzare si possono trovare al Capitolo 2.*

Esempi di verbi per descrivere correttamente gli obiettivi di apprendimento, sia Generali che Specifici:

Verbi di Conoscenza	Verbi di Comprensione	Verbi di Applicazione
Definire	Discutere	Tradurre
Memorizzare	Descrivere	Interpretare
Elencare	Identificare	Applicare
Richiamare	Localizzare	Praticare
Ripetere	Riportare	Illustrare
Correlare	Spiegare	Operare
Nominare	Esprimere	Dimostrare
	Riconoscere	Schematizzare
	Rivedere	Impiegare
		Usare

FASE 3

SELEZIONE DEL SETTING OPERATIVO E DELLE TECNOLOGIE NECESSARIE

Per informazioni tecniche di maggior dettaglio e suggerimenti sulle stampanti, materiali, ecc, si veda anche l'Intellectual Output 2 del progetto PRINT STEM "Metodologia e linee guida per l'introduzione della stampante 3D come attrezzatura di sperimentazione didattica nelle scuole secondarie".

Cos'è la stampa 3D e come funziona - Principi base

La stampa 3D è un processo di *additive manufacturing* che crea un oggetto fisico da un disegno digitale. Ci sono diverse tecnologie di stampa 3D e materiali con i quali è possibile stampare, ma tutti si basano sullo stesso principio: un modello digitale che viene trasformato in un oggetto fisico solido tridimensionale sovrapponendo un materiale strato su strato.

Ogni stampa 3D inizia come un file digitale di disegno 3D – come un'impronta – per un oggetto fisico. Cercare di stampare senza un file di disegno è come cercare di stampare un documento su un foglio di carta senza un file di testo. Il file del disegno è suddiviso (*sliced*) in sottili strati (*layers*) che vengono poi inviati alla stampante 3D. Da questo punto in avanti, il processo di stampa varia a seconda della **tecnologia** e la più adatta al mondo dell'istruzione scolastica è la **stampante da tavolo che scioglie (*melt*) materiale plastico e lo stende su una base di stampa (*print platform*)**. La stampa può richiedere molte ore per essere portata a termine a seconda della dimensione e degli oggetti da stampare. Tutte le tecnologie di stampa 3D creano oggetti fisici a partire da disegni digitali, strato per strato. I **materiali** disponibili variano anch'essi sulla base del tipo di stampante e vanno dalla plastica alla gomma, pietra arenaria, metalli e leghe – con un numero sempre maggiore di materiali che fanno comparsa sul mercato ogni anno. Il materiale migliore per scopi didattici è la **plastica**, perché economicamente più conveniente.

Le tecnologie migliori per il mondo scolastico

La tecnologia ad estrusione FFF (Fused Filament Fabrication) è la tecnologia più comune per le stampanti da tavolo e quella che i partner del progetto PRINT STEM hanno identificato come la migliore per scopi didattici nelle scuole con gli studenti. Il processo FFF inizia con una corda di materiale solido chiamato filamento. Questa corda di filamento viene condotta all'interno della stampante e sciolta. Nello stato liquido, il materiale può essere estruso sulla base di un percorso predeterminato dal software nel computer. Quando il materiale viene estruso in forma di strato, si raffredda immediatamente e si solidifica, andando a formare la base per il successivo strato di materiale, sino a che l'intero oggetto è creato.

In qualità di **tecnologia di stampa 3D più economica sul mercato**, la FFF offre anche una vasta varietà di **materiali plastici, in un range molto ampio di colori**, inclusi **ABS** e **PLA** che sono stati utilizzati dalla partnership del progetto durante le sperimentazioni.

FFF è pertanto la scelta migliore per una prototipazione veloce e a basso costo e può essere usata in una miriade di applicazioni. Innovazioni più recenti nella stampa 3D FDM includono anche la capacità di produrre prodotti finali funzionali con parti meccaniche ed elettroniche incluse, quali ad esempio i droni. Per questo motivo la tecnologia è applicabile anche alle più avanzate scuole tecniche e ai Teachers Team che volessero aumentare il livello prestazionale e di accuratezza delle proprie sperimentazioni, a partire da quanto sviluppato all'interno del progetto PRINT STEM. Si tenga presente, quando si sta per scegliere la stampante da acquistare per la propria scuola, che a causa di alcune limitazioni di design e materiale, la stampa 3D FFF non è consigliabile per disegni molto intricati.

Condizioni minime per l'accessibilità logistica alle attrezzature

Si riportano di seguito alcune specifiche delle tecnologie e software informatici richiesti per condurre una sperimentazione pratica..

ATTREZZATURA:

Le stampanti 3D più utilizzate sono di seguito elencate. Sono tutte adeguate per l'utilizzo inteso nel presente Programma Didattico. Ciononostante, ogni scuola ha bisogni precisi e specifici sulla base dei propri indirizzi di studio, ciò significa che il **Teachers Team deve essere chiaro nello spiegare i propri fabbisogni** alla persona che nella scuola si occuperà dell'acquisto della stampante, così che ci si possa indirizzare al miglior fornitore il quale **potrà spiegare nel dettaglio vantaggi e svantaggi di tipo tecnico di ogni stampante disponibile, sulla base delle precise necessità di applicazione didattica.**

Produttore	Stampante	Volume	Prezzo (approssimativo)	Livello di performance
Makergear	Makergear M2	203x254x203	Euro1300	Straordinario
Flashforge	Creator Pro	145x225x150	Euro 1200	Eccellente
Builder	Builder Dual Feed	220x210x164	Euro 1700	Eccellente
Wasp	Delta Wasp	200x200x200	Euro 2500	Eccellente
Ultimaker	Ultimaker 2	225x230x205	Euro 2200	Eccellente
BQ	Witbox	210x297x200	Euro 1500	Eccellente
Type A Machines	Type A Machines 1	305x305x305	Euro 2400	Molto buono
Aleph Objects	Lulzbot Taz 4	275x298x250	Euro 2000	Molto buono
Wasp	Power Wasp	195x260x190	Euro 1500	Buono
Airwolf	Airwolf HD2x	200x280x300	Euro 3500	Buono

Un suggerimento importante per guidare la scelta della vostra stampante 3D: se possibile, **evitate stampanti che non consentono l'utilizzo di materiale plastico generico (senza marca)**. Alcune stampanti infatti lavorano esclusivamente con utilizzo del filamento fornito dal produttore della stampante stessa: questi filamenti "di marca" possono essere molto costosi e solo spessori o colori limitati potrebbero essere disponibili.

Sintesi delle indicazioni più importanti per la scelta della vostra stampante 3D:

- ⇒ non acquistate una stampante solo sulla base del prezzo, ma fate una scelta di tipo qualitativo. Prendetevi il tempo necessario per analizzare le varie offerte sul mercato,
- ⇒ scegliete una stampante che possa lavorare con ogni tipo e marca di materiale plastico. Se non potete usare tipi di plastica, spessori o colori diversi, il lavoro del Teachers Team e degli studenti ne sarà condizionato poiché non sarà loro concesso di raggiungere una soddisfacente varietà di oggetti nel lungo periodo, in particolare quando si arriva a sviluppare capacità tecniche più elevate e si desidera ottenere oggetti stampati di più alta qualità,
- ⇒ scegliete il fornitore che vi possa garantire interventi tecnici repentini in caso di blocchi o problemi col filamento durante la stampa. Il tempo per interventi tecnici in caso di guasti può incidere enormemente sul completamento della sperimentazione e sulla motivazione degli studenti.

Requisiti di accessibilità logistica:

- ⇒ Non è possibile svolgere sperimentazioni significative e di valore didattico rilevante se la stampante 3D non è all'interno della scuola; gli studenti devono averne accesso poiché essa costituisce di per se' una parte motivante e di forte interesse del lavoro didattico, poiché fa leva sull'interesse degli allievi nei confronti del mondo digitale e dei device,
- ⇒ Posizionate la stampante in un luogo in cui il Teachers Team possa monitorarne l'utilizzo, le stampanti sono per molti aspetti delicate e la supervisione agli studenti deve essere sempre garantita,
- ⇒ Posizionate la stampante in un luogo in cui non dia fastidio con il suo rumore (quando in uso) al lavoro didattico di altre persone o lezioni,

⇒ Fate in modo che il Teachers Team fruisca di formazione adeguata al fine di saper utilizzare la stampante, monitorarla e fare semplici interventi tecnici laddove necessario quando utilizzata dagli studenti durante la sperimentazione.

MATERIALI:



Il miglior materiale da utilizzare per le sperimentazioni è la plastica polimerica: **PLA** e **ABS**. Sono entrambe termoplastiche ovvero materiali che possono essere scaldati e sciolti, continuamente e ripetutamente. Entrambe sono disponibili in una vasta gamma di colori, elemento che migliora la qualità complessiva dell'oggetto da stampare.

	Vantaggi	Svantaggi
PLA	<p>Polimero a prezzi accessibili a basso costo</p> <p>Facile ottenere una finitura liscia e una Superficie lucida</p> <p>È biodegradabile</p> <p>Emette pochi fumi</p> <p>Bassa tossicità</p> <p>Distorsione molto ridotta rispetto all'ABS</p>	<p>È un po' più fragile dell'ABS</p> <p>Fonde a una temperatura inferiore (può essere un vantaggio se si sta saldando)</p> <p>Ammorbidisce a 50 gradi in meno dell'ABS</p> <p>Lento a raffreddarsi (potrebbe essere necessario un ventilatore per aiutare il processo)</p> <p>Più difficile da incollare rispetto all'ABS</p>
ABS	<p>Polimero più duro e più forte del PLA.</p> <p>In grado di essere utilizzato per modelli sottoposti a stress meccanico.</p> <p>Non ha bisogno di una ventola di raffreddamento.</p> <p>Le tolleranze del filamento sono più strette.</p> <p>Può essere saldato mediante solventi o adesivi.</p> <p>Maggiore resistenza al calore.</p> <p>Può essere verniciato e sabbiato</p>	<p>Deve usare un letto di stampa termica</p> <p>Incline ad arricciamenti, rotture e sfaldamento</p> <p>I fumi sgradevoli richiedono un estrattore di fumi</p> <p>Si tratta di plastica a base di petrolio che lo rende meno rispettoso dell'ambiente</p> <p>Può degradare alla luce del sole</p>

Requisiti di accessibilità logistica:

- ⇒ Calcolate in anticipo la quantità di materiale e di colori di cui avrete bisogno così da averne in sede a sufficienza per portare a termine la stampa di tutti gli oggetti relativi alla sperimentazione che state per avviare. Non sottovalutate questo aspetto, poiché:
 - la stampa dell'oggetto è fondamentale per la sperimentazione didattica dato che rappresenta la fase di apprendimento che richiede analisi critica e osservazione da parte degli studenti rispetto ai risultati di stampa, infatti dovranno ragionare su eventuali errori commessi nell'applicazione di formule matematiche, misurazioni o teoremi, ai disegni, nel caso in cui l'oggetto non soddisfi i criteri stabiliti nell'affidamento del lavoro da parte del docente,
 - siate consapevoli che uno dei maggiori fattori di demotivazione dell'esperienza per gli studenti è applicarsi nello studio preliminare e nella preparazione dei disegni (secondo le aspettative del docente) e non avere alla fine la possibilità di vedere "la propria creazione" prendere forma concretamente: non otterrete da loro lo stesso livello di impegno la volta seguente in cui proporrete l'esperienza,
- ⇒ Il materiale per la stampa di per se' non è costoso, ma continuando a svolgere sperimentazioni potreste usarne in quantità davvero rilevanti, sulla base ad esempio della complessità dei tipi di oggetti che stampate, delle loro dimensioni e/o numero di pezzi da stampare. Cercate di trovare modi di collaborare con società informatiche o altre imprese locali interessate alle capacità di stampa 3D degli studenti allo scopo di ottenere gratuitamente da queste un po' di scorte di filamento,
- ⇒ Fate sì che i docenti del Teachers Team fruiscono di adeguata formazione atta a saper inserire il materiale nella stampante, a cambiare il filamento quando necessario cambiare colore o quando termina, a monitorare e ad fare semplici interventi tecnici laddove si rendessero necessari durante la sperimentazione.

PROGRAMMI DI MODELLAZIONE 3D:

Creare un disegno stampabile è fase cruciale del processo di stampa 3D della sperimentazione. Vi è un'ampia gamma di programmi 3D per l'utilizzo nelle scuole. Ve ne sono sia in commercio che gratuiti, open source. Alcuni software di modellazione 3D possono essere anche molto costosi, con abbonamenti

annuali da rinnovare. Questo tipo di costo rende difficile alle scuole il poterseli permettere, a meno che si tratti di scuole specializzate in materie ingegneristiche o con percorsi di studio che rendono necessari i software anche per altre materie.

I software gratuiti si adattano perfettamente ai requisiti scolastici per il tipo di sperimentazione prevista nel presente Programma didattico, ne sono esempi: Autodesk 123D, SketchUP, TinkerCAD, 3DTin, Cube, Design Spark, FreeCAD,.

Nel caso in cui la vostra scuola possa permettersi il costo di un software di tipo commerciale, i migliori per scopi didattici sono: Cubify Invent, Geomagic Design, Autodesk Inventor, Solid Works.

In generale, i software gratuiti adatti ai neofiti della tecnologia – quali SketchUP e TinkerCAD – offrono gli elementi fondamentali di un programma di disegno e rendono al contempo la modellazione 3D estremamente semplice da capire e da svolgere. Siate comunque consapevoli che, dopo un primo ciclo di sperimentazioni portate a termine, sia il Teachers team che gli studenti stessi molto probabilmente aspireranno ad avanzare e utilizzare programmi più professionali – quali Autodesk o SolidWorks – che permettono la stampa di oggetti ben più sofisticati. Il livello di velocità con cui passerete da un software gratuito molto semplice da usare ad uno commerciale e più avanzato dipenderà molto dall'ambizione del Teachers Team di elevare il grado di complessità degli oggetti stampati e dei Learning Objective da raggiungere nelle materie STEM

Requisiti di accessibilità logistica:

- ⇒ Scegliete il software di modellazione 3D che permette di ottenere meglio di altri i risultati di apprendimento definiti dal Teachers Teams, sulla base dell'oggetto da stampare deciso,
- ⇒ Scegliete il software di modellazione 3D più facile per gli studenti, sulla base della loro età e tipo di curriculum scolastico,
- ⇒ Se disponibile, scegliete il software già in uso alla scuola, in questo modo sia il Teachers Team che gli studenti stessi riusciranno a svolgere la sperimentazione più facilmente,
- ⇒ Il software deve essere compatibile con la stampante 3D

- ⇒ Il software deve essere installato nel laboratorio informatico della scuola in cui gli studenti lavoreranno, assicuratevi che i PC in dotazione alla scuola supportino il software
- ⇒ Preparate il laboratorio informatico per permettere, se possibile, un massimo di 3 studenti al lavoro su uno stesso PC
- ⇒ Fate sì che il Teachers Team fruisca di adeguata formazione per essere in grado di usare il software di formare a sua volta gli studenti durante la sperimentazione,

PROGRAMMI PER LA CONVERSIONE DEI FILE:

STL l'estensione standard di file utilizzato dalla maggior parte dei processi di additive manufacturing. E' questo il tipo di file che verrà salvato dal software di modellazione 3D.

Requisiti di accessibilità logistica:

- ⇒ Scegliete il software di conversione permette di ottenere meglio di altri i risultati di apprendimento definiti dal Teachers Teams, sulla base dell'oggetto da stampare deciso,
- ⇒ Scegliete il software di conversione più facile per gli studenti, sulla base della loro età e tipo di curriculum scolastico,
- ⇒ Se disponibile, scegliete il software già in uso alla scuola, in questo modo sia il Teachers Team che gli studenti stessi riusciranno a svolgere la sperimentazione più facilmente,
- ⇒ Il software deve essere compatibile con la stampante 3D
- ⇒ Il software deve essere installato nel laboratorio informatico della scuola in cui gli studenti lavoreranno, assicuratevi che i PC in dotazione alla scuola supportino il software
- ⇒ Preparate il laboratorio informatico per permettere, se possibile, un massimo di 3 studenti al lavoro su uno stesso PC
- ⇒ Fate sì che il Teachers Team fruisca di adeguata formazione per essere in grado di usare il software di formare a sua volta gli studenti durante la sperimentazione,

- ⇒ Learning Objective e oggetti che si possono stampare sono elencati nel presente documento e i file aperti per le stampanti sono pubblicati per il riuso in Thingiverse.com agli Username: PRINTSTEMPROJECT_BERENINI, PRINTSTEMPROJECT_GADDA, PRINTSTEM_SABANCI, PRINTSTEMPROJECT_KSGS, PRINTSTEMPROJECT,
- ⇒ Fate in modo che il Teachers Team fruisca di adeguata formazione per essere in grado di usare il software e di insegnare a sua volta gli studenti durante la sperimentazione

FASE 4

PREDISPOSIZIONE DELL'ORGANIZZAZIONE PEDAGOGICA E REALIZZAZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

Requisiti **minimi** di organizzazione pedagogica per la conduzione e il successo formativo di una sperimentazione:

1° - Definizione degli Obiettivi di Apprendimento (Learning Objectives) e dell'oggetto da stampare

Numero di ore dedicate all'attività: 3

Persone coinvolte: tutto il Teachers Team, mediante lavoro in gruppo condiviso

2° - Identificazione delle materie di studio legate alla sperimentazione e pianificazione interdisciplinare delle ore di lavoro per ognuna di esse

Numero di ore dedicate all'attività: 5

Persone coinvolte: tutto il Teachers Team e coordinatore scolastico

3° - Comunicazione agli studenti (classe/i) del progetto di sperimentazione

Numero di ore dedicate all'attività: 1

Persone coinvolte: Teachers Team

I docenti presentano agli studenti il progetto didattico di utilizzo della tecnologia di stampa 3D volto al miglioramento dell'apprendimento delle materie STEM. L'attività è necessaria per stimolare l'interesse e l'impegno degli studenti nei confronti della sperimentazione, dando concreto supporto al successo formativo in esito.

4° - Rilevazione dei prerequisiti in ingresso

Numero di ore dedicate all'attività: 5

Persone coinvolte: docenti STEM e studenti

2 ore: i docenti STEM sviluppano insieme un breve test scritto per la valutazione dei prerequisiti in ingresso da somministrare agli studenti, al fine di rilevare le competenze STEM possedute tra quelle richieste per accedere con successo alla sperimentazione (in alternativa, se disponibili, i docenti possono far riferimento a precedenti verifiche sommative somministrate all'interno del normale percorso didattico);

1 ora: gli studenti affrontano il test;

2 ore: il Teachers Team corregge i test, sulla base dei risultati emersi, può rivedere I Learning Objective (al punto 1°) della sperimentazione nel caso in cui, ad esempio, il livello in ingresso sia significativamente più alto o più basso di quello atteso: se il livello rilevato è più alto, gli obiettivi di apprendimento saranno resi più "ambiziosi", al contrario se il livello rilevato è più basso, gli obiettivi di apprendimento verranno "ridimensionati".

5° - Unità Didattica di Matematica

Numero di ore dedicate all'attività: *(sulla base degli argomenti di materia che la sperimentazione copre)*

Persone coinvolte: docente di Matematica

Metodologia didattica usata per insegnare gli argomenti: lezioni frontali, laboratorio e lavoro in gruppo. Il docente svolge lezioni teoriche utilizzando il metodo d'insegnamento ordinario/tradizionale

6° - Unità didattica(che) di altra(e) Materia(e) collegate

Numero di ore dedicate all'attività: *(sulla base degli argomenti che la sperimentazione copre nel suo insieme)*

Persone coinvolte: docente(i) di Materia

Metodologia didattica usata per insegnare gli argomenti: lezioni frontali, laboratorio e lavoro in gruppo.

Il docente svolge lezioni teoriche utilizzando il metodo d'insegnamento ordinario/tradizionale

7° - Valutazione delle competenze (conoscenze e capacità) acquisite attraverso le lezioni frontali con metodo d'insegnamento "tradizionale"

Numero di ore dedicate all'attività: 5

Persone coinvolte: docente(i) di Materia e studenti

Metodologia didattica usata: test scritto costituito da almeno 10 domande chiuse a risposta multipla e 5 domande aperte relative agli argomenti/contenuti insegnati alle Unità Didattiche precedenti (Punti 5° e 6°)

2 ore: sulla base degli obiettivi di apprendimento stabiliti (al Punto 1°), i docenti di materia redigono un test, tenendo presente che identico test verrà somministrato agli studenti anche al termine della sperimentazione, per finalità di confronto e analisi dei livelli di miglioramento;

1 ora: tempo di svolgimento del test da parte degli studenti;

2 ore: correzione dei test da parte dei docenti di materia. I risultati e la correzione non vengono comunicati agli studenti;

I risultati dei test verranno utilizzati in esito per confrontare il livello di apprendimento prima e dopo l'utilizzo della stampante come metodologia pedagogica di apprendimento. In questo modo sarà realizzabile una valutazione concreta dell'impatto della tecnologia sull'apprendimento delle materie STEM da parte degli studenti

8° - Unità didattiche di Disegno Tecnico e Software di conversione file per la stampa

Numero di ore dedicate all'attività: 12

Persone coinvolte: docente di Disegno tecnico e docente di Informatica

Metodologia didattica usata per insegnare gli argomenti: lezione di gruppo in laboratorio informatico. Gli studenti apprendono le funzioni e le modalità di utilizzo dei software che saranno utilizzati per il disegno in 3D dell'oggetto e per la sua trasposizione in file pronto per la stampa

9° - Disegno dell'oggetto

Numero di ore dedicate all'attività: da 1 a 4 *(in base alla difficoltà dell'oggetto, ovvero se si tratta di un oggetto a pezzo unico o insieme di piccole parti/componenti da stampare singolarmente ed assemblare)*

Persone coinvolte: docente di Disegno Tecnico e studenti

Metodologia didattica usata: lavoro in laboratorio e lavoro in gruppo

10° - Trasferimento dell'oggetto disegnato al programma per la stampa 3D

Numero di ore dedicate all'attività: da 1 a 4 *(in base alla difficoltà dell'oggetto, ovvero se si tratta di un oggetto a pezzo unico o insieme di piccole parti/componenti da stampare singolarmente ed assemblare e con file separati da inviare alla stampa)*

Persone coinvolte: studenti e docente di Informatica e/o docente di materia STEM capace di utilizzare il software

Metodologia didattica usata: lavoro in laboratorio informatico per trasferire il disegno digitale in file .stl pronto per la stampa

11° - Stampa dell'oggetto

Numero di ore dedicate all'attività: da 1 a molte ore (*sulla base della difficoltà dell'oggetto, se si tratta di unico pezzo, grande o piccolo, elaborato e/o compost da parti diverse*)

Persone coinvolte: studenti e docente di Informatica e/o docente di materia STEM capace di utilizzare la stampante 3D

Metodologia didattica usata: lavoro in laboratorio, di gruppo

12° - Affinamento / ristampa

Numero di ore dedicate all'attività: a 1 a 3

Persone coinvolte: studenti (con il supporto del docente di Informatica e/o di materia STEM)

Metodologia didattica usata: in caso di errori di stampa, gli studenti rivedono e rianalizzano il proprio disegno dell'oggetto allo scopo di comprendere se si tratta di un "semplice" default del processo di stampaggio o di un errore di calcolo nel calcolo di formule, dimensioni ecc relative all'oggetto, sulla base dei contenuti STEM della sperimentazione. Gli studenti riflettono autonomamente sugli errori rilevati allo scopo di trovarne la fonte. Sulla base dell'errore riscontrato, i disegni vengono rivisti e l'oggetto viene ristampato correttamente.

14° - Valutazione finale del raggiungimento degli obiettivi di apprendimento (Learning Objectives) fissati

Numero di ore dedicate all'attività: 6

Persone coinvolte: docente(i) di materia e studenti

Metodologia didattica usata: osservazione diretta da parte dei docenti + test scritto, composto dalle 10 domande chiuse e 6 aperte, già somministrato agli studenti (al Punto 7°)

1 ora: gli studenti compilano il test;

2 ore: i docenti di materia correggono il test e confrontano i risultati con quelli ottenuti nel primo test ad inizio sperimentazione. Il confronto renderà chiaro in modo oggettivo se, come e dove la tecnologia 3D ha concretamente supportato il miglioramento degli studenti nell'apprendimento delle materie STEM.

3 ore: il Teachers Team raccoglie per ogni studente la valutazione fatta mediante diretta osservazione durante lo svolgimento delle attività, assegnando un punteggio da 0 a 5 ed aggiungendo qualsiasi commento di merito utile, ai criteri seguenti:

- a) Livello di impegno,

- b) Interesse dimostrato,
- c) Partecipazione attiva,
- d) Proattività,
- e) Qualità dell'autoapprendimento,
- f) Capacità di problem solving,
- g) Accuratezza tecnica nell'utilizzo dei software e della stampante,
- h) Collaborazione con gli altri studenti del gruppo di lavoro

15° - Autovalutazione degli studenti e rilevazione del loro livello di soddisfazione

Numero di ore dedicate all'attività: 1

Persone coinvolte: studenti

Metodologia usata: viene consegnato ad ogni studente un questionario mediante il quale, in modo anonimo, ognuno di essi può esprimere il personale giudizio dell'esperienza svolta. Il questionario può essere sfruttato per raccogliere anche suggerimenti e nuove idee da applicare a successive sperimentazioni con la tecnologia di stampa 3D.

Lo strumento seguente può essere usato per rilevare la soddisfazione e motivazione degli studenti, insieme a suggerimenti e commenti sulla sperimentazione svolta:

QUESTIONARIO DI AUTOVALUTAZIONE DELLO STUDENTE		SI, MOLTO	SI	SOLO IN PARTE	NO
Sperimentazione con la stampante 3D relativa a competenze matematiche					
1	Avevi aspettative rispetto all'esperienza con la stampante 3D, prima di questa esercitazione con i tuoi docenti?				
2	Avevi capito bene gli obiettivi delle lezioni prima dell'inizio dell'esercitazione con la stampante 3D?				
3	Sei soddisfatto dell'esperienza con l'uso della stampante 3D per ciò che riguarda l'apprendimento degli argomenti matematici?				
4	L'esercitazione con l'uso della stampante 3D è stata utile per la conoscenza e l'apprendimento delle regole matematiche che hai dovuto utilizzare per disegnare e stampare l'oggetto?				
5	Hai apprezzato l'uso della stampante 3D per l'apprendimento di regole e argomenti matematici rispetto all'uso dell'insegnamento tradizionale?				

6	Pensi che la stampante 3D sia un modo efficace per insegnare concetti teorici/astratti, di altrimenti difficile comprensione?				
7	Hai trovato di facile uso il software per la stampa in 3D?				
8	Vorresti suggerire cambiamenti al software? <i>Descrivi</i>				
9	L'utilizzo della stampante 3D ha aumentato il tuo interesse e la tua motivazione nell'apprendimento delle materie matematiche? Perché? <i>Dai le tue motivazioni</i>				
10	Credi che le esercitazioni con la stampante in 3D possano favorire l'apprendimento pratico di collegamenti tra materie diverse tra loro STEM?				
11	La durata dell'esercitazione è stata a tuo avviso soddisfacente?				
12	Avresti preferito una sperimentazione più lunga, al fine di migliorare la conoscenza e l'apprendimento degli argomenti matematici?				
13	Ti piacerebbe ripetere l'esperienza con altre materie e/o altri oggetti da stampare? <i>Elenca quali</i>				
14	Consigliaresti alla scuola l'utilizzo regolare della stampante 3D per l'insegnamento di argomenti scientifici e/o matematici?				
15	Cosa suggeriresti ai tuoi insegnanti per migliorare e sviluppare nuove esercitazioni con la stampante 3D per l'insegnamento di argomenti teorici, regole, o formule? <i>Descrivi</i>				

Capitolo 2. Sperimentazioni didattiche condotte dalle 5 Scuole Secondarie Superiori coinvolte: Learning objectives - Oggetti stampati - Lezioni apprese - Raccomandazioni

2.1 INTERPRETAZIONE GEOMETRICA DELLA FORMULA PITAGORICA (1Epalchanion - Grecia)

LEARNING OBJECTIVES - OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO

OBIETTIVI GENERALI:

- 1) Rapporti all'interno e tra oggetti geometrici bi- e tridimensionali
- 2) Misurazioni
- 3) Percentuali, rapporti e proporzioni

OBIETTIVI SPECIFICI:

- 1) Relazione di e tra equazioni algebriche ed interpretazione geometrica del Teorema di Pitagora
- 2) Inverso del teorema di Pitagora
- 3) Generalizzazione del teorema di Pitagora
- 4) Calcolo dei dati non conosciuti del triangolo, dati i lati

Come e perchè sono stati identificati tali obiettivi da parte degli insegnanti?

La scelta degli obiettivi si è basata su:

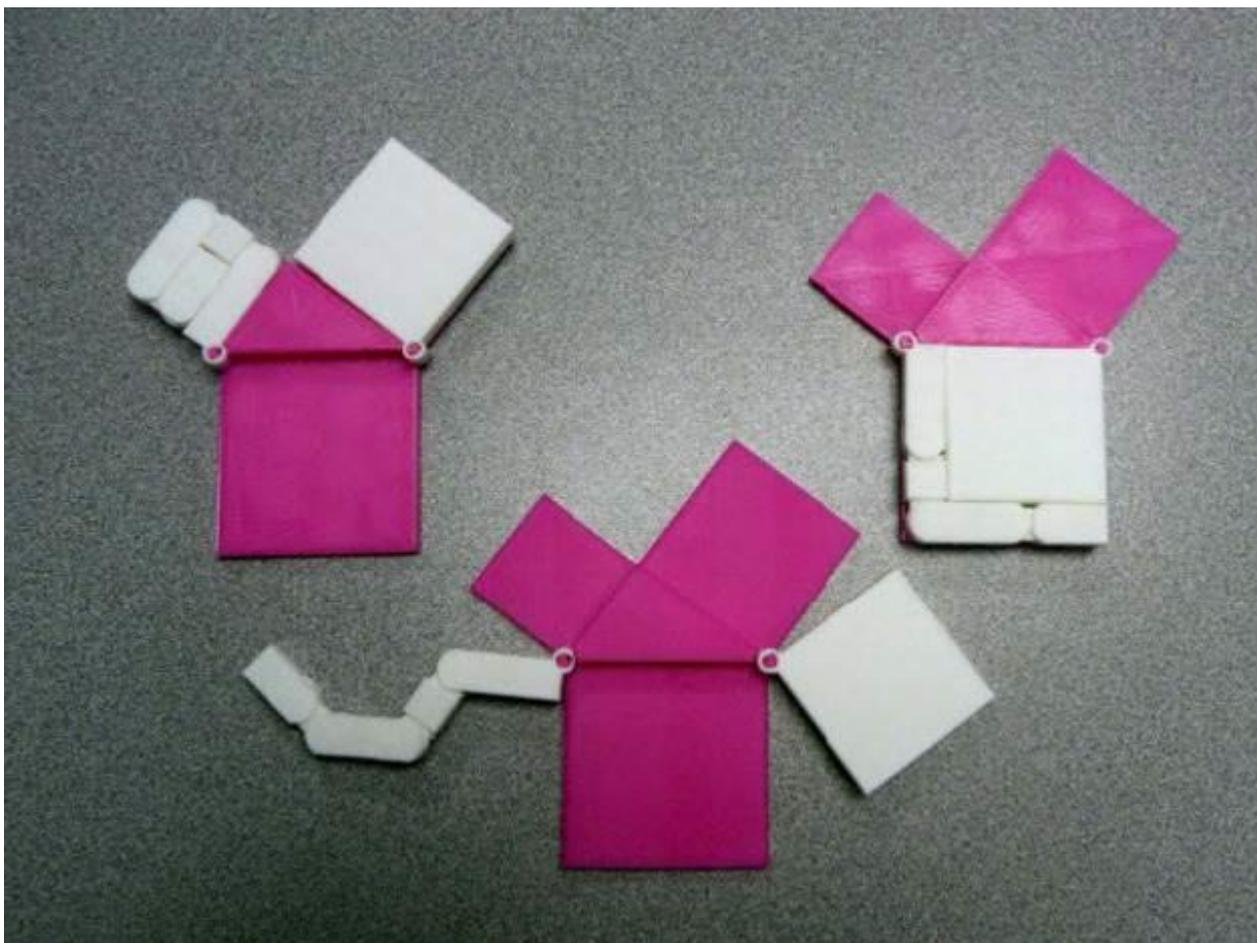
1. Le conclusioni emerse dal IO1, riguardanti argomenti matematici con un più alto livello di priorità
2. La Geometria euclidea per il primo anno degli istituti tecnici e nello specifico il capitolo 3 (I triangoli) e il capitolo 9 (Sistema metrico decimale e il teorema di Pitagora)
3. Conoscenze principali per seconda classe della scuola secondaria di primo grado

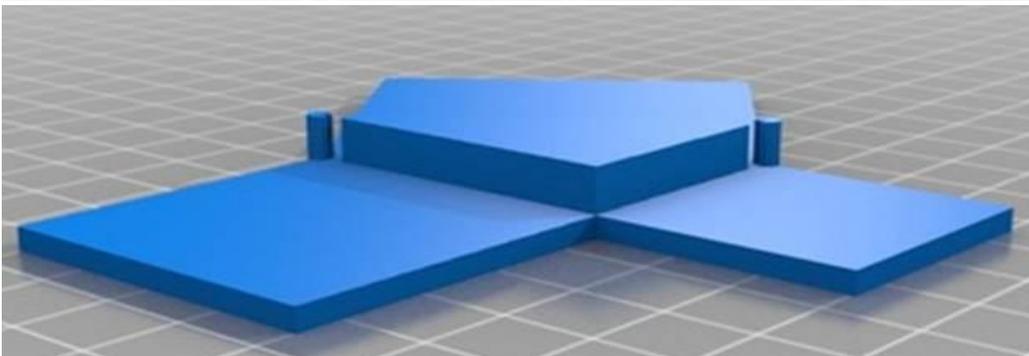
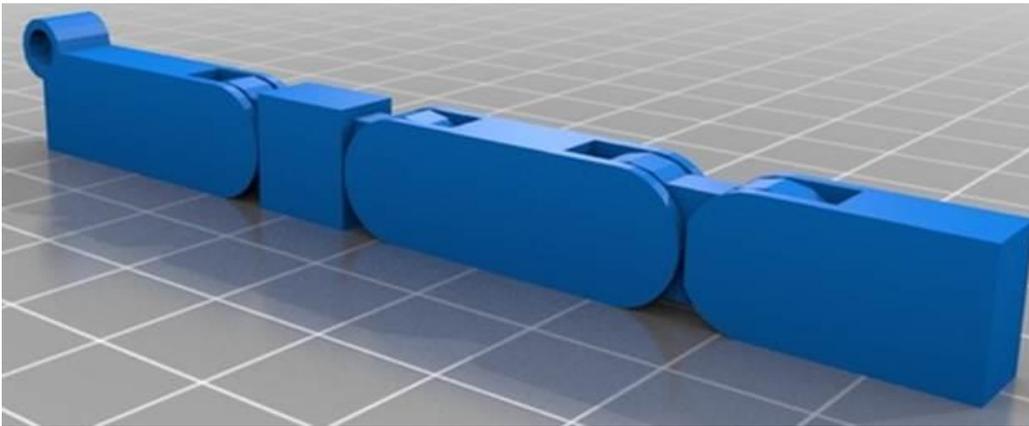
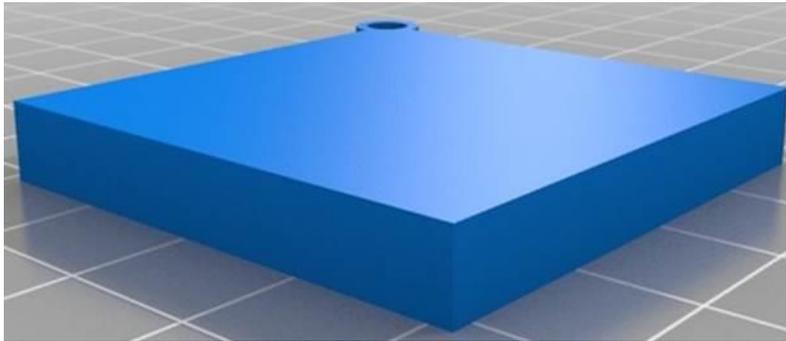
OGGETTO STAMPATO

Sulla base degli obiettivi di apprendimento, specifici generali, i nostri insegnanti hanno deciso di stampare la forma dell'interpretazione geometrica della formula pitagorica

Perchè questo oggetto?

- Secondo il sondaggio, gli studenti trovano difficoltoso associare l'algebra della formula pitagorica alla sua interpretazione geometrica, passo fondamentale per l'apprendimento della stessa
- L'oggetto scelto dovrebbe consentire tale apprendimento. Da evidenziare, inoltre, come molti studenti della nostra scuola abbiano significative carenze matematiche, ad.es , nella moltiplicazione, nella divisione, nel riconoscimento e nel disegno delle forme geometriche, nel concetto di volume, nel calcolo dell'area ecc.





PREREQUISITI

- √ conoscenza di base del computer
- √ conoscenza di base del disegno tecnico
- √ conoscenze matematiche di base

DOCENTI COINVOLTI

1 insegnante di Matematica

Parametri di scelta dell'insegnante

L'insegnante è stato scelto per la conoscenza di due materie scientifiche: Matematica ed Informatica, indispensabili per guidare gli studenti nelle singole fasi della sperimentazione.

GRUPPO DEGLI STUDENTI COINVOLTI

Numero di studenti: 34

Tipo di gruppo: 2 interclassi livello A1 e A2

Numero di classi: 2

Specializzazione delle classi coinvolte nella sperimentazione: classi ad istruzione generale, con indirizzo professionale: Finanza-Contabilità, Marittimo e Agricoltura

Studenti con bisogni educativi speciali: Nessuno

Valutazione del livello iniziale: Nessuno studente aveva nozioni di disegno nè di disegno 3D con software. La loro conoscenza del teorema di Pitagora era scarsa, poichè era stato studiato per la prima volta durante il II anno della Scuola Secondaria di Primo grado. La percentuale degli studenti che ha risposto al test di valutazione prima dell'inizio della sperimentazione era pari al 6%.

IMPOSTAZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

Al fine di seguire la sperimentazione, sono stati pianificati e preparati debitamente i seguenti aspetti:

I) MATERIE COINVOLTE

PRINCIPALI MATEMATICI	ARGOMENTI	
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione		<ul style="list-style-type: none"> • Formula pitagorica/Associazione del tipo di algebra con la sua interpretazione geometrica • Conoscenza del teorema di Pitagora e del suo • Soluzione dei problemi attraverso il teorema di Pitagora • Verificare se un triangolo con lati conosciuti sia rettangolare • Collegamenti del teorema di Pitagora con i numeri irrazionali. Applicazione ai problemi geometrici e ai problemi con misurazioni reali
Numero di ore impiegate		20

ALTRE MATERIE COINVOLTE		
Argomenti didattici legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione		DISEGNO TECNICO IN 3D
		Insegnamento delle nozioni di base per l'uso del software per il disegno in 3D
Numero di ore impiegate		4

II) PRINT STEM LAB: LE TECNOLOGIE

- **SOFTWARE(S) per il disegno:** A) 123D_Design-Autodesk, b) tinkercad. Entrambe sono gratuiti e hanno una bella galleria. Tinkercad è adatto ai principianti e l'123_Design-Autodesk è più specifico.

- **SOFTWARE(S) per la stampa:** Cube Print 4.0 . In dotazione con la stampante che abbiamo comprato. Non è un software open-source.

links ai tutorials presenti sul web:

<http://www.3dsystems.com/shop/support/cube/videos>

STAMPANTE 3D:

CUBE 3D PRINTER TECH SPECS

PESO E DIMENSIONI

DIMENSIONI

(con la cartuccia)

13.2(w) x 13.5(h) x 9.5(d) pollici / 33.5(w) x 34.3(h) x 24.1(d) cm

Limite operativo:

28.9(w) x 20.6(h) x 15.8(d) pollici / 73.4(w) x 52.3(h) x 40.1(d) cm

PESO :

(con la cartuccia)

17 libbre/ 7.7 kg

Dimensioni della scatola:

26.3(w) x 20(h) x 14.5(d) pollici / 66.8(w) x 50.8(h) x 36.8(d) cm

Peso della scatola:

22 libbre / 10 kg

CONNETTIVITA'

Wireless:

Stampa attraverso WiFi con Cube Print App per Mac OS X e Windows

Con filo:

Trasferimento dei files di stampa con la chiavetta USB (fornita col Cube)

Dispositivi mobili:

Stampa diretta con Cube Print App per iOS e Android (presto disponibile con download gratuito)

PROPRIETA' DI STAMPA

Tecnologia:

Plastic Jet Printing (PJP)

Getto di stampa:

Dual jets

Massima grandezza del disegno:

6 x 6 x 6 pollici / 15.25 x 15.25 x 15.25 cm

Materiale:

Plastica ABS resistente e plastica PLA compostabile

Spessore dello strato:

70 microns, modalità rapida: 200 microns

Supporti:

Completamente automatizzati, facili da rimuovere

Doppia cartuccia:

Ogni cartuccia stampa da 13 a 14 creazioni di media dimensione

AMBIENTE OPERATIVO

Temperatura ambiente

16–29°C (60–85°F)

Umidità relativa (senza condensazione):

30–60%

SOFTWARE

Descrizione:

Adatto a creare files leggibili da Cube

Getti di stampa:

Dual jets

Requisiti Windows:

Il software Cube funziona con i sistemi operativi a 32 e 64 bit di Windows 7 e superiori

Risoluzione minima dello schermo 1024 x 768

Versione IE minima: 10 e superiori

Requisiti Mac OSX:

Il software cube funziona con Mac OSX 10.9 e superiori

Risoluzione minima dello schermo : 1400 x 900

Requisiti per telefoni e tablets Android :

La App Cube Print è disponibile nel play store per telefoni e tablets Android che utilizzano Android 4.0 (Ice Cream Sandwich) e superiori

Requisiti iOS :

La App Cube Print è disponibile negli [App Store](#) per i vostri telefoni che utilizzano IOS 8 e superiori

Minimi requisiti hardware:

Processore: Multi-core processor - 2GHz o più veloce per core SystemSystem RAM: 2 GBOpen GL per piattaforme mobili: Open GL ES 2.0 e superiori. Open GL per desktops: OpenGL 3.0 e superiori

- **Costo 1350 euro**



IMPORTANTE: Il tempo necessario per stampare 1 oggetto della sperimentazione con questa stampante è di 1 ora in modalità veloce: 200 microns.

MATERIALE PLASTICO: Plastica ABS resistente e plastica PLA compostabile

Costo medio: 50 euro



IMPORTANTE: La quantità di materiale necessaria per stampare 1 set di 3 quadrati, 1 catena e 1 triangolo è pari 5%

III) PIANIFICAZIONE E DURATA DELL'ESPERIMENTO

1- Definizione degli obiettivi di apprendimento e oggetto da stampare

Numero di ore impiegate: 2

Persone coinvolte: 1

2- Identificazione degli argomenti legati alla sperimentazione e pianificazione delle ore lavorative per ogni materia coinvolta

Numero di ore impiegate: 2

Persone coinvolte: 1



3-Valutazione del livello di partenza- introduzione al software per il disegno in3D

Numero di ore impiegate: 4

Persone coinvolte: 1 insegnante +34 alunni

Descrizione:

- Video tutorials di nozioni basilari e comandi del software per il disegno 123 D
- Disegno in scala, misurazioni in cm e mm, sommando e sottraendo dimensioni
- Disegno di base di forme bi-dimensionali , analizzando i metodi di base della visualizzazione dei dati in 2D
- Trasformazioni nello spazio -introduzione alle strutture e metodi descrittivi dei dati in 2D
- Presentazione dei comandi base per la presentazione in 3D-Geometria sulla superficie
- Sequenza-proiezioni di oggetti
- Disegno in 3D di poligoni, triangoli e parallelogrammi

4- Formazione sul teorema di Pitagora/ associazione dell'algebra alla relativa interpretazione geometrica:

Numero di ore: 4

Persone coinvolte: 1 insegnante + 34 alunni

Metodologia didattica usata per insegnare gli argomenti:

- insegnamento attraverso l'uso di oggetti della vita reale. Calcoli- detrazioni
- gruppi di lavoro
- stimolo al pensiero critico e tecniche di problem solving

5- Formazione sui rapporti tra il teorema di Pitagora e i numeri irrazionali:

Numero di ore impiegate: 1

Persone coinvolte: 1 insegnante + 34 alunni

- insegnamento attraverso l'uso di oggetti della vita reale. Calcoli- detrazioni
- gruppi di lavoro
- stimolo al pensiero critico e tecniche di problem solving

6 -Disegno dell'oggetto in 123D

Numero di ore impiegate: 6

Persone coinvolte: 1 insegnante + 34 alunni

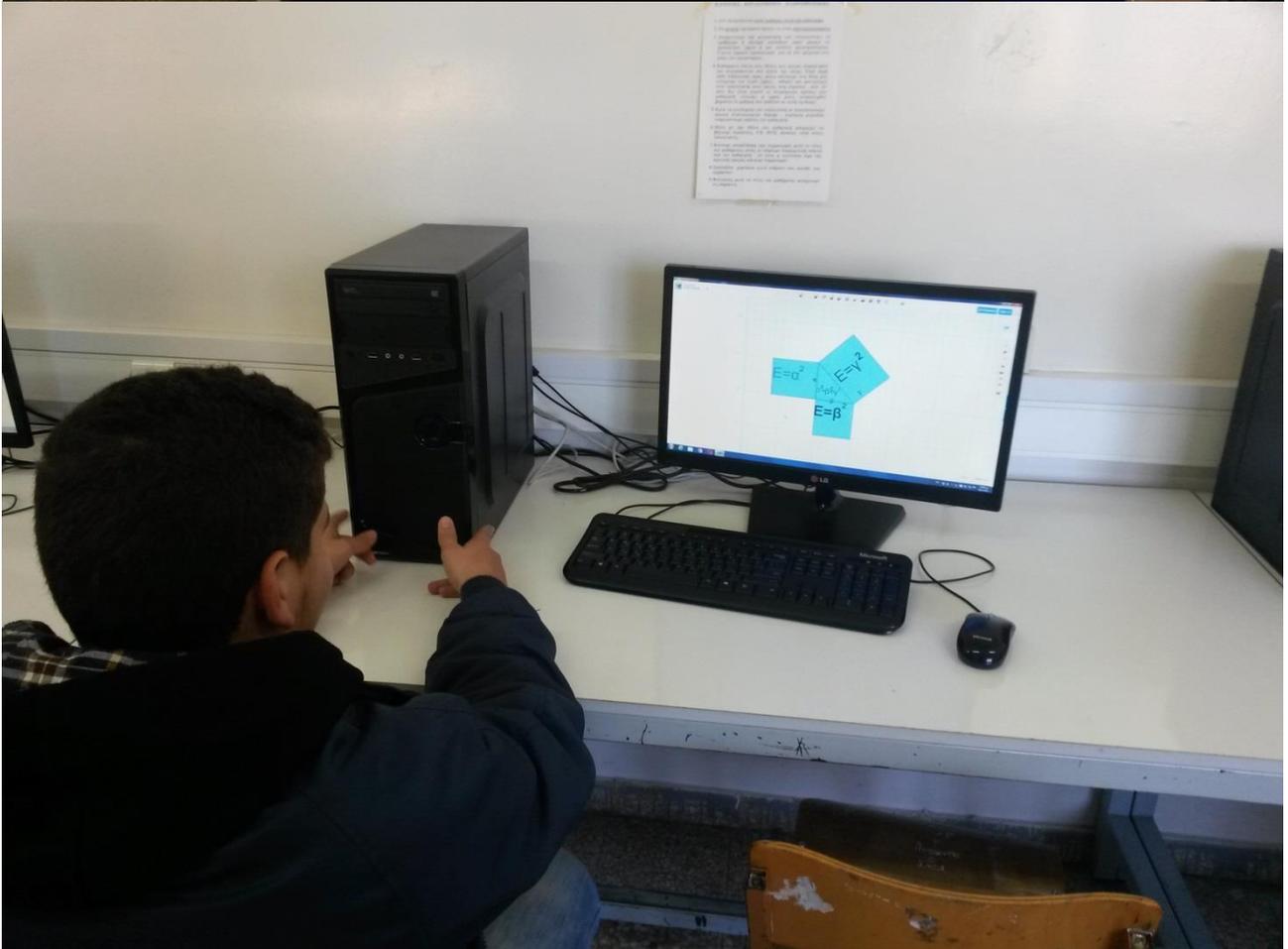
Metodologia didattica usata per insegnare gli argomenti

- Lezione frontale
- Studio autonomo degli studenti
- Lavoro di laboratorio
- Lavoro di gruppo

Gli studenti hanno disegnato i 3 oggetti in 1-2-3D

- La base, che è il triangolo ad angolo retto con i lati 3,4,5, e i 3 quadrati formati sui lati del triangolo
- Il quadrato su un lato verticale
- Il quadrato su un lato verticale, a forma di catena. Poichè il disegno della catena richiedeva particolare abilità , abbiamo deciso di scaricare il file.stl dalla galleria open source su internet <http://www.thingiverse.com/>





7 - Trasferimento dell'oggetto disegnato al software per la stampa in 3D:

Numero di ore impiegate: 2

Persone coinvolte: 1 insegnante +34 alunni

Metodologia didattica usata per insegnare gli argomenti

- Lezione frontale
- Studio autonomo degli studenti
- Lavoro di laboratorio

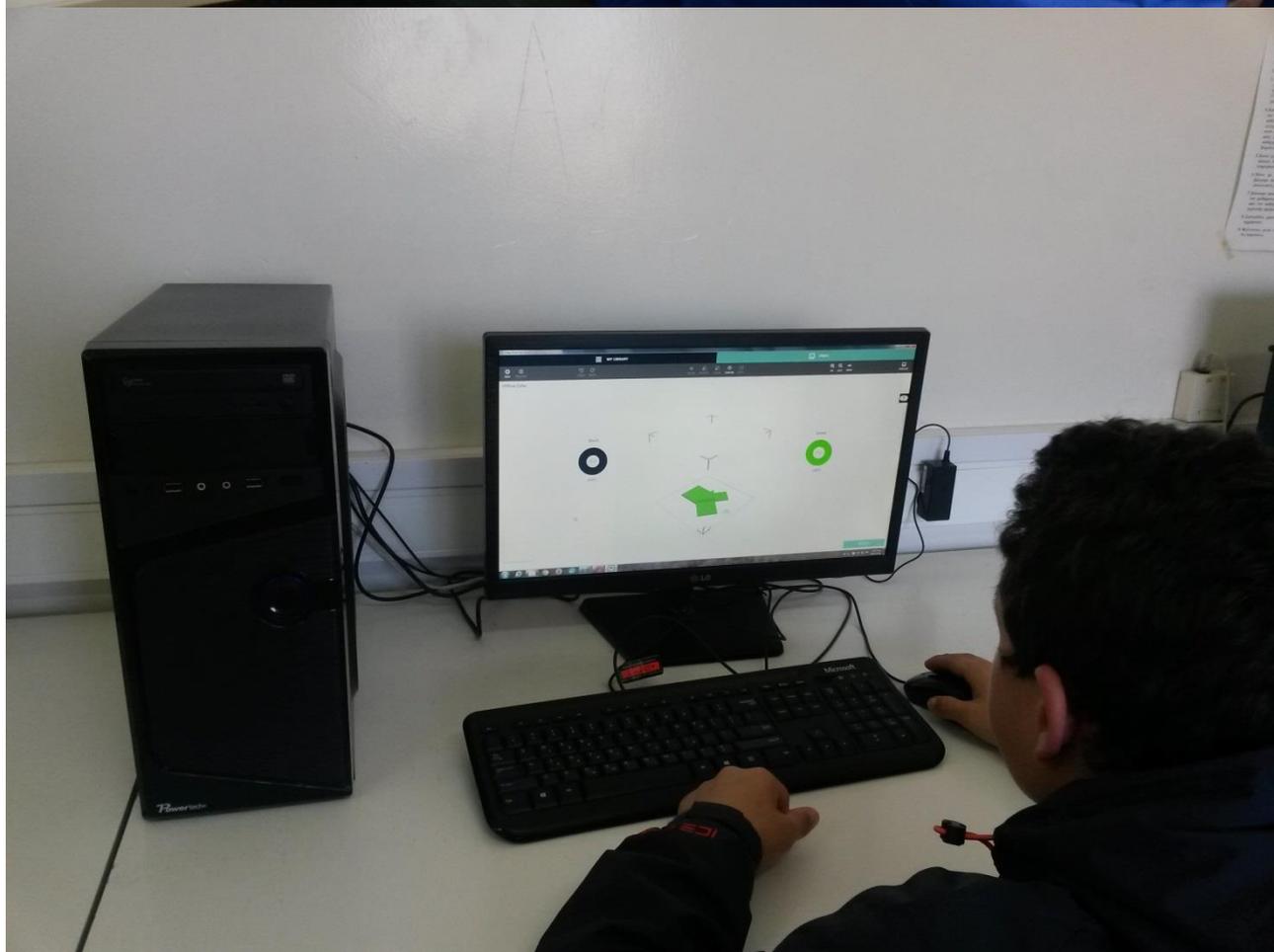
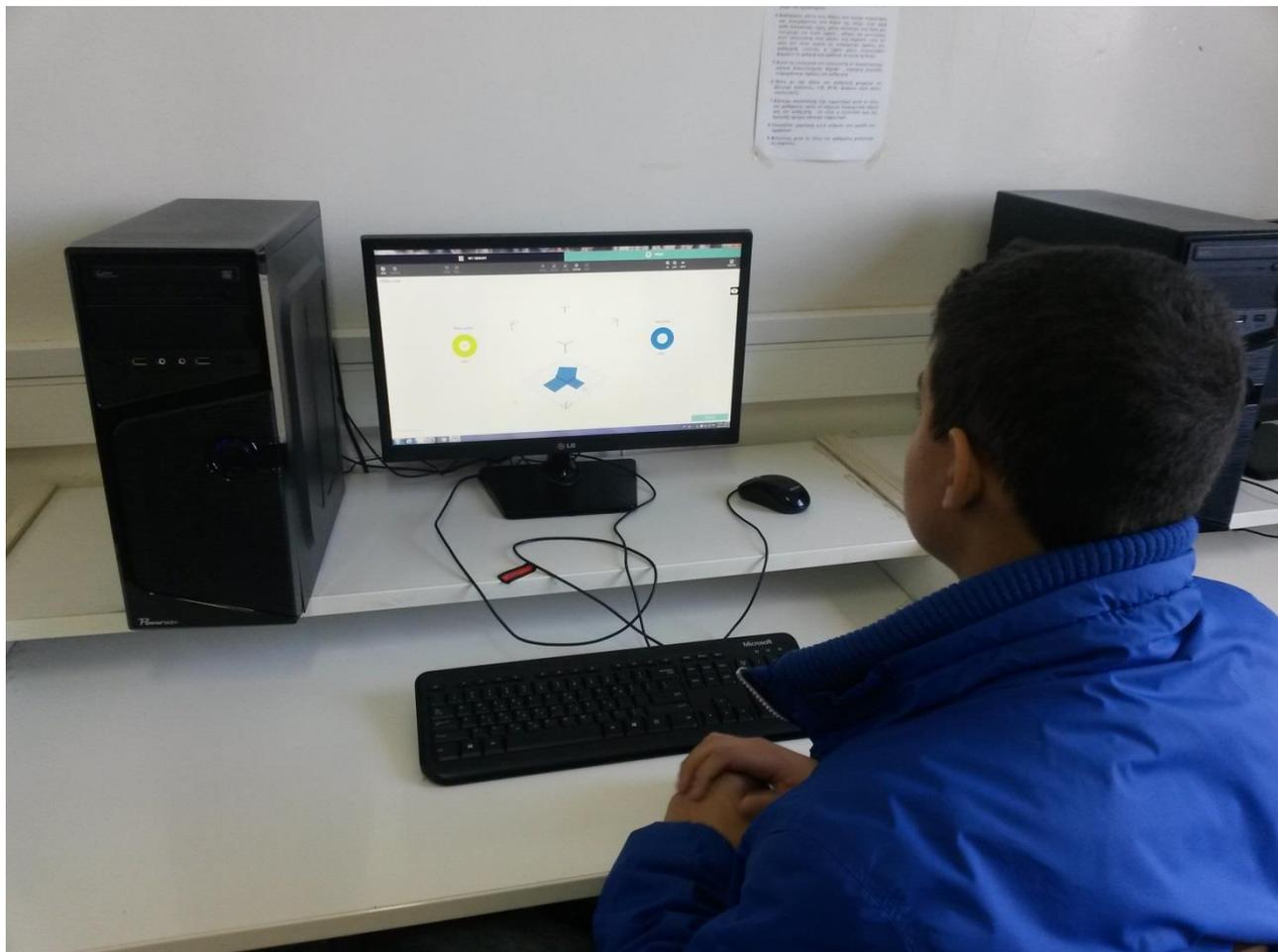
All'inizio abbiamo presentato il processo e i parametri indispensabili per la stampa dell'oggetto. Queste caratteristiche sono poi state applicate dagli studenti all'oggetto disegnato. Nello specifico hanno lavorato su

-movimento, rotazione, ridimensionamento e centratura dell'oggetto

-la selezione del materiale (ABS, PLA) e il colore per ogni testina di stampa

-la qualità di stampa (bozza, Standard, Premium, personalizzazione), risoluzione dello strato (70, or 200 microns) e alla fine sull'eventuale materiale di supporto da utilizzare o meno





8 - Stampa dell'oggetto:

Numero di ore impiegate: 10 (6 con scuola chiusa)

Persone coinvolte: 1 insegnante +34 alunni

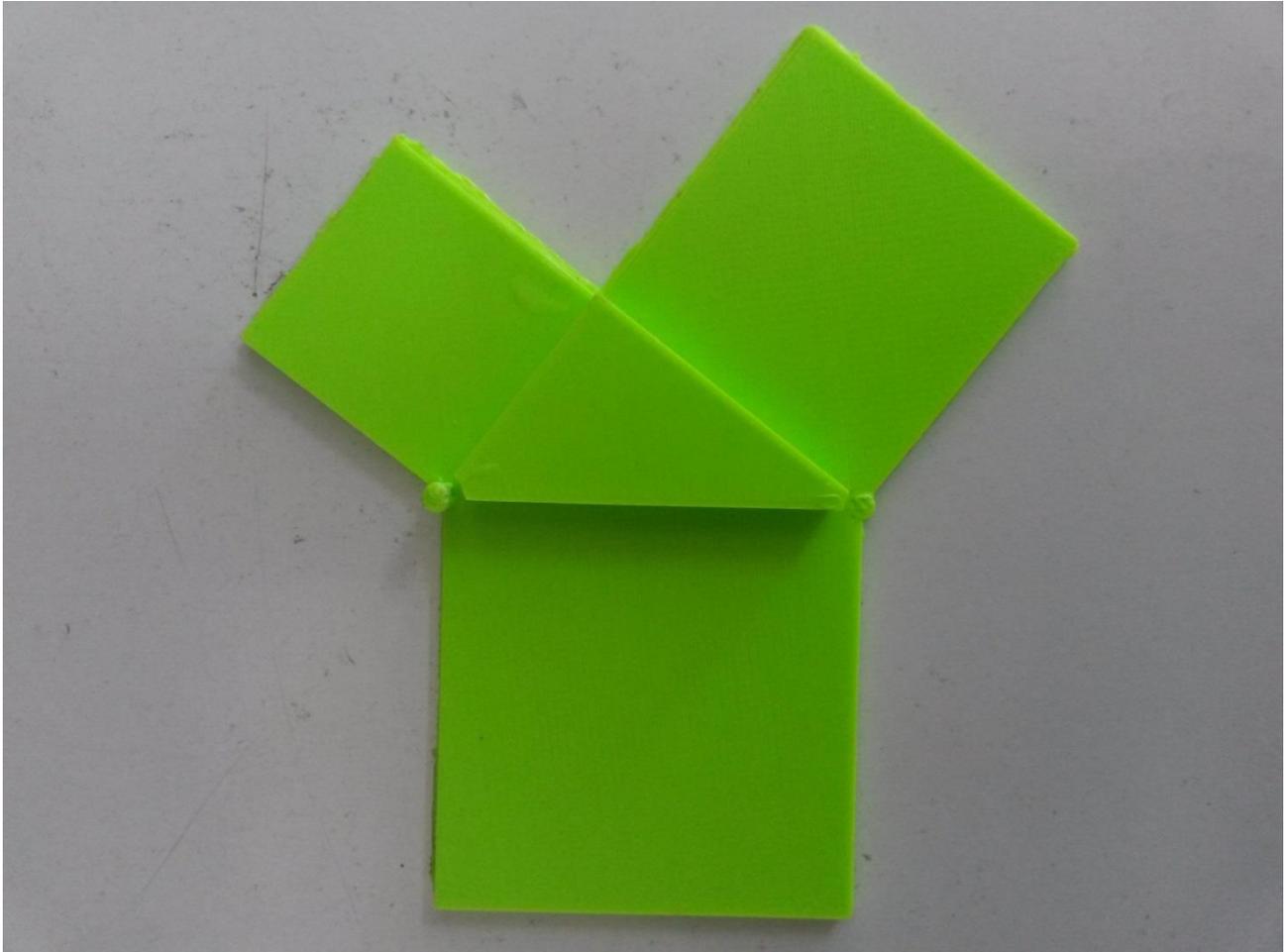
Metodologia didattica usata per insegnare gli argomenti

Non sono stati stampati tutti gli oggetti, ma solo quelli scelti dagli studenti. È stato stampato un oggetto per team. Sotto-gruppi di 4/5 studenti hanno stampato e completato il lavoro in autonomia, con la supervisione discreta dell'insegnante. A volte la stampa è fallita per i seguenti motivi:

- Poca colla nella stampante 3D
- Stampa fuori dai bordi
- Rottura di una delle testine di stampa, che abbiamo dovuto sostituire
- Materiale di stampa difettoso (PLA), che ha smesso di stampare nonostante ce ne fosse ancora un 60% da utilizzare
- Il completamento del progetto è stato lungo, causando un calo dell'interesse negli studenti. Inoltre ci sono stati problemi di stampa, che non hanno potuto essere risolti immediatamente e hanno comportato uno spreco di materiale.







9-Fine della sperimentazione

Numero di ore impiegate: 2

Persone coinvolte: 1 insegnante +34 alunni

Metodologia didattica usata per insegnare gli argomenti

Presentazione dell'oggetto creato dagli studenti

Discussione sulle difficoltà incontrate da parecchi studenti nel disegnare oggetti con software in 3D e relativi tentativi di soluzione. In alternativa abbiamo testato per 1 ora il software tinkercad online, che è gratuito su <https://www.tinkercad.com/>. Durante questo poco tempo, gli studenti lo hanno trovato più semplice da usare, ma non c'è stato il tempo per usarlo più a lungo, al fine di trarne conclusioni più attendibili. Altri studenti hanno consigliato di attingere a gallerie/librerie online gratuite per gli oggetti da stampare. Se non verranno trovati i file online, si dovrà provvedere al disegno autonomo

VALUTAZIONE FINALE DA PARTE DEI DOCENTI

IMPATTI IMMEDIATI:

Gli insegnanti delle principali materie matematiche coinvolte hanno verificato il raggiungimento degli obiettivi didattici mediante verifica scritta, che includeva anche argomenti che esulavano dalla sperimentazione e rientravano nel programma di studi. I risultati sono i seguenti

- 1) Il problem-solving legato alla risoluzione del teorema di Pitagora è migliorato. La percentuale di studenti che aveva risposto al test di valutazione iniziale prima dell'inizio della sperimentazione era del 6% , successivamente è salita al 65%
- 2) I miglioramenti evidenti sono legati soprattutto alla capacità di risolvere il teorema di Pitagora ed il suo inverso sia in forma orale e che scritta
- 3) I risultati sopracitati sono il risultato della combinazione di altri fattori. In altre parole il tempo impiegato per l'insegnamento del teorema di Pitagora -insieme all'uso del disegno in 1-2-3D- è stato di complessive 24 ore, mentre il tempo previsto dal programma di studi per l'insegnamento tradizionale è solo di 6 ore.

L'osservazione diretta degli studenti ha consentito di registrare i seguenti risultati di apprendimento e/ o "trasversali":

- 1) Alcuni studenti hanno riscontrato difficoltà nel disegno in 123D, acuite dalla loro occasionale, ma volontaria, assenza dalle lezioni.
- 2) C'è il rischio di aggiungere difficoltà a quelle già pre-esistenti in ambito matematico e del disegno in 3D o, nella migliore delle ipotesi, di sostituire queste con altre
- 3) Gli studenti non sembravano molto interessati al progetto di stampa, perchè richiedeva troppo tempo ed era relegato ad ore extra-scolastiche, con limitazioni di spazio

LEZIONI APPRESE

Le attività generali legate al progetto sono state indubbiamente positive

Insegnanti e studenti hanno ricavato molto da questo progetto, che prevedeva l'uso di tecnologie innovative, divenute ormai indispensabili. Hanno inoltre implementato le proprie abilità e competenze matematiche. I seguenti punti vanno intesi come stimolo ad ulteriori produzioni e non come motivi di scoraggiamento

Nell'ordine in cui si sono presentati

1. Il taglio di risorse finanziarie della scuola che ha portato a ritardi, per ciò che riguarda l'acquisto della stampante in 3D e ha limitato le funzioni e la gestione dei materiali di stampa (PLA e ABS)
2. Bisogna innanzitutto garantire un numero sufficiente di insegnanti di diverse materie, che lavorino con impegno al progetto. La mancanza di interesse da parte dei nostri colleghi insegnanti e la mancanza di nuovi insegnanti per quest'anno scolastico, ha fatto sì che solo un

- insegnante- per ciò che riguarda IO4- fosse coinvolto nel progetto e sobbarcato del carico di lavoro, con la conseguente fastidiosa risoluzione dei problemi legati a software e stampante, di cui si parlerà dopo.
3. Insegnanti e studenti hanno riscontrato molte difficoltà nell'uso del software 3D per il disegno. È necessario un corso per il disegno in 3D per gli insegnanti, prima dell'inizio della sperimentazione e la scelta di software 3D per il disegno, adatti ai principianti. In alternativa, se la materia non è l'Ingegneria, si può ricorrere alle gallerie online con file.stl preimpostati
 4. La scelta di hardware e software è di grande importanza. L'aspetto più importante da considerare sono i problemi tecnici che si sperimentano con la stampante in 3D, dal momento che non viene garantito il supporto tecnico dai Business partners. Sulla base delle esperienze negative, è meglio suggerire agli insegnanti di evitare l'utilizzo della stampante Cube 3printer per le sperimentazioni, dal momento che, sia la stampante che il materiale di stampa, si sono rivelati difettosi

PUNTI DI FORZA DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ Gli studenti vengono introdotti ad una tecnologia innovativa, che avrà un forte impatto nell'evoluzione umana, tanto da essere già stata considerata come la Terza Rivoluzione Industriale
- ✓ Gli studenti, diventando sempre più esperti nel campo della stampa in 3D, acquisiscono sempre maggiore fiducia nei mezzi e diventano più creativi
- ✓ Imparano ad apprendere dagli errori, inevitabili nel percorso di vita e di studi
- ✓ Riescono a cogliere in maniera tangibile nozioni, altrimenti astratte o impossibili da comprendere
- ✓ Gli studenti imparano in maniera indiretta -attraverso prove e verifiche di formule ed assiomi matematici- tutti i settori, nei quali le stampanti 3D hanno già trovato applicazione
- ✓ Gli studenti scoprono un modo nuovo di approcciarsi e acquisire conoscenze

PUNTI DEBOLI DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ Il costo dell'acquisto della stampante e dei materiali da utilizzare sono alti e molte delle scuole greche non possono permetterseli
- ✓ Quando il lavoro in 3D è troppo grande o di alta precisione, esso richiede troppo tempo, provocando negli studenti un calo della soddisfazione nel vedere completato il proprio lavoro
- ✓ L'insegnamento dell'uso del software per il disegno in 3D, così come l'insegnamento di materie Stem nella maniera tradizionale può essere un ostacolo con i ben noti effetti collaterali
- ✓ E' necessario tempo per prepararsi da parte degli insegnanti, al fine di strutturare la sperimentazione in modo accurato.
- ✓ Strumenti di laboratorio accessibili a tutti gli insegnanti STEM
- ✓ Supporto tecnico indispensabile per sopperire a problemi, che rendono vano il lavoro e vanificano l'interesse dei ragazzi
- ✓

RACCOMANDAZIONI

- ✓ Il software per il disegno in 3D deve essere facile da usare, adatto ad apprendisti e ad insegnanti, che non hanno mai utilizzato tali software in precedenza
- ✓ Seguire eventuali seminari sul software e hardware scelti per l'esperimento e se l'insegnante non si sente sicuro, non deve utilizzarlo
- ✓ Oltre all'insegnamento di argomenti STEM, la stampante 3D può venire utilizzata in progetti interdisciplinari, che riguardino la Storia locale e l'architettura, realizzando la stampa di monumenti locali importanti, la cui realizzazione coinvolga insegnanti di Lingue, Informatica ed Ingegneria Civile
- ✓ Incoraggiamento all'uso di open source, di librerie online, con file .stl pre-impostati, già utilizzati, che consentano di restare concentrati sull'obiettivo, superando i potenziali ostacoli legati all'insegnamento del disegno in 3D
- ✓ Assicurarsi che ci sia un supporto tecnico
- ✓ Incoraggiare gli studenti a lavorare su oggetti di loro interesse, usando, inizialmente, file pre-impostati, in modo da rendere meno traumatico l'insegnamento di nozioni più difficili, come quelle matematiche.

2.2 PICCOLO RAZZO FUNZIONANTE E LANCIATO (Kirby Stephen Grammar School -UK)**LEARNING OBJECTIVES - OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO****OBIETTIVI GENERALI:**

- 1) Capire le leggi del moto di Newton
- 2) Capire la Velocità
- 3) Capire l'accelerazione
- 4) Capire la spinta
- 5) Predire la traiettoria di un razzo

OBIETTIVI SPECIFICI:

- 1) Come usare l'equazione SUVAT
- 2) Come applicarla
- 3) Lavorare attraverso esempi

Come e perchè sono stati identificati tali obiettivi da parte degli insegnanti?

Gli obiettivi erano legati principalmente all'applicazione di argomenti matematici ad un progetto divertente. La scelta del razzo presentava maggiori vantaggi rispetto ad altri, soprattutto l'interesse da parte degli studenti nel costruire un razzo, che ci avrebbe condotti negli argomenti matematici da trattare nel progetto.

Gli aspetti matematici del progetto sono molto variabili ed adattabili alle capacità dei vari gruppi e danno ampia libertà di differenziazione.

Un altro aspetto di questa flessibilità consiste nell'abilità di conformare gli argomenti matematici del progetto a quelli previsti dal relativo piani di studi

Un'altra motivazione è il crescente interesse per l'esplorazione nello spazio, la prima volta dell'Inghilterra in una stazione spaziale internazionale e la possibilità di colonizzare Marte. Il film 'Sopravvissuto-Il Marziano' è utile in tal senso per stimolare l'interesse dei ragazzi

OGGETTO STAMPATO

Razzo ad uno stadio, con punta a cono, vano motore e alette.

Perchè questo oggetto?

Perchè da l'opportunità ai ragazzi di creare e testare il razzo, facendone esperienza diretta. Poichè il progetto era stato disegnato in precedenza, gli studenti hanno semplicemente utilizzato le proprie abilità nel disegno e nella creazione, all'interno di uno schema, garantendo il successo del progetto stesso, obiettivo considerato piuttosto importante.



PREREQUISITI

- ✓ Uso del Software 3 D
- ✓ Uso e accesso alla stampante in 3D
- ✓ Capacità di base di eseguire equazioni
- ✓ Conoscenza di base delle leggi del moto

INSEGNANTI COINVOLTI

1 Insegnante di Disegno e Tecnologie a supporto per il software in 3 D e i tutorials

1 Insegnante di Chimica per l'insegnamento delle reazioni chimiche

1 Insegnante di Fisica per Fisica e Matematica

Parametri di scelta dell'insegnante

Gli insegnanti sono stati scelti per competenza, entusiasmo per il progetto e capacità di portarlo a termine, affidabilità e capacità organizzative.

Importante, inoltre, è stato capire come calibrare il progetto e valutare le competenze degli studenti, affinché l'argomento fosse adatto a loro e consentisse di acquisire nuove capacità, applicando quanto finora appreso

GRUPPO DEGLI STUDENTI COINVOLTI

Numero di studenti: 40

Tipo di gruppo: 1 gruppo misto composto in larga parte, ma non del tutto, da studenti più dotati e particolarmente interessati ad argomenti tecnici. 3 studenti hanno certificazioni per problemi dell'apprendimento. 1 ha problemi comportamentali e 2 sono dotati e talentuosi

Numero di classi: 2

Specializzazione delle classi coinvolte nella sperimentazione: Tutti gli studenti studiano materie scientifiche e matematiche. Il 60% ha scelto il corso di studi in Tecnologie/Ingegneria

Studenti con bisogni educativi speciali: 4 studenti sono stati valutati come Dotati e Talentuosi . 2 sono dislessici

Valutazione del livello di partenza: ricorso alle votazioni previste dal Key Stage 2 e verifiche di Matematica e Scienze

IMPOSTAZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

I) MATERIE COINVOLTE

PRINCIPALI ARGOMENTI MATEMATICI	
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	Manipolazione di espressioni algebriche Utilizzo delle equazioni SUVAT
Numero di ore impiegate	9

ALTRE MATERIE COINVOLTE	
Argomenti didattici legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	Fisica Velocità, tempo e accelerazione
Numero di ore impiegate	9

ALTRE MATERIE COINVOLTE	
Argomenti didattici legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	Chimica Ossido riduzioni
Numero di ore impiegate	1

ALTRE MATERIE COINVOLTE	
	Uso della stampante 3D

Argomenti didattici legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	
Numero di ore impiegate	3

II) PRINT STEM LAB: LE TECNOLOGIE

- **SOFTWARE(S) per il DISEGNO:** Trimble/Google Sketchup V8. Sono ora disponibili versioni successive. Software in 3D semplice, veloce e gratuito. C'è una vasta libreria online da scaricare e un'ampia rete di supporto. Parecchi downloads disponibili e video di auto-aiuto.
- **SOFTWARE(S) per la STAMPA:** è stato utilizzato il software Cura, specifico per Ultimaker. E' scaricabile gratuitamente ed è open source. C'è anche una community di supporto.
- **STAMPANTE 3D:** Ultimaker 2

IMPORTANTE: tempo necessario per stampare 1 oggetto della sperimentazione con questa stampante è di 3/4 d'ora

- **MATERIALE PLASTICO:** è stata usata la PLA per gran parte della stampa, perchè più affidabile e meno deformabile rispetto all'ABS.

IMPORTANTE: Quantità di materiale necessaria per stampare 1 razzo con punta a cono e il vano motore: circa 20 mm cubici

III) PIANIFICAZIONE E DURATA DELL'ESPERIMENTO

1- Definizione degli obiettivi di apprendimento e oggetto da stampare

Numero di ore impiegate: $\frac{3}{4}$ d'ora massimo.

Persone coinvolte: 2

2- Identificazione degli argomenti legati alla sperimentazione e pianificazione delle ore lavorative per ogni materia coinvolta

Numero di ore impiegate: $\frac{1}{2}$ ora per discutere cosa ogni insegnante dovesse preparare

Persone coinvolte: 3

3° - Valutazione del livello in ingresso:

Numero di ore impiegate: 1 per raccogliere le precedenti valutazioni

Persone coinvolte: 2

4° - Formazione in Matematica:

Numero di ore impiegate: 5 e ancora in corso

Persone coinvolte: 1

Metodologia didattica usata per insegnare gli argomenti: lezioni frontali

5° - Formazione in Chimica:

Numero di ore impiegate: 1

Persone coinvolte: 2

Metodologia didattica usata per insegnare gli argomenti: lavoro in laboratorio

6° - Disegno CAD dell'oggetto

Numero di ore impiegate: 5 per preparare il tutorial e 4 da parte degli studenti per seguirlo

Persone coinvolte: 1

Metodologia didattica usata per insegnare gli argomenti: tutorial auto-guidati

7° - Trasferimento dell'oggetto disegnato al software per la stampa in 3D:

Numero di ore impiegate: 1

Persone coinvolte: gruppo di studenti

8° - Stampa dell'oggetto:

Numero di ore impiegate: 40 minuti per la punta a cono e il vano motore e 40 minuti per le alette. Con la stampante in funzione anche di notte non ci sono stati problemi di orario.

Persone coinvolte: ogni studente è stato incoraggiato a stampare da solo. Tuttavia, difetti nel disegno e nella creazione dell'oggetto hanno comportato la ri-stampa o la modifica del disegno da parte dell'insegnante

Metodologia didattica usata per insegnare gli argomenti: gli studenti sono stati incoraggiati a disegnare, a convertire il file e a stampare il razzo. Tuttavia, si sono inevitabilmente presentati dei problemi: disegni sbagliati, dimensioni errate, le maglie di stampa erano sbagliate o il filamento di stampa si è sporcato. Ciò ha richiesto l'intervento del tecnico o dell'insegnante, il quale aveva a disposizione molti modelli pre-stampati, a cui ricorrere in caso di stampe errate. Le alette, che potevano essere stampate solo 3 alla volta, sono state stampate prima dai ragazzi.

9° - Fine della sperimentazione

Numero di ore impiegate: 2

Persone coinvolte: 1 insegnante

Gli studenti hanno avviato il razzo e hanno fatto una verifica di basic design

VALUTAZIONE FINALE DA PARTE DEI DOCENTI

RISULTATI IMMEDIATI:

L'insegnante della materia principale coinvolta nel progetto ha appurato l'apprendimento degli obiettivi prefissi attraverso discussioni e semplici esercizi di matematica, chimica e fisica, registrando i seguenti risultati:

- 1) Gli studenti hanno capito di più la stampa in 3D
- 2) Alcuni concetti matematici erano troppo rigorosi e dovevano essere semplificati. Si dovrebbe forse insegnare un solo un concetto matematico

L'osservazione diretta degli studenti ha consentito di registrare i seguenti risultati di apprendimento e/o "trasversali

- 1) Alcuni studenti hanno preso bene il progetto e hanno aiutato altri studenti. La collaborazione tra gruppi è stata davvero incoraggiante. La parte relativa al disegno ha dato risultati molto buoni, grazie allo spirito di collaborazione, aiuto e competizione, che dovrebbe essere applicato anche alla parte matematico/scientifica.

LEZIONI APPRESE

Il tipo di progetto e il modo in cui affronti l'insegnamento dipendono molto dal tipo di istituzione in cui si lavora. Il tempo a disposizione per l'insegnamento è un fattore limitante ed è importante considerare la proporzione tra lavoro di stampa e lavoro teorico.

La stampa in 3D potrebbe essere un modo di iniziare i ragazzi ad un argomento o ad un progetto, accrescendo l'interesse nel progetto. Sarebbe, comunque, meglio fornire uno schema da seguire ad es. dopo aver spiegato un principio matematico a cui fanno seguito dei calcoli, l'insegnante potrebbe ritornare alla stampa in 3D, cercare un altro argomento e dare agli alunni esercizi da fare e così via

Come insegnante di Disegno ed Ingegneria, userò il progetto come stimolo per i ragazzi, per insegnare loro come usare il software per il disegno in 3D (Sketchup), come base per parlare di materiali, proprietà dei materiali e dei processi di produzione.

Costruire gradualmente il progetto pilota: ad es iniziare facendo loro utilizzare il pacchetto del software in 3D. Se si ottiene un risultato positivo, procedere poi alla stampa. Verificare se i ragazzi rispondono, quindi dare loro un compito sulle proprietà dei materiali richiesti per il lancio del razzo. Testare il razzo.

Iniziare con progetti semplici con diversi gruppi, consente all'insegnante di valutare la fattibilità del progetto da intraprendere

I maggiori problemi riguardano la stampa: il tempo che si impiega per la stampa dell'oggetto e il cattivo esito della stessa. Ottimizzare i tempi stampando di notte. In ogni caso, a seconda della programmazione, potrebbe avanzare tempo, perciò è importante avere del lavoro di riserva

PUNTI DI FORZA DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ Divertimento
- ✓ Interessante per insegnante e studenti
- ✓ Interessa e coinvolge molte conoscenze
- ✓ Coinvolge e riguarda un ampio numero di competenze/capacità
- ✓ Coinvolge e riguarda un ampio numero di materie STEM
- ✓ Varietà di nozioni da apprendere da parte degli studenti
- ✓ Fornisce numerose opportunità di insegnamento
- ✓ Gli studenti possono sentirsi ispirati

PUNTI DEBOLI DELLA SPERIMENTAZIONE

- ✓ Può richiedere molto tempo reperire le risorse
- ✓ L'organizzazione può richiedere tempo
- ✓ Può ostacolare l'insegnamento di altri argomenti curriculari
- ✓ Potrebbe fallire

RACCOMANDAZIONI

Il prossimo passo sarà quello di sviluppare un'ampia gamma di progetti legati a quello del razzo. Tra questi il progetto Marte, cui si allacciano altri progetti legati alla sua colonizzazione. Ad es. gli studenti potrebbero sviluppare e creare il razzo, la base, le navicelle, il braccio robotico. Poi esaminerò i links/collegamenti con il piano di studi per la materie STEM

2.3 SITI STORICI DELLA CITTÀ DI ADANA (Sabanci Kiz Teknik Ve Meslek Lisesi - Turchia)**LEARNING OBJECTIVES - OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO****OBIETTIVI GENERALI:**

- 1) Stimolare l'interesse e la motivazione per la Matematica
- 2) Migliorare il problem-solving degli studenti nelle situazioni di vita reale
- 3) Consentire agli studenti di apprezzare l'importanza e l'utilità di metodi educativi non convenzionali, come il fai-da-te, l'apprendimento attraverso la pratica, lo stimolo all'esperienza personale

OBIETTIVI SPECIFICI:

- 1) Fornire agli studenti le competenze basilari per il disegno e la stampa in 3D
- 2) Rafforzare la creatività
- 3) Evidenziare come la Matematica sia una scienza semplice, da utilizzarsi anche nella vita reale

Come e perchè sono stati identificati tali obiettivi da parte degli insegnanti?

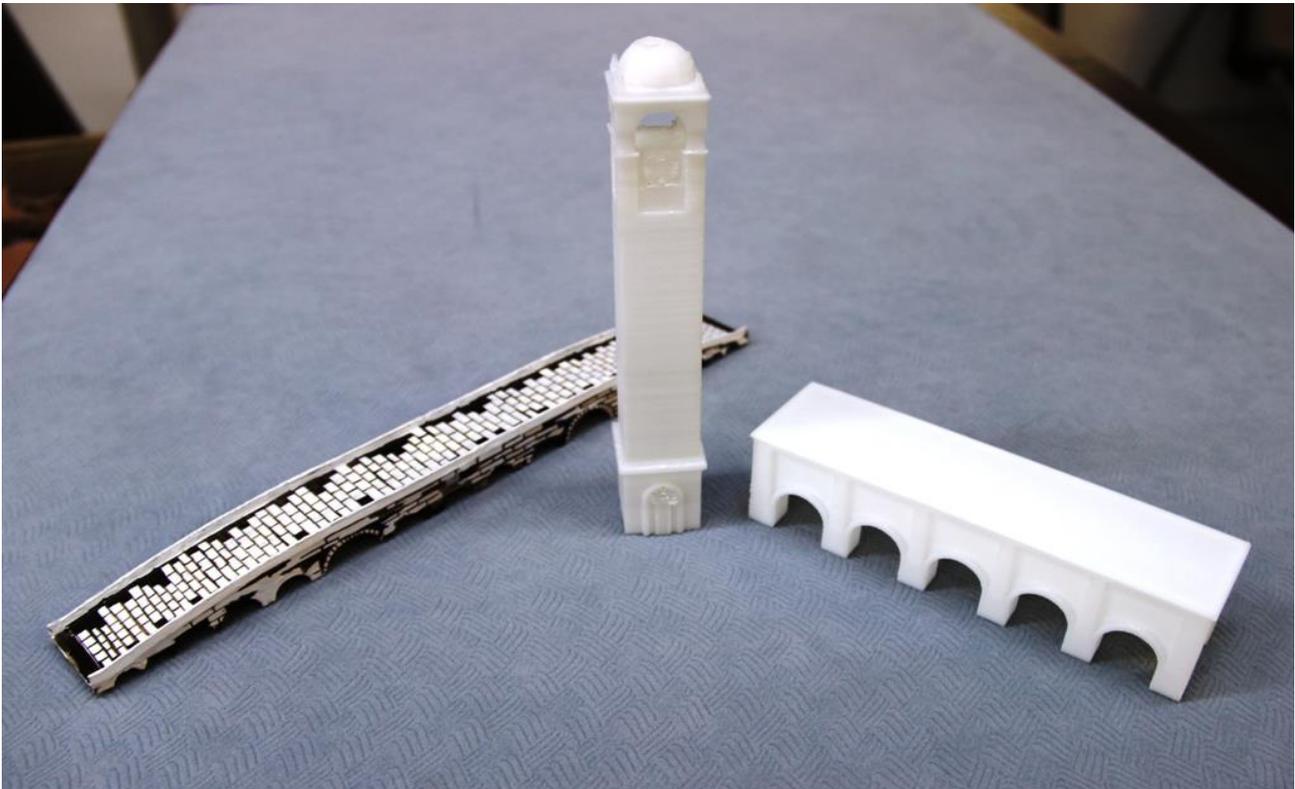
Il nostro Ministero della Pubblica Istruzione prevede come argomenti del piano di studi obbligatorio per gli studenti del nono e decimo anno di studi, il prisma rettangolare, il prisma triangolare, la circonferenza, la parabola, le funzioni, la simmetria, il semi-cerchio, le curve paraboliche, le piramidi tronche e le misurazioni. Ci siamo, pertanto, approcciati alla sperimentazione, tenendo conto delle direttive ministeriali da seguire.

OGGETTI STAMPATI

Sulla base degli obiettivi di apprendimento, specifici e generali, i nostri insegnanti hanno deciso di stampare tre oggetti relativi ad altrettanti siti archeologici della nostra città: il ponte romano di pietra, il bazar ottomano e la torre dell'orologio

Perchè questi oggetti?

La motivazione è legata allo stimolo e al miglioramento delle conoscenze matematiche, non perdendo di vista l'obbligo di conseguire gli obiettivi del piano di studi ministeriali sopracitato



PREREQUISITI

I prerequisiti specifici richiesti agli studenti sono stati:

- √ competenza/conoscenza di base del computer inerente al disegno e alla stampa in 3D
- √ conoscenze matematiche delle misurazioni e dei calcoli

DOCENTI COINVOLTI

5 gli insegnanti coinvolti nel progetto:

2 insegnanti di informatica

2 insegnanti di Arte e Disegno

1 insegnante a supporto tecnico/informatico

Parametri di scelta degli insegnanti

2 insegnanti di Matematica sono stati scelti per dare supporto durante la fase di misurazione, calcolo ed elaborazione del progetto

2 insegnanti di Arte e Disegno e un insegnante a supporto tecnico e informatico sono stati scelti per utilizzare e trasferire i dati all'interno del computer e per stampare i modelli in 3 D, anche sulla base delle conoscenze matematiche pregresse degli alunni stessi

II GRUPPO DEGLI STUDENTI COINVOLTI

Numero di student: 40

Tipo di gruppo: studenti di Arte & Disegno e Classi ad indirizzo calzaturiero

Numero di classi: 2

sperimentazione Specializzazione delle classi coinvolte nella sperimentazione: 2

Studenti con bisogni educativi speciali: Nessuno

Valutazione del livello di partenza: abbiamo utilizzato, a tal scopo, il seguente metodo di indagine e valutazione:

- 1) motivazione e interesse
- 2) capacità matematiche
- 3) capacità informatiche e di disegno

IMPOSTAZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

Al fine di seguire la sperimentazione, sono stati pianificati e preparati debitamente i seguenti aspetti:

I) MATERIE COINVOLTE

PRINCIPALI MATEMATICI	ARGOMENTI	
		Oggetti geometrici
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	della	Misure, scale, modellizzazione matematica
Numero di ore impiegate		29

ALTRI ARGOMENTI COLLEGATI	Sketch-Up Pro
Argomenti didattici legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	Software training per studenti e insegnanti
Numero di ore impiegate	15

ALTRI ARGOMENTI COLLEGATI	Informatica
Argomenti didattici legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	Hardware training per alunni e insegnanti
Numero di ore impiegate	15

II) PRINT STEM LAB: LE TECNOLOGIE

- **SOFTWARE(S) per il disegno:** SketchUp Pro per la facilità d'uso e la licenza gratuita
- **SOFTWARE(S) per stampare:** Zotrax Z-Suite perchè supporta le caratteristiche della nostra stampante e ha un'interfaccia utente semplice
- **3D PRINTER:** Zortrax M200 costa circa 2.000 Dollari

Dettagli tecnici:

DIMENSIONI:

Senza bobina 345 x 360 x 430 mm [13.6 x 14 x 17 in]

Con bobina 345 x 430 x 430 mm [13.6 x 17 x 17 in]

Confezione 460 x 470 x 570 mm [18 x 18.5 x 22.4 in]

Peso 13 kg [28.7 lbs] Peso con imballo 20 kg [44 lbs]

TEMPERATURA AMBIENTE 15°-35° C [60°-95° F]

Temperatura di conservazione 0°-35° C [32°-95° F]

Potenza elettrica ac 110/240V ~ 2 A 50/60 Hz

Requisiti di alimentazione 24 V DC @ 11 A Consumo ~ 190W

Connettività SD card [inclusa], WiFi*

SOFTWARE

Software bundle Z-Suite®

Tipi di File .stl, .obj, .dxf

Supporti Mac OS X / Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8

STAMPA

Tecnologia di stampa LPD - Layer Plastic Deposition

Volume 200 x 200 x 185 mm [7.87 x 7.87 x 7.28 in]

Impostazioni di risoluzione dello strato Avanzata: 25-50* microns [0.000984-0.0019685 in]

Standard: 90-400 microns [0.003543-0.015748 in]

Spessore minimo della parete Minimo: 400 microns Ottimale: 800+ microns

Risoluzione del singolo punto stampabile: 400+ microns

Diametro del filamento 1.75 mm [0.069 in]

Tipo di filamento Z-Filament Series

Diametro dell'ugello 0.4 mm [0.015 in]

Minimo posizionamento singolo/semplice 1.5 microns Precisione di posizionamento X/Y 1.5 microns Z single step 1.25 microns

Temperatura max di estrusione 380° C [716° F]

Temperature max con piattaforma riscaldata 110° C [230° F]



IMPORTANTE: tempo necessario per stampare : 16 ore

- **MATERIALE PLASTICO:** Filamento Z-ABS, 50 Euro, costo medio su siti internet zortrax, 3dfab, alibaba

Dettagli tecnici del filamento:

Tipo	Bobina
Adibito a	Zortrax M200
Technologia	LPD
Requisiti Hardware	No
Superficie	Opaca

durezza	Media
Elasticità	Media
Resistenza all'urto	Media
Resistenza alla trazione	Bassa
restringimento	Medio
Trattamento meccanico	Si
Trattamento chimico	Si
peso	800 g (1.76 lb) net. wt. (+/- 3%)



IMPORTANTE: quantità di questo materiale necessaria per stampare 1 oggetto: dipende dal tipo di filo interno dell'oggetto. La media da noi calcolata è di 20 m per oggetto.

III) PIANIFICAZIONE E DURATA DELL'ESPERIMENTO

1° - definizione degli obiettivi di apprendimento e oggetto da stampare

Numero di ore impiegate: 10

Persone coinvolte: insegnanti di Matematica e Arte, tecnici di stampante

2° - Identificazione degli argomenti legati alla sperimentazione e pianificazione delle ore lavorative per ogni materia coinvolta

Numero di ore impiegate: 8

Persone coinvolte: insegnanti di Matematica e Arte



3° Valutazione del livello di partenza

Numero di ore impiegate: 8

Persone coinvolte: insegnanti di Matematica e Arte, studenti

4° - formazione in Matematica/Geometria

Numero di ore impiegate: 40

Persone coinvolte: insegnanti di Matematica e Arte, studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: lezioni frontali, studio autonomo da parte degli alunni, attività di laboratorio, lavoro di gruppo, insegnamento tradizionale nelle classi

5° - formazione relativa all'uso del Software:

Numero di ore impiegate: 15

Persone coinvolte: insegnanti di Matematica e Arte, tecnici di stampante, studenti

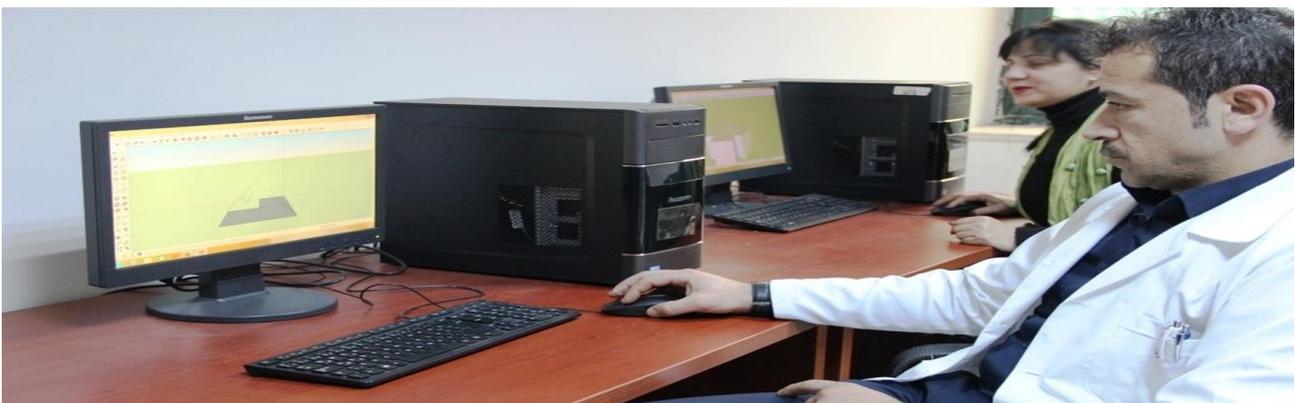
Metodologia didattica usata per l'insegnamento: lezioni frontali, studio autonomo da parte degli alunni, attività di laboratorio, lavoro di gruppo

6° - disegno CAD dell'oggetto

Numero di ore impiegate : 6

Persone coinvolte: insegnanti di Matematica e Arte, tecnici di stampante, studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: lezioni frontali, attività di laboratorio, lavoro di gruppo

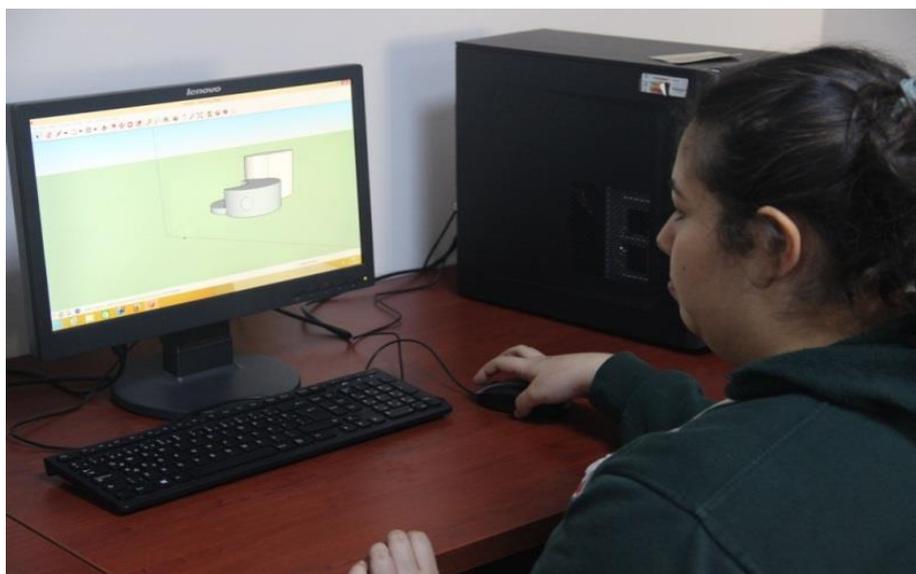


7° - trasferimento dell'oggetto disegnato al software di stampante 3D

Numero di ore impiegate: 7

Persone coinvolte: insegnanti di Matematica e Arte, tecnici di stampante, studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: attività di laboratorio, lavoro di gruppo

**8° - Stampa dell'oggetto:**

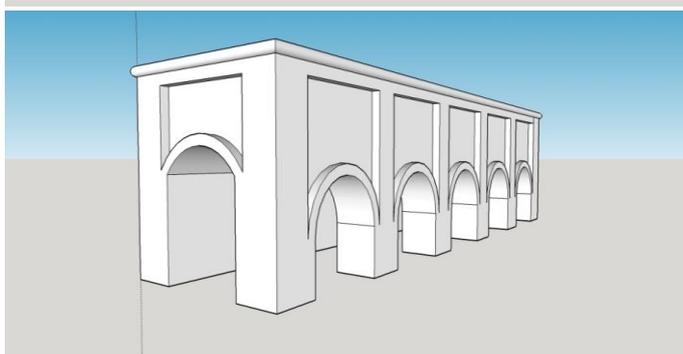
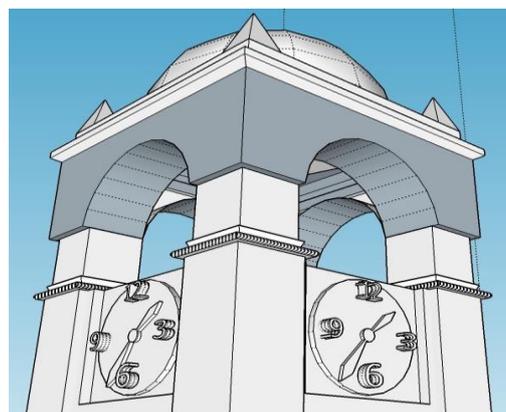
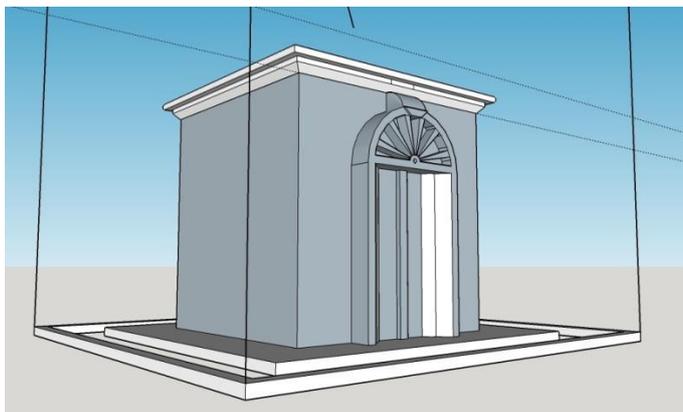
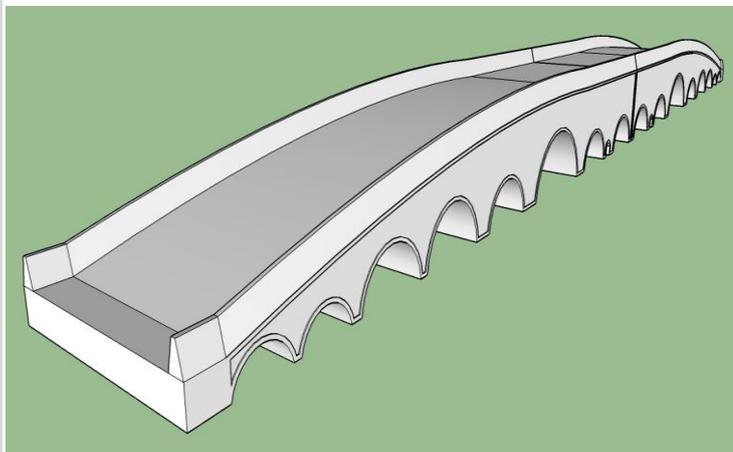
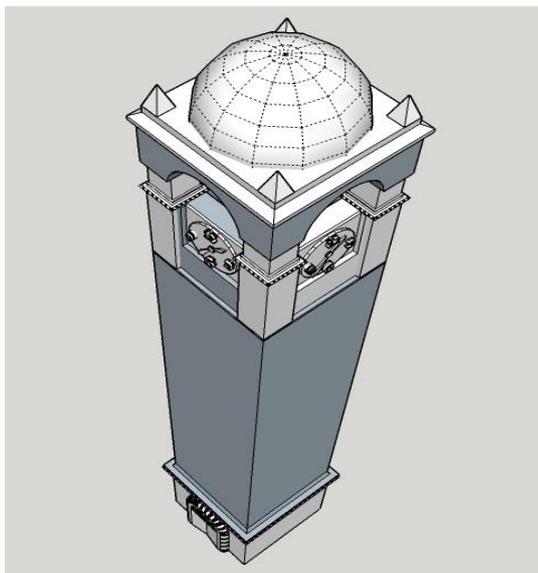
Numero di ore impiegate: 7+6

Persone coinvolte: insegnanti di Matematica e Arte, tecnici di stampante, studenti

Per il successo del progetto , si è ricorso a:

1. Distribuzione di compiti tra gli studenti
2. Visita ai luoghi oggetto di stampa
3. Ricerca e raccolta di informazioni sugli oggetti da ricreare
4. Calcoli matematici
5. Riproduzione degli oggetti al computer
6. Stampa degli oggetti





9° - Fine della sperimentazione

Numero di ore impiegate: 8

Persone coinvolte: insegnanti di Matematica e Arte, tecnici di stampante, studenti

Alla fine del progetto, insegnanti e studenti hanno discusso insieme in laboratorio dei risultato ottenuto

VALUTAZIONE FINALE DA PARTE DEI DOCENTI**RISULTATI IMMEDIATI:**

Gli insegnanti delle principali materie coinvolte hanno verificato il raggiungimento degli obiettivi didattici mediante:

- 1) verifica scritta
- 2) analisi degli oggetti stampati

L'osservazione diretta degli studenti durante il progetto ha permesso di registrare i seguenti risultati:

- 1) entusiasmo legato al desiderio creativo
- 2) motivazione legata al coinvolgimento diretto nel progetto
- 3) confronto e apprendimento

LEZIONI APPRESE

- ✓ L'esecuzione di una sperimentazione richiede sempre un tempo maggiore di quello previsto
- ✓ Iniziare sempre con l'oggetto più piccolo e con i pezzi più piccoli dell'oggetto da stampare
- ✓ Familiarizzare con hardware e software per la stampa in 3D richiede assistenza tecnica

PUNTI DI FORZA DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ Aspetti matematici più tangibili, meno astratti
- ✓ Imparare "facendo"

PUNTI DEBOLI DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ É richiesto un certo livello di conoscenza del computer
- ✓ Abilità elevata nel disegno grafico a computer

RACCOMANDAZIONI

- ✓ Scelta accurata dei tecnici
- ✓ Gruppo coeso e collaborativo
- ✓ Insegnanti entusiasti nei confronti della stampa in 3D (c'è una correlazione negativa tra età/anzianità di servizio ed entusiasmo verso nuovi metodi di insegnamento)
- ✓ Effettuare una scelta accurata degli studenti che parteciperanno alla sperimentazione, facendo attenzione a non scartare nessuno, senza prima averlo attentamente esaminato (anche lo studente apparentemente meno diligente si può rivelare il più brillante e creativo all'interno del gruppo di lavoro)

2.4 SOLIDI GEOMETRICI DI GRANDEZZE PROGRESSIVAMENTE DIMEZZATE (IISS GADDA - Italia)**LEARNING OBJECTIVES - OBIETTIVI FORMATIVI**

Gli obiettivi formativi individuati dagli insegnanti sono stati:

Obiettivi formativi GENERALI:

- 1) Affrontare le principali criticità nello studio delle materie scientifiche.
- 2) Conoscere e applicare i principi della matematica.
- 3) Saper applicare la matematica in diversi contesti.
- 4) Aumentare l'interesse e la partecipazione degli studenti.

Obiettivi formativi SPECIFICI

- 1) Misure.
- 2) Calcolo di area e volume.
- 3) Conoscere i principi di funzionamento dello strumento e le sue applicazioni in campo geometrico.
- 4) Relazione tra principi geometrici e biologia.

Come sono stati individuati gli obiettivi formativi e perché?

In ogni classe gli insegnanti hanno identificato gli obiettivi formativi in funzione del curriculum scolastico, al fine di integrare efficacemente la sperimentazione con esso.

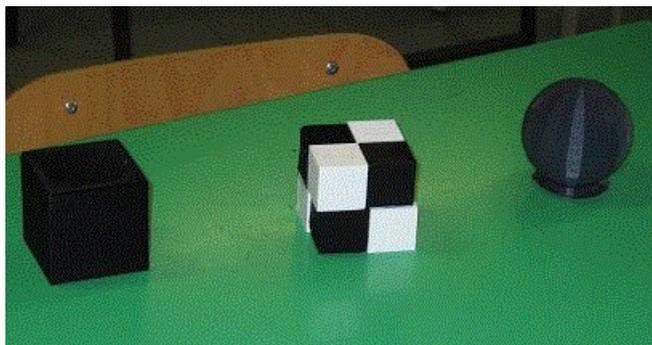
OGGETTO STAMPATO

Al fine di raggiungere gli obiettivi formativi specifici e generali, gli insegnanti hanno deciso di stampare diversi esempi di solidi geometrici di grandezze progressivamente dimezzate.

Perché questi oggetti?

L'insegnante di biologia ha spiegato una importante legge della natura, ma gli studenti non sembrano aver appreso totalmente tale principio.

Gli oggetti stampati hanno permesso agli studenti di capire l'importanza del rapporto superficie/volume in natura e quanto esso sia importante al fine di avere cellule di forma e grandezza compatibile con la vita.



Alcune forme geometriche.

PREREQUISITI

Al fine di raggiungere gli obiettivi formativi sopraelencati, sono richiesti specifici prerequisiti da parte degli studenti:

- ✓ Funzioni.
- ✓ Misure.
- ✓ Geometria 3D di base.
- ✓ Contesto biologico (forma e dimensione delle cellule).
- ✓ Conoscenza di base di informatica (Excel).
- ✓ Conoscenza di base e competenze in disegno tecnico (Sketchup).

IL TEAM DI INSEGNANTI

Sono stati coinvolti due insegnanti in questa sperimentazione:

Lista degli insegnanti e relative materie:

1 insegnante di **Matematica**.

1 insegnante di **Scienze biologiche**.

Motivazione del Team:

Gli insegnanti sono stati scelti perché le loro materie di insegnamento erano strettamente correlate con la sperimentazione I04, e perché hanno espresso il loro interesse.

IL GRUPPO DI STUDENTI COINVOLTI

Il gruppo di studenti scelto per la sperimentazione è stato il seguente:

Numero di studenti: 12.

Tipo di gruppo: singola classe.

Numero di classi: 1.

Curriculum scolastico della classe coinvolta: Amministrazione, Finanza e Marketing.

Studenti diversamente abili

Due studenti. Ognuno di essi ha preso parte al lavoro in base alle proprie capacità.

Valutazione livello di ingresso: Mediante prove orali e scritte.

IMPOSTAZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

Per poter procedere con la sperimentazione, i seguenti aspetti sono stati debitamente pianificati e preparati:

I) MATERIE COINVOLTE:

MATERIA PRINCIPALE	MATEMATICA
Argomenti correlati agli obiettivi formativi della sperimentazione	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Funzioni matematiche ✓ Misure (area, volume). ✓ Geometria 3D basica (poliedri). ✓ Conoscenza di base di informatica (Excel). ✓ Conoscenza di base e competenze in disegno tecnico (Sketchup).
Numero di ore dedicate al completamento della sperimentazione	16

MATERIA SECONDARIA - SCIENZE	Scienze
Argomenti correlati agli obiettivi formativi della sperimentazione	Rapporto superficie/volume nelle cellule
Numero di ore dedicate al completamento della sperimentazione	10

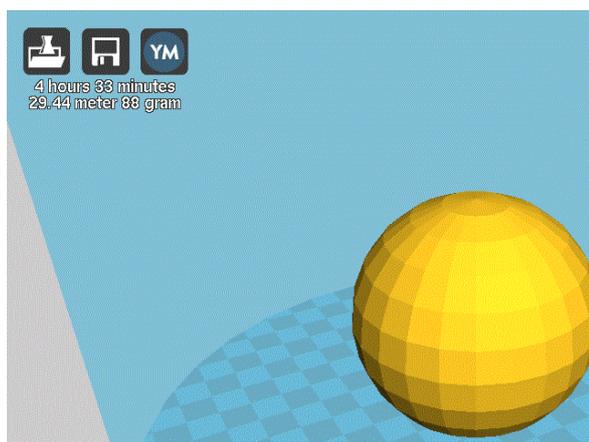
II) PRINT STEM LAB: LE TECNOLOGIE

- **SOFTWARE per il disegno tecnico e la progettazione:** SKETCHUP.
Facile da usare, open source, link tutorial: <http://www.architectionary.com/SketchupTutorials>
- **SOFTWARE per la stampa:** CURA
Facile da usare, open source, link tutorial: <https://www.youtube.com/watch?v=biCWssfil2A>

- STAMPANTE 3D: WASP



IMPORTANTE: il tempo di stampa cambia in funzione delle misure.



Sfera: tempo di stampa e quantità di materiale necessario.



Tetraedro: tempo di stampa e quantità di materiale necessario.

- MATERIALE PLASTICO: PLA

III) PIANO D'AZIONE E DURATA DELLA SPERIMENTAZIONE:

1° - Definizione degli obiettivi formativi e degli oggetti da stampare:

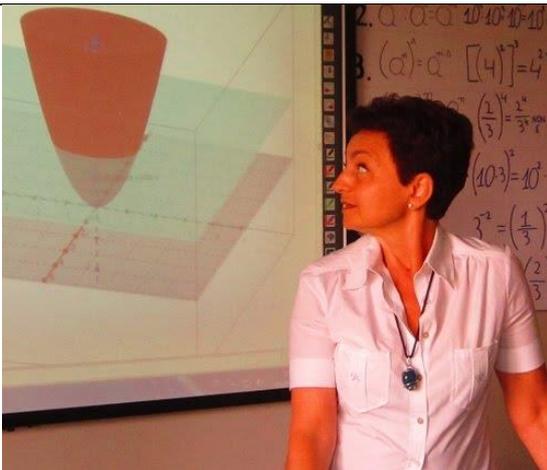
Numero di ore dedicate: 1

Persone coinvolte: 2 Insegnanti.

2° - Identificazione delle materie correlate alla sperimentazione e pianificazione delle ore di lavoro per ogni materia coinvolta:

Numero di ore dedicate: 1

Persone coinvolte: 2 Insegnanti.



Prof. M Bertocchi - Matematica



Prof. R. Bazzani – Scienze biologiche

3° - Valutazione livello iniziale:

Numero di ore dedicate: 2

Persone coinvolte: 2 insegnanti.

4° - Attività didattica in matematica:

Numero di ore dedicate: 8

Persone coinvolte: 1, insegnante di matematica.

Metodologie didattiche utilizzate per l'insegnamento degli argomenti:

- Lezioni frontali.
- Studio individuale.
- Attività di laboratorio.
- Lavoro di gruppo.

5° - Attività didattica in Scienze:

Numero di ore dedicate: 4

Persone coinvolte: 1, insegnante di scienze.

Metodologie didattiche utilizzate per l'insegnamento degli argomenti:

- Lezioni frontali.
- Studio individuale.
- Attività di laboratorio.

6° - Disegno tecnico dell'oggetto:

Numero di ore dedicate: 8

Persone coinvolte: insegnanti di matematica e scienze, con l'aiuto di studenti di classi superiori.

Metodologie didattiche utilizzate: il disegno grafico non è previsto nel curriculum di questa classe. Il disegno 3D e la successiva stampa sono stati possibili grazie al prezioso aiuto di alcuni studenti dell'attuale terza classe M.A.T..

Lo scorso anno, durante le fasi iniziali del progetto PRINTSTEM, essi hanno sperimentato con successo le tecniche di stampa 3D, e costituiscono ora un valido aiuto al progetto.



Studenti IIC



Gli studenti di terza Classe

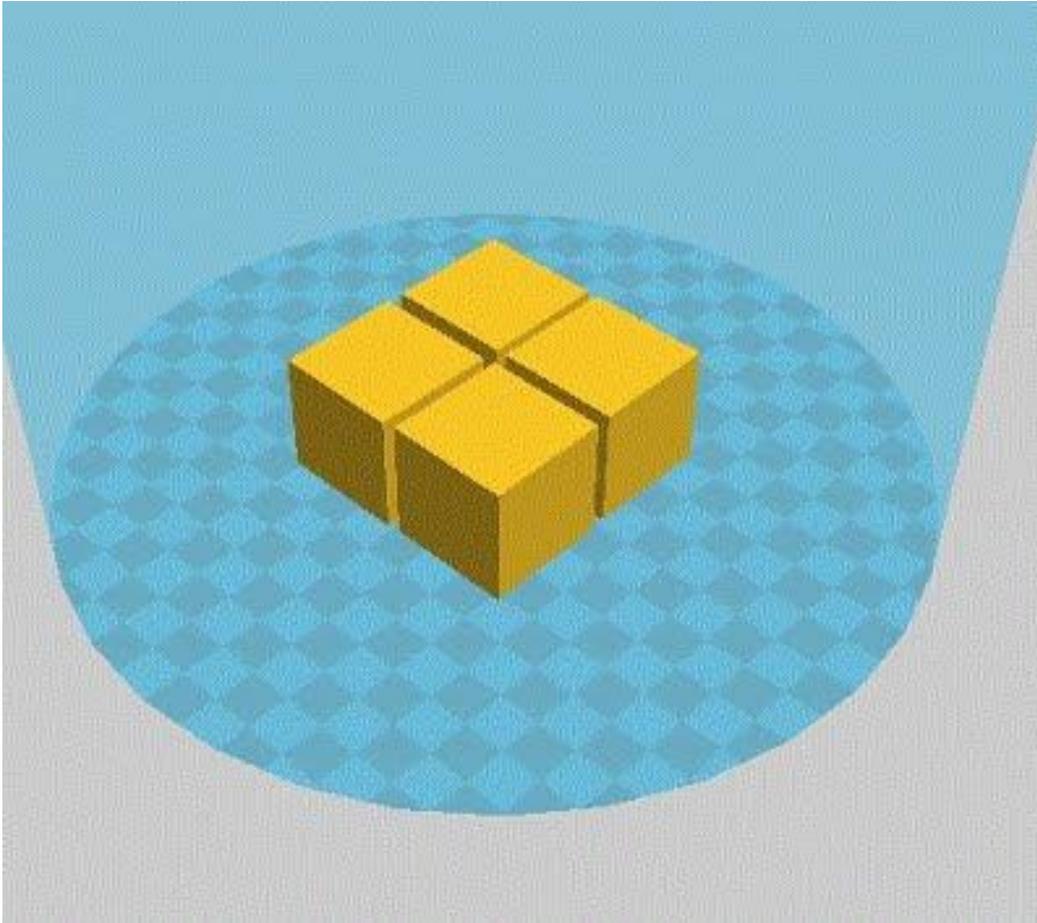
Per maggiori info: <https://sites.google.com/a/fr.itsosgadda.it/print-stem/experimentations/2-c>

7° - Trasferimento dell'oggetto disegnato al software di stampa 3D:

Numero di ore dedicate: 4

Persone coinvolte: coordinatore del progetto e i professori coinvolti.

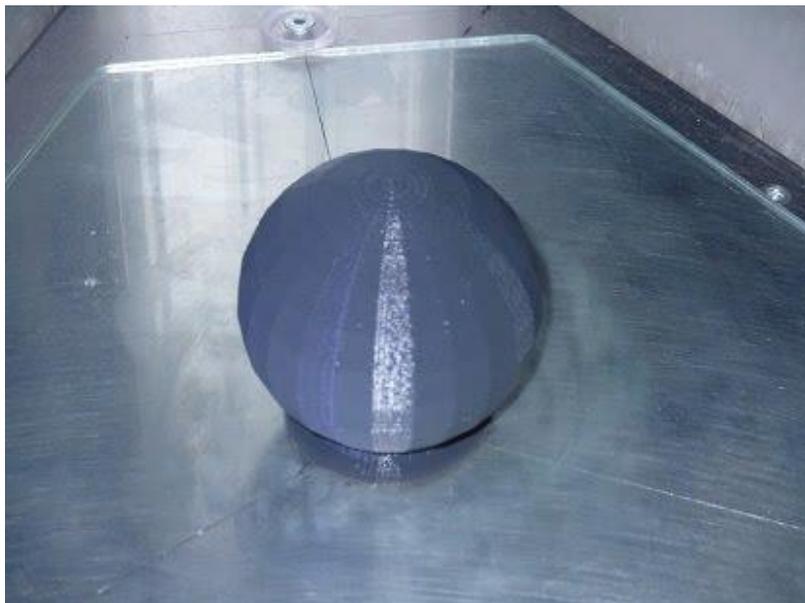
Metodologie didattiche utilizzate: è stato mostrato agli studenti il funzionamento di CURA e le principali impostazioni di stampa.

**8° - Stampa dell'oggetto:**

Numero di ore dedicate: 3

Persone coinvolte: Coordinatore del progetto e i professori coinvolti.

Metodologie didattiche utilizzate: sono state mostrate agli studenti le principali caratteristiche della stampante 3D. Hanno assistito alle prime fasi della stampa.



9° - Fine della sperimentazione:

Numero di ore dedicate: 5

Persone coinvolte: 2 insegnanti.

Metodologie didattiche utilizzate: gli studenti hanno completato la sperimentazione con un'accurata analisi teorico-pratica sull'argomento

Vedere anche: <https://sites.google.com/a/fr.itsosgadda.it/print-stem/experimentations/2-c>

VALUTAZIONE FINALE DEI DOCENTI

IMPATTO IMMEDIATO:

L'insegnante di matematica coinvolta nella sperimentazione ha valutato il raggiungimento degli obiettivi formativi da parte degli studenti attraverso test standard e mediante una prova esperta, utile per la certificazione delle competenze per gli studenti delle seconde classi.

Si è osservato un miglioramento.

L'osservazione diretta degli studenti – fatta da ogni insegnante facente parte del progetto durante la sperimentazione – ha permesso di registrare i seguenti ulteriori risultati di apprendimento e/o “trasversali”:

Miglioramento nella capacità di collegare le diverse materie.

LEZIONI APPRESE

PUNTI DI FORZA DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ L'aumento della motivazione degli alunni.
- ✓ L'apprendimento di nuovi software e dispositivi tecnici.
- ✓ La stampante 3D ha permesso la realizzazione pratica di concetti teorici.
- ✓ L'utilizzo della lingua inglese in campo scientifico e tecnico.
- ✓ L'approccio multidisciplinare.

I PUNTI DEBOLI DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ La presenza di una sola stampante 3D e l'elevato numero di allievi coinvolti hanno allungato i tempi della sperimentazione.
- ✓ La mancanza di una visione globale delle fasi della sperimentazione.
- ✓ L'aspetto burocratico della sperimentazione: troppo ripetitivo.

RACCOMANDAZIONI

- ✓ La stampante 3D sta diventando un nuovo strumento didattico ma il suo utilizzo non consiste in una materia a se stante.
- ✓ Durante un consiglio di classe, i docenti del team decidono come organizzare l'attività.
- ✓ Gli insegnanti scelgono l'argomento secondo la normale programmazione didattica della classe.
- ✓ E' necessario pianificare con cura le fasi dell'attività, al fine di evitare perdite di tempo.
- ✓ Un'informazione generale sulla tecnologia di stampa 3D deve essere data ai docenti del team.
- ✓ Ogni insegnante del team collabora in modo diverso, in conformità con il proprio background culturale.

- ✓ Pochi insegnanti del team devono essere specializzati nella stampa 3D.
- ✓ Gli studenti possono essere all'inizio interessati circa il funzionamento della macchina, ma non per un lungo tempo.
- ✓ La fase di stampa può essere rumorosa, è consigliabile mettere la stampante 3D in una stanza adatta.
- ✓ Programmare accuratamente la stampa con lo slicer , per evitare spreco di materiale (giacitura dell'oggetto...).
- ✓ Mantenere la stampante 3D in ordine, agire su di essa con delicatezza specialmente nel distacco dell'oggetto.
- ✓ Effettuare frequentemente il controllo del livello del basamento della macchina.

2.5 TRISETTORE MECCANICO DI ANGOLI (IISS GADDA - Italia)**LEARNING OBJECTIVES - OBIETTIVI FORMATIVI**

Gli obiettivi formativi individuati dagli insegnanti sono stati:

Obiettivi formativi GENERALI:

- 1) Affrontare le principali criticità nello studio delle materie scientifiche.
- 2) Conoscere e applicare i principi della matematica.
- 3) Saper applicare la matematica in diversi contesti.
- 4) Aumentare l'interesse e la partecipazione degli studenti.

Obiettivi formativi SPECIFICI

- 1) Misure.
- 2) Calcolo di area e volume.
- 3) Conoscere i principi di funzionamento dello strumento e le sue applicazioni in campo geometrico.
- 4) Relazione tra principi geometrici e biologia.

Come sono stati individuati gli obiettivi formativi e perché?

In ogni classe gli insegnanti hanno identificato gli obiettivi formativi in funzione del curriculum scolastico, al fine di integrare efficacemente la sperimentazione con esso.

OGGETTO STAMPATO

Al fine di raggiungere gli obiettivi formativi specifici e generali, gli insegnanti hanno deciso di stampare un **trisetto meccanico di angoli**.

Perché questo oggetto?

L'insegnante di matematica ha affrontato il problema delle misure angolari e dei teoremi sulla congruenza dei triangoli.

La struttura dell'oggetto e il suo funzionamento sono parsi idonei per la sperimentazione.



Figura 1 Un angolo convesso diviso in tre parti congruenti.



Figure 2 Un angolo concavo diviso in tre parti congruenti.

PREREQUISITI

Al fine di raggiungere gli obiettivi formativi sopraelencati, sono richiesti specifici prerequisiti da parte degli studenti:

- ✓ Misure angolari
- ✓ Conoscenza di base della geometria razionale
- ✓ Conoscenza di base della geometria 3D.
- ✓ Conoscenza di base di informatica (Excel).
- ✓ Conoscenza di base e competenze in disegno tecnico (Sketchup).

IL GRUPPO DEI DOCENTI

Sono stati coinvolti due insegnanti in questa sperimentazione:

Lista degli insegnanti e relative materia:

1 insegnante di **Matematica**.

1 insegnante di **Grafica**.

Motivazione del Team:

Gli insegnanti sono stati scelti perché le loro materie di insegnamento erano strettamente correlate con la sperimentazione I04, e perché hanno espresso il loro interesse.

IL GRUPPO DI STUDENTI COINVOLTI

Il gruppo di studenti scelto per la sperimentazione è stato il seguente:

Numero di studenti: 19

Tipo di gruppo: singola classe.

Numero di classi: 1

Curriculum scolastico della classe coinvolta: Manutenzione e assistenza tecnica.

“Special needs” students: nessuno

Modalità di valutazione del livello in entrata: test standard orali e con schede teorico-pratiche.

IMPOSTAZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

Per poter procedere con la sperimentazione, i seguenti aspetti sono stati debitamente pianificati e preparati:

I) MATERIE COINVOLTE:

MATERIA PRINCIPALE	MATEMATICA
Argomenti correlati agli obiettivi formativi della sperimentazione	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Misurazione degli angoli. ✓ Conoscenza base della geometria razionale . ✓ Conoscenza base della geometria 3D. ✓ Conoscenza di base di informatica (Excel). ✓ Conoscenza di base e competenze in disegno tecnico (Sketchup).

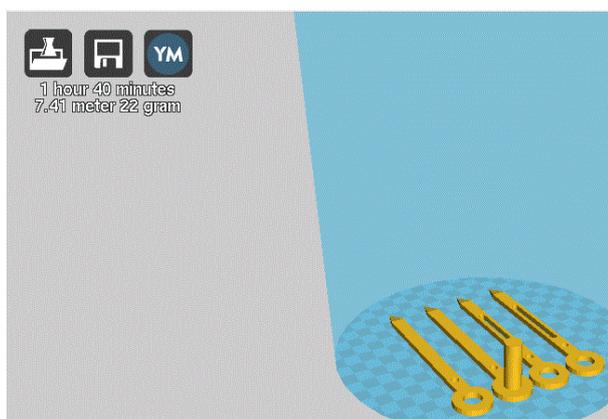
Numero di ore dedicate al completamento della sperimentazione	18
MATERIA SECONDARIA	GRAFICA
Argomenti correlati agli obiettivi formativi della sperimentazione	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conoscenza base della geometria 3D. ✓ Conoscenza di base di informatica (Excel). ✓ Conoscenza di base e competenze in disegno tecnico (Sketchup).
Numero di ore dedicate al completamento della sperimentazione	10

II) PRINT STEM LAB: LE TECNOLOGIE

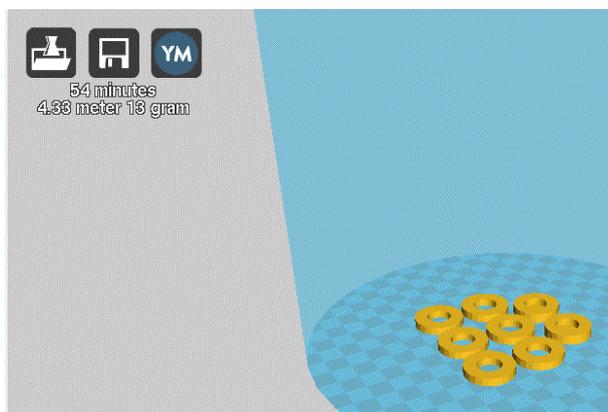
- **SOFTWARE per il disegno tecnico e la progettazione: SKETCHUP.**
Facile da usare, open source, link tutorial: <http://www.architectionary.com/SketchupTutorials>
- **SOFTWARE per la stampa: CURA**
Facile da usare, open source, link tutorial: <https://www.youtube.com/watch?v=biCWssfil2A>
- **STAMPANTE 3D: WASP**



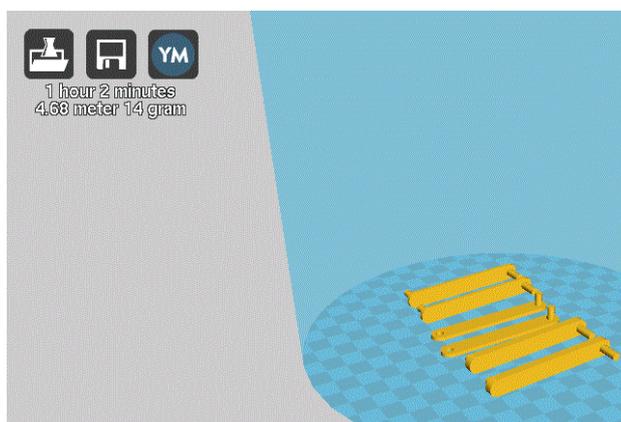
IMPORTANTE: il tempo di stampa cambia in funzione delle misure.



Raggi.



Rondelle.



Barre scorrevoli.

- **MATERIALE PLASTICO: PLA**

1° - Definizione degli obiettivi formativi e degli oggetti da stampare:

Numero di ore dedicate: 1

Persone coinvolte: 2 Insegnanti.

2° - Identificazione delle materie correlate alla sperimentazione e pianificazione delle ore di lavoro per ogni materia coinvolta:

Numero di ore dedicate: 1

Persone coinvolte: 2 Insegnanti.



Prof. L. Amadasi - Matematica



Prof. V. Mangione - Grafica

3° - Valutazione livello iniziale:

Numero di ore dedicate: 2

Persone coinvolte: 2 insegnanti.

4° - Attività didattica in matematica:

Numero di ore dedicate: 10.

Persone coinvolte: 1, insegnante di matematica.

Metodologie didattiche utilizzate per l'insegnamento degli argomenti:

- Lezioni frontali.
- Studio a casa personale.
- Attività di laboratorio.
- Lavoro di gruppo.
- Compilazione di una serie di apposite schede di lavoro.

5° - Attività didattica in Grafica:

Numero di ore dedicate: 8

Persone coinvolte: 1, insegnante di grafica.

Metodologie didattiche utilizzate per l'insegnamento degli argomenti:

- Lezioni frontali.
- Studio a casa personale.
- Attività laboratoriale.

6° - Disegno tecnico dell'oggetto:

Numero di ore dedicate: 8

Persone coinvolte: insegnanti di matematica e grafica, con l'aiuto di studenti di classi superiori.



Studenti IID



L'aiuto degli studenti di terza classe.



Una “definizione pratica” di congruenza.

Making use of a Compass, draw the triangle ABC, with $AB = 16cm$, $BC = 10cm$ and $AC = 16cm$.

Compare your triangle with your friends' one.
You can do it by superimposing the sheets in front of a source of light.

If all the measurements are correct, the triangles perfectly coincide.
If two figures exactly coincide, they are said *congruent*.

We have so checked the third congruence theorem, that says:
If two triangles have congruent the three sides, then the triangles are congruent.

Una scheda.

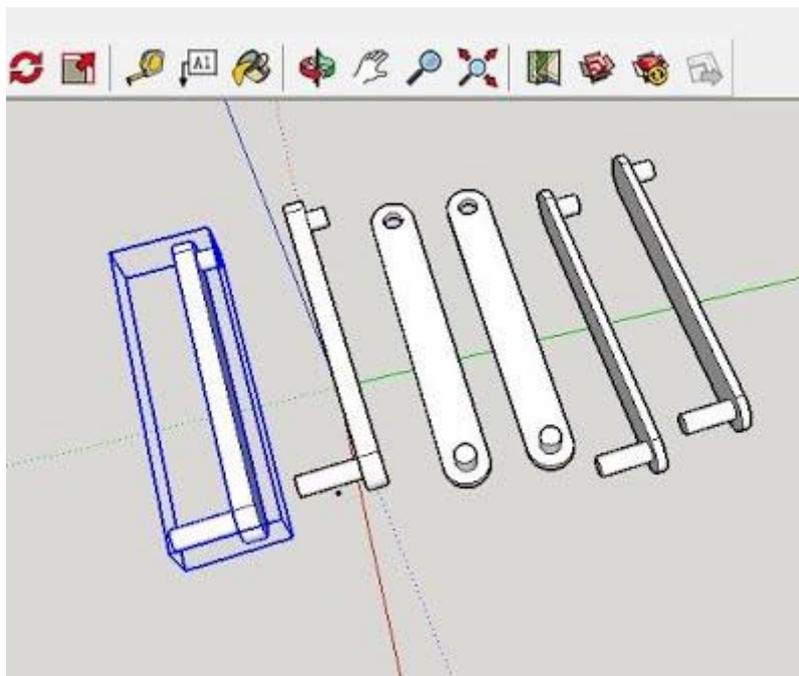
Vedere anche: <https://sites.google.com/a/fr.itsosgadda.it/print-stem/experimentations/2-d>

7° - Trasferimento dell'oggetto disegnato al software di stampa 3D:

Numero di ore dedicate: 2

Persone coinvolte: coordinatore del progetto e i professori coinvolti.

Metodologie didattiche utilizzate: è stato mostrato agli studenti il funzionamento di CURA e le principali impostazioni di stampa.



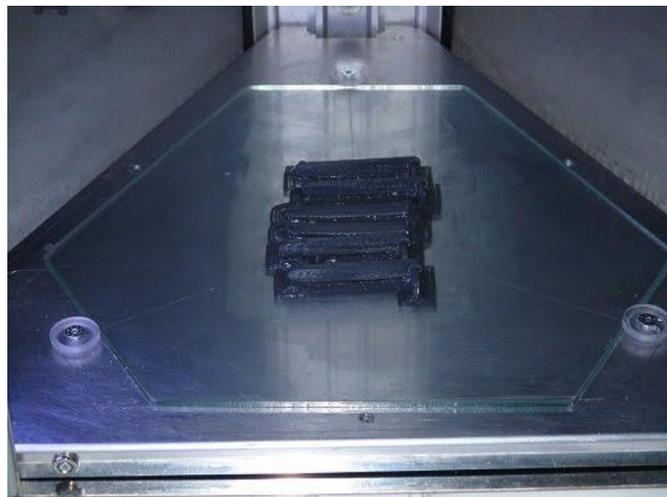
Un file .skp pronto per essere esportato.

8° - Stampa dell'oggetto:

Numero di ore dedicate: 2

Persone coinvolte: coordinatore del progetto e i professori coinvolti.

Metodologie didattiche utilizzate: sono state mostrate agli studenti le principali caratteristiche della stampante 3D. Hanno assistito alle prime fasi della stampa.



9° - Fine della sperimentazione:

Numero di ore dedicate: 8

Persone coinvolte: 2 insegnanti.

Metodologie didattiche utilizzate: gli studenti hanno completato la sperimentazione con un'accurata analisi teorico-pratica sull'argomento

VALUTAZIONE FINALE DEI DOCENTI**IMPATTO IMMEDIATO:**

- 1) Aumentato interesse nei riguardi di un argomento solitamente poco apprezzato.
- 2) Aumento nell'abilità di misurazione degli angoli e nel disegno tecnico.
- 3) Persistente difficoltà nell'affrontare aspetti teorici dell'argomento trattato.
- 3) Interesse dimostrato verso il disegno 3D.

L'osservazione diretta degli studenti – fatta da ogni insegnante facente parte del progetto durante la sperimentazione – ha permesso di registrare i seguenti ulteriori risultati di apprendimento “trasversali”:

- 1) Aumentata capacità nel lavoro di gruppo.

LEZIONI APPRESE**PUNTI DI FORZA DELLA SPERIMENTAZIONE:**

- ✓ La semplice misura di un angolo viene più volte applicata in un contesto pratico.
- ✓ Gli studenti più abili trovano un'applicazione meccanica immediata dei concetti geometrici astratti.
- ✓ L'uso di un semplice software come Sketchup può portare alcuni allievi più interessati ad affrontare con successo software CAD più complessi e potenti.
- ✓ Il fascino del nuovo dispositivo può aumentare l'attenzione e l'interesse in una classe caotica.

I PUNTI DEBOLI DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ La realizzazione dello strumento è piuttosto difficile: sono necessari diversi tentativi.
- ✓ L'argomento non si adatta agli studenti di livello molto basso.

- ✓ L'aspetto burocratico della sperimentazione: troppo ripetitivo.

RACCOMANDAZIONI

- ✓ La stampante 3D sta diventando un nuovo strumento didattico ma il suo utilizzo non consiste in una materia a se stante.
- ✓ Durante un consiglio di classe, i docenti del team decidono come organizzare l'attività.
- ✓ Gli insegnanti scelgono l'argomento secondo la normale programmazione didattica della classe.
- ✓ E' necessario pianificare con cura le fasi dell'attività, al fine di evitare perdite di tempo.
- ✓ Un' informazione generale sulla tecnologia di stampa 3D deve essere data ai docenti del team.
- ✓ Ogni insegnante del team collabora in modo diverso, in conformità con il proprio background culturale.
- ✓ Pochi insegnanti del team devono essere specializzati nella stampa 3D.
- ✓ Gli studenti possono essere all'inizio interessati circa il funzionamento della macchina, ma non per un lungo tempo.
- ✓ La fase di stampa può essere rumorosa, è consigliabile mettere la stampante 3D in una stanza adatta.
- ✓ Programmare accuratamente la stampa con lo slicer , per evitare spreco di materiale (giacitura dell'oggetto...).
- ✓ Mantenere la stampante 3D in ordine, agire su di essa con delicatezza specialmente nel distacco dell'oggetto.
- ✓ Effettuare frequentemente il controllo del livello del basamento della macchina.

2.6 SPIRALE AUREA (IISS GADDA - Italia)

LEARNING OBJECTIVES

Gli obiettivi formativi individuati dagli insegnanti sono stati:

Obiettivi formativi GENERALI:

- 1) Disegnare figure geometriche utilizzando sia la matita sia programmi di disegno tecnico (Autocad)
- 2) Calcolare area e perimetro delle figure geometriche
- 3) Saper lavorare con rapporti e proporzioni
- 4) Saper utilizzare i numeri irrazionali
- 5) Conoscere e saper applicare il teorema di Pitagora

Obiettivi formativi SPECIFICI:

- 1) Conoscere la sezione aurea
- 2) Definizione della sequenza di Fibonacci
- 3) Seguire procedure iterative
- 4) Costruzione di un rettangolo aureo
- 5) Costruzione di una spirale aurea
- 8) Saper lavorare con archi di circonferenze
- 9) Riconoscere la sequenza di Fibonacci all'interno della spirale aurea

Come sono stati individuati gli obiettivi formativi e perché?

Questo argomento didattico ha permesso di affrontare diversi obiettivi formativi, con un approccio sia algebrico sia geometrico. Vengono proposti diversi importanti argomenti di difficile comprensione: rapporti, proporzioni, procedure iterative, numeri irrazionali, Teorema di Pitagora.

OGGETTO STAMPATO

Al fine di raggiungere gli obiettivi formativi specifici e generali, gli insegnanti hanno deciso di stampare: una spirale aurea su una piccola base rettangolare, una figura 3D formata da diversi rettangoli aurei sulla base e di grandezza maggiore seguendo la sequenza di Fibonacci.

Perchè questi oggetti?

Gli oggetti hanno permesso agli studenti:

1. Verificare direttamente la sezione aurea misurando le lunghezze dei lati dei rettangoli aurei;
2. Scoprire che le lunghezze dei lati sono connessi dalla sequenza di Fibonacci, infatti ogni lato è la somma dei due precedenti;
3. Poter combinare l'approccio astratto (utilizzo di lettere, numeri, calcolo polinomiale) con quello sperimentale;
4. Rapportare le procedure iterative astratte con l'oggetto reale.

**PREREQUISITI**

Al fine di raggiungere gli obiettivi formativi sopraelencati, sono richiesti specifici prerequisiti da parte degli studenti:

- ✓ Conoscenza base di geometria 2D.: poligoni, circonferenze, Teorema di Pitagora;
- ✓ Q set: operare con frazioni e numeri decimali;
- ✓ Operare con polinomi;
- ✓ Conoscenza base del programma CAD 3D;

IL GRUPPO DI DOCENTI COINVOLTO

Sono stati coinvolti cinque insegnanti in questa sperimentazione:

Lista degli insegnanti e relative materie:

1 insegnante di computer grafica (CAD);

1 insegnante addetto alla stampa;

2 insegnanti di matematica;

1 insegnante di supporto;

Motivazione del Team:

Gli insegnanti sono stati scelti perchè:

1 insegnante di grafica (CAD) per il disegno al computer degli oggetti;

1 insegnante addetto alla stampa per fornire aiuto agli studenti in questa fase;

2 insegnanti di matematica per la training unit delle due classi coinvolte, 2A e 2;

1 insegnante di supporto per special need students.



IL GRUPPO DI STUDENTI COINVOLTI

Il gruppo di studenti scelto per la sperimentazione è stato il seguente:

Numero di studenti: 40 (24+16)

Tipo di gruppo: gli studenti hanno lavorato divisi in gruppi intra-classe composti da 3-4 membri.

Numero di classi: 2

curriculum scolastico della classe coinvolta: 2 A: Informatica; 2 B: Informatica e AFM

“Special needs” students: studenti dislessici e discasculici, studenti che seguono specifici programmi in funzione delle mancanze cognitive.

Modalità di valutazione del livello in entrata: è stato proposto un test preliminare al fine di valutare la conoscenza base della geometria e dei numeri razionali. Il test è stato effettuato in forma elettronica e mostra un livello di conoscenza sufficiente in entrambe le classi.

IMPOSTAZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

Per poter procedere con la sperimentazione, i seguenti aspetti sono stati debitamente pianificati e preparati:

I) MATERIE COINVOLTE:

MATERIA PRINCIPALE - MATEMATICA	Spirale aurea, sezione aurea, rettangolo aureo
Argomenti correlati agli obiettivi formativi della sperimentazione	1) <i>Segmenti, rapporti, frazioni</i> 2) <i>Costruzioni geometriche, poligoni, circonferenze, Teorema di Pitagora</i> 3) <i>Procedure iterative</i>
Numero di ore dedicate al completamento della sperimentazione	6

MATERIA SECONDARIA	Computer grafica
Argomenti correlati agli obiettivi formativi della sperimentazione	CAD 3D
Numero di ore dedicate al completamento della sperimentazione	4

II) PRINT STEM LAB: LE TECNOLOGIE

- **SOFTWARE per il disegno tecnico e la progettazione:** CAD, uno dei più celebri programmi di disegno grafico 2D e 3D,

SOFTWARE per la stampa: CURA

Facile da usare, open source, link tutorial: <https://www.youtube.com/watch?v=biCWssfil2A>

- **3D PRINTER:** COBOT e WASP DELTA 2040. COBOT è costruita da ex student della scuola ed è fatta in acciaio inox.



Si tratta della prima stampante REPRAP commercializzata in Italia. Viene venduta online (<http://www.wasproject.it/w/>) al prezzo di circa 3000 euro.

➤ **PLASTIC MATERIAL:** PLA 1,75 mm di diametro

Il costo varia in funzione del diametro (da 20 a 40 euro/kg);

- Per le scuole italiane: visitare il mercato MEPA

- Per altri clienti:

Visitare EBAY.COM, AMAZON.COM

Sito consigliato (PLA) : www.marwiol.pl

IMPORTANTE: la quantità di PLA necessaria per stampare un oggetto della sperimentazione è :
ATOMI: 8metri724 gr/ un ora e 30 minuti

ORBITALI: 8metri724 gr7 un ora e 30 minuti
(il tempo varia a seconda di molto parametri)



III) PIANO D'AZIONE E DURATA DELLA SPERIMENTAZIONE:

1° - Definizione degli obiettivi formativi e degli oggetti da stampare:

Numero di ore dedicate: 4

Persone coinvolte: 2 Insegnanti.

2° - Identificazione delle materie correlate alla sperimentazione e pianificazione delle ore di lavoro per ogni materia coinvolta:

Numero di ore dedicate: 1

Persone coinvolte: 5 Insegnanti.

3° - Valutazione livello iniziale:

Numero di ore dedicate: 2

Persone coinvolte: 3 insegnanti.

4° - Attività didattica in matematica:

Numero di ore dedicate: 6

Persone coinvolte: 3, insegnante di matematica.

Metodologie didattiche utilizzate per l'insegnamento degli argomenti:

Lezioni frontali e lavoro in gruppi

5° - Disegno tecnico dell'oggetto:

Numero di ore dedicate: 1

Persone coinvolte: 2 docenti

6° - Trasferimento dell'oggetto disegnato al software di stampa 3D:

Numero di ore dedicate: 4

persone coinvolte: 1 insegnante addetto alla stampa + 1 insegnante di supporto

metodologie didattiche utilizzate: attività di gruppo. Attività di laboratorio.

7° - Stampa dell'oggetto:

Numero di ore dedicate: 4

persone coinvolte: 1 insegnante addetto alla stampa + 1 insegnante di supporto

Metodologie didattiche utilizzate: stampa dell'oggetto osservata dagli studenti divisi in gruppi di 3-4 membri.

8° - Fine della sperimentazione:

Numero di ore dedicate: 2

Persone coinvolte: 2 insegnanti.

Metodologie didattiche utilizzate: gli studenti hanno completato la sperimentazione con un'accurata analisi teorico-pratica sull'argomento

VALUTAZIONE FINALE DEGLI INSEGNANTI

IMPATTO IMMEDIATO:

L'insegnante di matematica coinvolto nella sperimentazione ha valutato il raggiungimento degli obiettivi formativi da parte degli studenti e ha registrato I seguenti risultati:

Tutti gli studenti sono stati stimolati e attivi durante l'attività di gruppo, cercando insieme di trovare le giuste risposte. Gli oggetti stampati hanno fornito una prova tangibile degli aspetti teorici e di quello che hanno disegnato.

1) il test successivo all'attività di gruppo svolta in classe, prima della stampa degli oggetti, ha registrato una media di 5,4/10 (2B) e 4,25/10 (2A)

2) Il test finale successivo alla stampa, ha fatto registrare una media di 6,5/10 (2 B), 4,74/10 (2 A).

LEZIONI APPRESE

PUNTI DI FORZA DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ Apprendimento cooperativo durante l'attività di gruppo;
- ✓ Possibilità di affrontare più argomenti in un'unica unità;
- ✓ Buon connubio tra attività pratiche e teoriche.

PUNTI DEBOLI DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ Mancanza di tempo

2.7 INGRANAGGIO (IISS A. BERENINI - Italia)**LEARNING OBJECTIVES - OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO****OBIETTIVI GENERALI:**

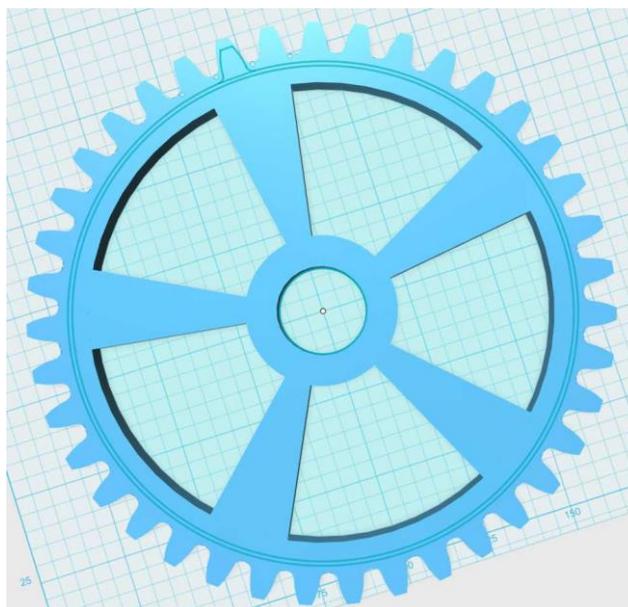
- 1) Migliorare la capacità di lavorare in team,
- 2) Abituarsi a lavorare secondo approccio di problem solving.
- 3) Aumentare le competenze digitali
- 4) Imparare aspetti specifici della matematica.

OBIETTIVI SPECIFICI:

- 1) saper utilizzare i concetti di retta tangente ad una circonferenza, di circonferenze tangenti o secanti e di corona circolare per la progettazione (disegno) e realizzazione (meccanica) di un ingranaggio e per lo studio del moto circolare (fisica).
- 2) Saper utilizzare le funzioni base di goniometria per il calcolo delle forze agenti in un ingranaggio (meccanica e fisica)
- 3) esecuzione dell'evolvente del cerchio, della cicloide, dell'epicicloide con Autocad

OGGETTO STAMPATO

Sulla base degli obiettivi di apprendimento , specifici e generali, i nostri insegnanti hanno deciso di stampare un ingranaggio. La corretta progettazione di un ingranaggio richiede di tracciare con precisione il profilo del "dente" affinché la trasmissione del moto sia efficace, con coppia costante e senza gioco. Si tratta di temi tradizionali per il corso di Meccanica.



Specializzazione delle classi coinvolte nella sperimentazione: Meccanica

Studenti con bisogni educativi speciali: Nessuno

Valutazione del livello di partenza: mediante test scritto

IMPOSTAZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

Al fine di seguire la sperimentazione, sono stati pianificati e preparati debitamente i seguenti aspetti:

I) MATERIE COINVOLTE

PRINCIPALE MATERIA STEM	MATEMATICA
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	Goniometria: angoli e loro misura in gradi primi e secondi e in radianti; definizione delle funzioni seno, coseno, tangente e rappresentazione geometrica e grafica; valori delle funzioni goniometriche introdotte di angoli notevoli e degli angoli complementari, supplementari, esplementari, opposti. (8h) Trigonometria: teoremi sui triangoli rettangoli; risoluzione dei triangoli rettangoli; teorema dei seni e risoluzione dei triangoli qualsiasi. (4h)
Numero di ore impiegate	12

ALTRE MATERIE COLLEGATE	FISICA
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	Statica del corpo rigido con riferimento al centro di massa
Numero di ore impiegate	4

ALTRE MATERIE COLLEGATE	INFORMATICA
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	CAD 123D
Numero di ore impiegate	3

II) PRINT STEM LAB: LE TECNOLOGIE

- **SOFTWARE(S) per il disegno:** 123 DESIGN di Autodesk
- **SOFTWARE(S) per stampare:** CURA 14.12.1 (ultimaker.com). software open source
- **3D PRINTER:** Delta WASP 20x40 printer (www.wasproject.it)

Dettagli tecnici:

Technologies: fused filament fabrication

Cylindrical Print Area: Ø 200 mm – 400 mm h

Max Print weight: 442 mm

Nozzle diameter: 0.4 mm/changeable nozzle

Print resolution: 0.05 mm < 0.25 mm

Accuracy X, Y 0.012 mm / 0.005 mm Z axis

Maximum speed: 300 mm / s



€2.370,00(IVA esclusa)

- **MATERIALE PLASTICO:** PLA

Diametro del Filamento: 1.75 mm / 3.00 mm



€20,00 (IVA esclusa) (1Kg)

III) PIANIFICAZIONE E DURATA DELL'ESPERIMENTO

1° - definizione degli obiettivi di apprendimento e oggetto da stampare

Numero di ore impiegate: 3 per ogni insegnante

Persone coinvolte: insegnanti e studenti

2° - Identificazione degli argomenti legati alla sperimentazione e pianificazione delle ore lavorative per ogni materia coinvolta

Numero di ore impiegate: 2 per docente

Persone coinvolte: docenti delle materie coinvolte

3° Valutazione del livello in ingresso

Numero di ore impiegate: 1 per ogni docente STEM

Persone coinvolte: docenti STEM, studenti

4° - formazione in MATEMATICA

Numero di ore impiegate: 10

Persone coinvolte: docente di Matematica e studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: lezioni frontali, studio autonomo da parte degli alunni, attività di laboratorio, lavoro di gruppo, insegnamento tradizionale nelle classi

5° - formazione in FISICA

Numero di ore impiegate: 9

Persone coinvolte: docente di Fisica e studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: lezioni frontali, studio autonomo da parte degli alunni, attività di laboratorio,

6° - formazione in SCIENZE APPLICATE

Numero di ore impiegate: 8

Persone coinvolte: docente di Scienze Applicate e studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: lezioni frontali, studio autonomo da parte degli alunni, attività di laboratorio,

7° - formazione in DISEGNO TECNICO INVENTOR

Numero di ore impiegate: 16

Persone coinvolte: docente di disegno tecnico e studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: laboratorio di informatica

8°- disegno CAD dell'oggetto

Numero di ore impiegate : 12

Persone coinvolte: docente di disegno tecnico e studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: lezioni frontali, attività di laboratorio, lavoro di gruppo

9° - trasferimento dell'oggetto disegnato al software di stampante 3D

Numero di ore impiegate: 2

Persone coinvolte: docente di scienze applicate e studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: attività di laboratorio, lavoro di gruppo

10° - Stampa dell'oggetto:

Numero di ore impiegate: 6

Persone coinvolte: docente di scienze applicate e studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: attività di laboratorio, lavoro di gruppo

VALUTAZIONE DA PARTE DEI DOCENTI

IMPATTI IMMEDIATI:

i docenti di matematica hanno svolto due test di valutazione, uno al termine delle unità didattiche teoriche e uno al termine della sperimentazione. Di seguito i risultati dei test

Test al termine delle lezioni frontali:

- 15 studenti con voto insufficiente (più basso di 5/10)
- 4 studenti con voto buono (6/10 e oltre)
- media dei voti: 3.93 (molto basso)

Test finale al termine della sperimentazione:

- 13 studenti con voto insufficiente (più basso di 5/10)
- 6 studenti con voto buono (6/10 e oltre)
- media dei voti: 4.60 (insufficiente)

La classe in oggetto è caratterizzata da notevoli limiti dal punto di vista delle capacità di approfondimento puramente teorico. Numerosi sono gli studenti che seguono con estrema difficoltà le materie matematico scientifiche e la propensione per lo studio rimane estremamente bassa.

Per quanto riguarda le attività operative (Disegno, Scienze Applicate) gli studenti mostrano interesse e partecipazione. La tipologia degli studenti dell'ITI Meccanica è del resto caratterizzata da studenti che hanno scelto questa tipologia di percorso di studio proprio perché presenta numerose attività pratiche. Il loro interesse per l'approfondimento di tutti gli aspetti teorici rimane limitato.

LEZIONI APPRESE

Probabilmente gli effetti positivi sull'apprendimento delle materie matematico scientifiche potrebbero essere migliorati attraverso un'attività di progettazione e stampa 3D che abbia stretta necessità di pochi aspetti teorici alla volta. Per coprire vari temi della matematica questo richiederebbe la progettazione annuale dei moduli interdisciplinari tra le materie matematico scientifiche da coordinare con attenzione con i periodi pratici di progettazione basati sulla stampante 3D.

RACCOMANDAZIONI

- assicurarsi sin dall'inizio dell'efficienza del laboratorio PRINT STEM: pc, software, stampante
- assicurarsi che almeno un docente sia abile dell'uso dei software e della stampante 3D, incluse attività di assistenza tecnica
- nel caso si vogliano usare software di disegno 3D complessi e gli studenti non sono in possesso dei necessari prerequisiti, prevedere un corso di disegno 3D prima di iniziare la sperimentazione. Gli studenti devono essere in grado di lavorare in modo indipendente per

ottenere buoni risultati. Devono essere autonomi nel disegno 3D e i docenti devono poter offrire supporto specifico nella propria materia

- gli obiettivi di apprendimento delle materie STEM devono essere sempre privilegiati e prioritari, non è l'oggetto da stampare ad essere prioritario nella sperimentazione
- coinvolgere tutti i docenti necessari ad avere a disposizione le competenze necessarie a svolgere l'intera sperimentazione
- definire bene gli obiettivi per ogni materia e sviluppare la programmazione didattica degli apprendimenti
- svolgere lezioni di tipo tradizionale per far acquisire agli studenti le necessarie competenze di base per il successo della sperimentazione (2 settimane)
- attivare la fase di lavoro in laboratorio quando lo studente è capace di lavorare in modo indipendente e per ogni specifico problema potrà far riferimento al docente competente
- gli studenti condivideranno le attività svolte e i risultati mediante la presentazione di un report "di restituzione"
- al termine, si potrà svolgere un ennesimo test di valutazione e un'interrogazione orale di gruppo.

2.8 SOLIDI SU PIANO INCLINATO (IISS A. BERENINI - Italia)**LEARNING OBJECTIVES - OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO****OBIETTIVI GENERALI:**

- 1) Consentire agli studenti di acquisire nuove abilità e competenze favorendo, al contempo, l'internazionalizzazione dell'istruzione e della formazione attraverso una cooperazione transnazionale
- 2) Utilizzare l'apprendimento digitale e migliorare l'apprendimento delle lingue
- 3) Creare percorsi flessibili di apprendimento
- 4) Migliorare i risultati scolastici dei giovani soprattutto quelli ad alto rischio di abbandono scolastico ed in possesso di scarse abilità di base
- 5) Rafforzare il profilo professionale di tutti i professionisti dell'insegnamento

OBIETTIVI SPECIFICI:

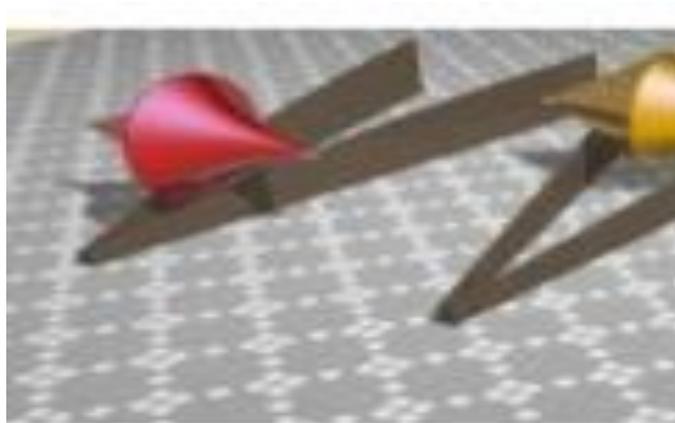
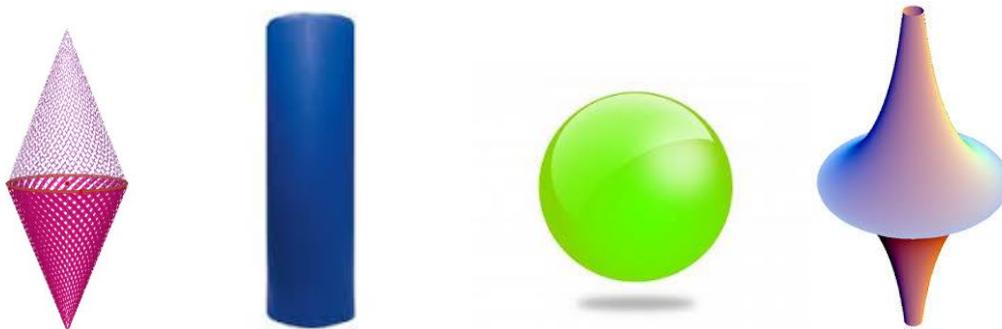
- 1) Saper trovare le misure di tutti gli elementi di un triangolo a partire da tre di essi di cui uno sia un lato
- 2) Utilizzare le equazioni di equilibrio del corpo rigido e la conoscenza delle condizioni di equilibrio stabile, instabile, indifferente per risolvere problemi reali ed interpretare correttamente fenomeni.
- 3) Effettuare misure, operare cambiamenti di scala utilizzando correttamente le leggi di proporzionalità tra lunghezze, aree, volumi

OGGETTO STAMPATO

Al fine di raggiungere gli obiettivi formativi specifici e generali, gli insegnanti hanno deciso di stampare un piano inclinato formato da due guide divergenti e inclinate e di alcuni solidi: doppio cono, cilindro, sfera e pseudosfera.

Punto di partenza è stato il desiderio di fornire una spiegazione del cosiddetto PARADOSSO MECCANICO (doppio cono che "risale" il piano inclinato). Da questo l'esigenza di osservare anche il comportamento di altri solidi di rotazione. La classe è stata divisa in cinque gruppi di quattro alunni ciascuno. Ogni gruppo doveva progettare e poi stampare un kit completo (piano inclinato formato da due guide divergenti ed inclinate, doppio cono, cilindro, sfera, pseudo sfera) di dimensioni diverse in modo da poter confrontare i risultati.

Posizionando i solidi nella parte più bassa si osservano diversi comportamenti, alcuni “risalgono” il piano stesso. Il fenomeno stupisce lo studente e stimola la sua capacità di analisi nella ricerca di una spiegazione plausibile alla luce delle sue conoscenze.



PREREQUISITI

Per poter raggiungere gli obiettivi formativi prefissati, l'allievo deve possedere le seguenti conoscenze e competenze in ingresso, ovvero prima di iniziare tutto il percorso di sperimentazione:

Conoscenze:

- ✓ Angoli e solidi di rotazione
- ✓ Concetto di baricentro e suo significato
- ✓ Teoria della misura
- ✓ Equivalenze
- ✓ Conoscenze elementari del CAD 2D

Competenze:

- ✓ saper misurare e utilizzare correttamente strumenti di misura
- ✓ saper passare da un'unità di misura all'altra
- ✓ saper utilizzare correttamente le leggi di scala per costruire solidi tra loro proporzionali
- ✓ saper utilizzare il CAD

5 gli insegnanti coinvolti nel progetto:

1 insegnante di matematica

1 insegnante di fisica

2 insegnanti di disegno tecnico

1 insegnante di informatica

I motivi della scelta:

La materia scientifica principalmente interessata dalla sperimentazione è stata Matematica. Tuttavia, al fine di potere progettare e sviluppare l'oggetto da produrre con la stampante 3D, è stato necessario coinvolgere altre materie, quali Fisica e Informatica, per completare il quadro delle competenze necessarie per accedere proficuamente al laboratorio PRINT STEM. Ciascuna altra materia coinvolta ha progettato un modulo multidisciplinare correlato a quello della materia "Intellectual Output".

IL GRUPPO DI STUDENTI COINVOLTO

Il gruppo di studenti scelto per la sperimentazione è stato il seguente:

Numero di studenti: 20.

Tipo di gruppo: singola classe.

Numero di classi: 1

Curriculum scolastico della classe coinvolta: Liceo.

Studenti diversamente abili: no

Valutazione livello di ingresso: Mediante test scritto.

IMPOSTAZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

Al fine di seguire la sperimentazione, sono stati pianificati e preparati debitamente i seguenti aspetti:

II) MATERIE COINVOLTE

PRINCIPALE MATERIA STEM	MATEMATICA
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	Goniometria: angoli e loro misura in gradi primi e secondi e in radianti; definizione delle funzioni seno, coseno, tangente e rappresentazione geometrica e grafica; valori delle funzioni goniometriche introdotte di angoli notevoli e degli angoli complementari, supplementari, esplementari, opposti. (8h)

	Trigonometria: teoremi sui triangoli rettangoli; risoluzione dei triangoli rettangoli; teorema dei seni e risoluzione dei triangoli qualsiasi. (4h)
Numero di ore impiegate	12

ALTRE MATERIE COLLEGATE	FISICA
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	Statica del corpo rigido con riferimento al centro di massa
Numero di ore impiegate	4

ALTRE MATERIE COLLEGATE	INFORMATICA
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	CAD 123D
Numero di ore impiegate	3

II) PRINT STEM LAB: LE TECNOLOGIE

- **SOFTWARE(S) per il disegno:** CAD 123
- **SOFTWARE(S) per stampare:** CURA 14.12.1 (ultimaker.com). software open source
- **3D PRINTER:** Delta WASP 20x40 printer (www.wasproject.it)

Dettagli tecnici:

Technologies: fused filament fabrication

Cylindrical Print Area: Ø 200 mm – 400 mm h

Max Print weight: 442 mm

Nozzle diameter: 0.4 mm/changeable nozzle

Print resolution: 0.05 mm < 0.25 mm

Accuracy X, Y 0.012 mm / 0.005 mm Z axis

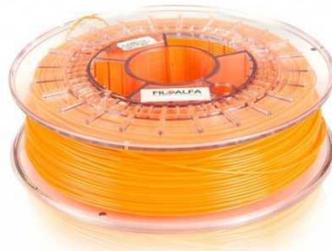
Maximum speed: 300 mm / s



€2.370,00(IVA esclusa)

➤ **MATERIALE PLASTICO: PLA**

Diametro del Filamento: 1.75 mm / 3.00 mm



€20,00 (IVA esclusa) (1Kg)

III) PIANIFICAZIONE E DURATA DELL'ESPERIMENTO

1° - definizione degli obiettivi di apprendimento e oggetto da stampare

Numero di ore impiegate: 3 per ogni insegnate

Persone coinvolte: insegnanti e studenti

2° - Identificazione degli argomenti legati alla sperimentazione e pianificazione delle ore lavorative per ogni materia coinvolta

Numero di ore impiegate: 2 per docente

Persone coinvolte: docenti delle materie coinvolte

3° Valutazione del livello in ingresso

Numero di ore impiegate: 1 per ogni docente STEM

Persone coinvolte: docenti STEM, studenti

4° - formazione in MATEMATICA

Numero di ore impiegate: 12

Persone coinvolte: docente di Matematica e studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: lezioni frontali, studio autonomo da parte degli alunni, attività di laboratorio, lavoro di gruppo, insegnamento tradizionale nelle classi

5° - formazione in FISICA

Numero di ore impiegate: 4

Persone coinvolte: docente di Fisica e studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: lezioni frontali, studio autonomo da parte degli alunni, attività di laboratorio,

6° - formazione in INFORMATICA

Numero di ore impiegate: 3

Persone coinvolte: docente di Informatica e studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: lezioni frontali, studio autonomo da parte degli alunni, attività di laboratorio,

7° - formazione in DISEGNO TECNICO CAD 123

Numero di ore impiegate: 9

Persone coinvolte: docente di disegno tecnico e studenti

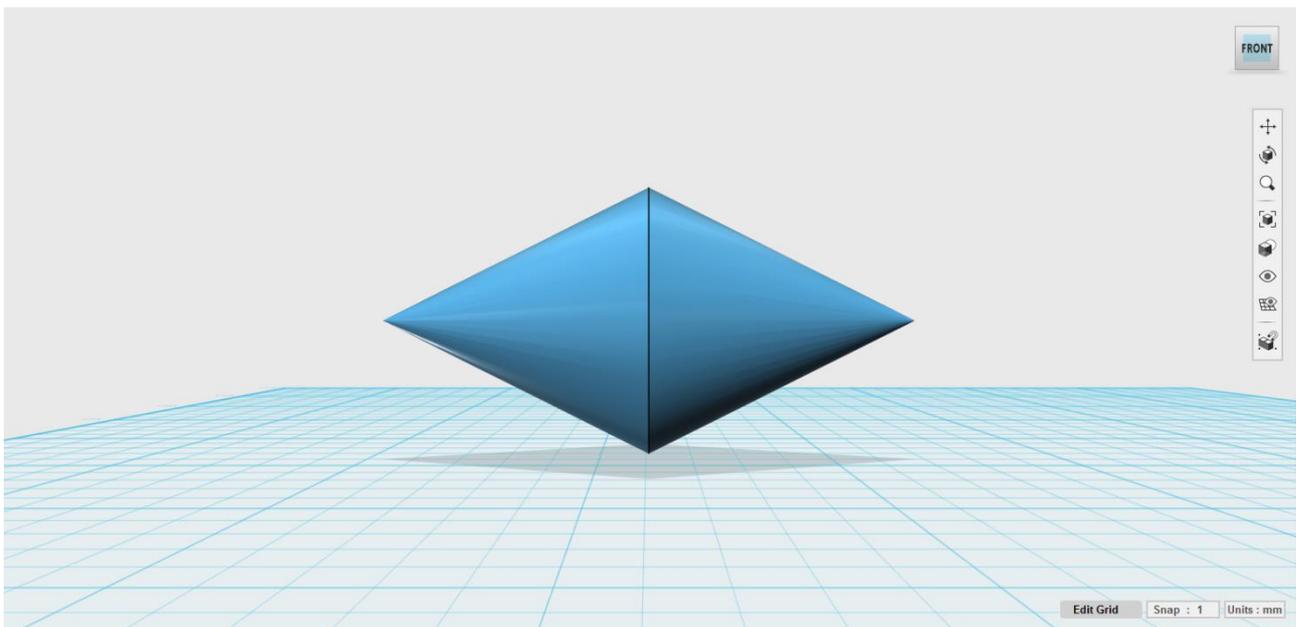
Metodologia didattica usata per l'insegnamento: laboratorio di informatica

8°- disegno CAD dell'oggetto

Numero di ore impiegate : 1

Persone coinvolte: insegnante di informatica e studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: attività di laboratorio, lavoro di gruppo

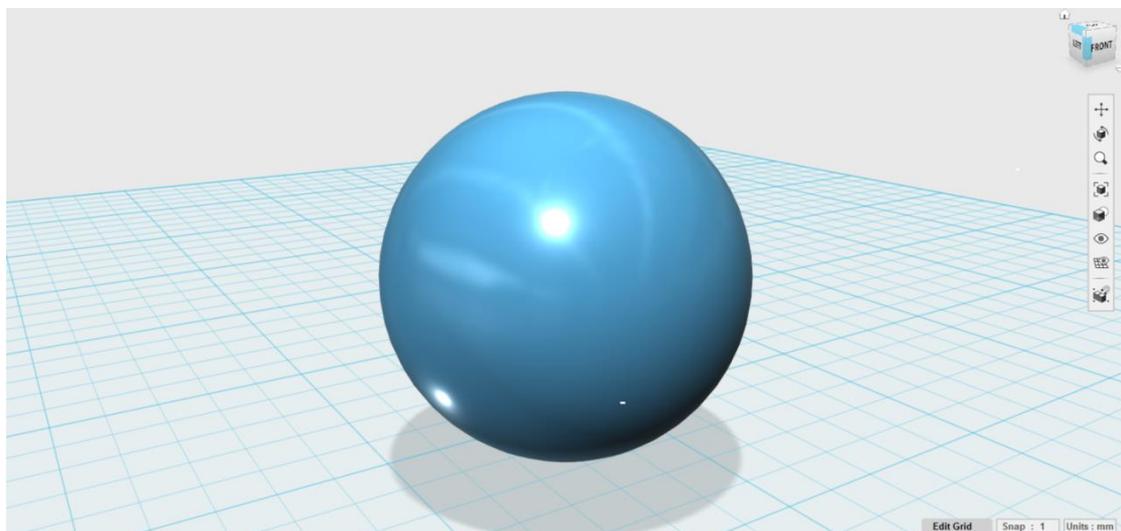


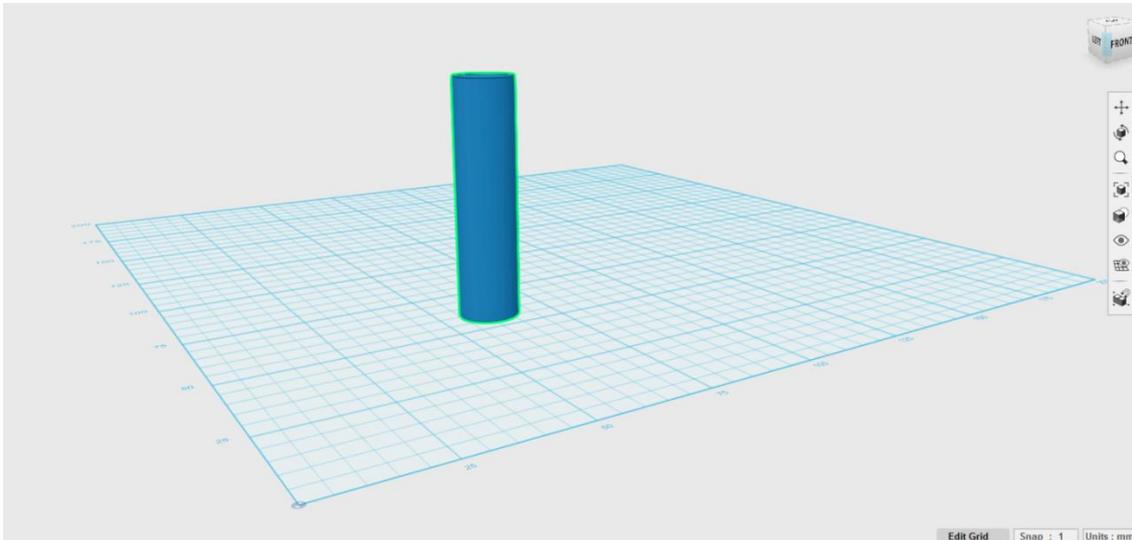
9° - trasferimento dell'oggetto disegnato al software di stampante 3D

Numero di ore impiegate: 2

Persone coinvolte: docente di informatica e studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: attività di laboratorio, lavoro di gruppo





10° - Stampa dell'oggetto:

Numero di ore impiegate: 6

Persone coinvolte: docente di informatica e studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: attività di laboratorio, lavoro di gruppo





VALUTAZIONE FINALE DEI DOCENTI

IMPATTI IMMEDIATI:

La valutazione del lavoro svolto in laboratorio è estremamente positiva. Gli studenti hanno prima studiato e poi disegnato i diversi oggetti in un clima collaborativo: sapere che il lavoro svolto verrà realizzato anche praticamente incentiva l'impegno da parte di tutti quanti.

È molto bello vedere gli studenti davanti alla stampante 3D in attesa che il loro oggetto venga creato, perché si percepisce chiaramente la voglia di vedere realizzato il risultato finale del loro lavoro.

Non ci si aspettava un significativo e immediato miglioramento nelle conoscenze e competenze, che comunque si è registrato in maniera netta sia nella materia oggetto della sperimentazione che in Fisica, poiché il contenuto svolto rappresenta un episodio e si riferisce ad un campo ristretto di argomenti.

L'effetto più positivo è quello di un maggior coinvolgimento nel processo di apprendimento che, facendo leva su aspetti empatici ed emotivi, può portare ad una crescita di interesse e di impegno nello studio. Il fatto che nella fase finale del progetto si siano presentati problemi di funzionamento della stampante, oltre a creare ansia per il timore di non riuscire a portare a conclusione il lavoro, ha avuto anche un aspetto formativo per i ragazzi: è servito, infatti, a far prendere coscienza delle problematiche che necessariamente ci si trova a dover affrontare quando si intraprende un'attività come questa.

LEZIONI APPRESE

STRENGTH POINTS OF THE EXPERIMENTATION:

- Work in groups to foster mutual help and the ability to organize work.
- We have improvements in Maths skills if the 3D printing will require their effective use.

WEAK POINTS OF THE EXPERIMENTATION:

- If no teacher has adequate computer skills you need a refresher course before start the experimentation.
- The 3R release should not detract from the objective of Maths subjects learning.
- Take care of the adequacy of laboratory: PCs, software, 3D printer and the availability of at least a competent teacher.

PUNTI DI FORZA DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ sviluppo di abilità di problem solving a livello individuale
- ✓ lavorare in gruppo suddividendo i compiti e condividendo le competenze, stimola il reciproco aiuto

PUNTI DI DEBOLEZZA DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ se i docenti non hanno adeguate competenze informatiche, è necessario fare formazione
- ✓ l'attività di stampa non deve mai distrarre dagli obiettivi di apprendimento riferibili alla matematica

RACCOMANDAZIONI

- assicurarsi sin dall'inizio dell'efficienza del laboratorio PRINT STEM: pc, software, stampante
- assicurarsi che almeno un docente sia abile dell'uso dei software e della stampante 3D, incluse attività di assistenza tecnica

- nel caso si vogliano usare software di disegno 3D complessi e gli studenti non sono in possesso dei necessari prerequisiti, prevedere un corso di disegno 3D prima di iniziare la sperimentazione. Gli studenti devono essere in grado di lavorare in modo indipendente per ottenere buoni risultati. Devono essere autonomi nel disegno 3D e i docenti devono poter offrire supporto specifico nella propria materia
- gli obiettivi di apprendimento delle materie STEM devono essere sempre privilegiati e prioritari, non è l'oggetto da stampare ad essere prioritario nella sperimentazione
- coinvolgere tutti i docenti necessari ad avere a disposizione le competenze necessarie a svolgere l'intera sperimentazione
- definire bene gli obiettivi per ogni materia e sviluppare la programmazione didattica degli apprendimenti
- svolgere lezioni di tipo tradizionale per far acquisire agli studenti le necessarie competenze di base per il successo della sperimentazione (2 settimane)
- attivare la fase di lavoro in laboratorio quando lo studente è capace di lavorare in modo indipendente e per ogni specifico problema potrà far riferimento al docente competente
- gli studenti condivideranno le attività svolte e i risultati mediante la presentazione di un report "di restituzione"
- al termine, si potrà svolgere un ennesimo test di valutazione e un'interrogazione orale di gruppo.