



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 SCIENTIFICA

Intellectual Output N. 5

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 PANIORAMICA DEL PROGETTO PRINT STEM	Pag. 2
Capitolo 1. Programma didattico di tipo Teacher-led per lo sviluppo di competenze di literacy scientifica mediante uso della tecnologia di stampa 3D – Linee guide per i docenti scolastici	Pag. 4
1.1 INTRODUZIONE	
1.2 METODO DI VALIDAZIONE DEL PROGAMMA 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 SEZIONE DI EDIFICIO A DUE PIANI	Pag. 26
2.2 LUCE LED 3D	Pag. 39
2.3 TAVOLA PERIODICA	Pag. 47
2.4 ZATTERA FLOTTANTE	Pag. 59
2.5 CELLULA ANIMALE	Pag. 73
2.6 SET DI CAMPIONI IDENTIFICATI DA LETTERE MAIUSCOLE e TUBO DI VENTURI	Pag. 85
2.7 ORBITALI ATOMICI	Pag.107
2.8 PULEGGIA	Pag.117

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 l’Istituto d’Istruzione Secondaria Superiore “A.Berenini”.

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
Sabancı Kız 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 scientifica 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 scienza) verso il raggiungimento di obiettivi riferibili a conoscenze e concetti scientifici per la comprensione dei fenomeni; processi scientifici di descrizione, spiegazione e previsione; contesti/situazioni applicative nelle aree della vita-salute, terra-ambiente, scienza-tecnologia,

Attraverso l'applicazione di dell'approccio metodologico qui proposto è possibile sfruttare la concettualizzazione astratta di fenomeni e concetti scientifici 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 learning by doing* di un'esperienza con la tecnologia proposta di stampa 3D.

Il procedimento di seguito presentato è in linea con le raccomandazioni del Documento di Programmazione SCIENCE EDUCATION IN EUROPE NATIONAL POLICIES PRACTICES AND RESEARCH, laddove individua come priorità "to make pupils and students understand what science is used for, namely through contact with companies in science-related fields".

Secondo il documento, i risultati di PISA 2006, dimostrano che, a livello europeo, la conoscenza della scienza è più legata alla conoscenza dei concetti teorici, piuttosto che alla comprensione dei processi e di come tali concetti teorici siano applicati alla realtà. Quello che non è chiaro agli studenti è come il pensiero scientifico lavora, come si applica alla vita. Molte ricerche evidenziano come il disinteresse degli allievi nei confronti della scienza sia in gran parte dovuto al fatto che essa viene presentata in modo decontestualizzato da quelli che sono i loro interessi e le loro esperienze.

La contestualizzazione delle materie scientifiche è un tema raccomandato dalla maggior parte dei documenti di policy di UE 27, per quanto riguarda la scuola primaria, e di UE 29 per quanto riguarda la

scuola secondaria inferiore. Per quanto riguarda i temi di contestualizzazione, la maggior parte dei paesi europei, ha focalizzato le sperimentazioni su tre temi principali:

- 1) applicazione della scienza alla sostenibilità ambientale
- 2) applicazione della scienza e della tecnologia a situazioni di vita quotidiana
- 3) collegamento tra la scienza e il funzionamento del corpo umano.

L'esigenza è pertanto quella di sviluppare metodologie formative che mettano in collegamento i concetti teorici della scienza al ragionamento scientifico, alla comprensione dei fenomeni e alla loro interpretazione, ma anche che la ancorino alla realtà, dimostrino agli studenti come il pensiero scientifico può risolvere problemi e di applica ai processi e alle situazioni di vita reale e/o alle problematiche di tipo sociale.

1.2 METODO DI VALIDAZIONE DEL PROGRAMMA DIDATTICO

Il Programma didattico qui presentato è stato concepito per capire come i concetti di applicano a processi e contesti. I docenti hanno valutato le aree di *literacy* scientifica nelle quali gli studenti hanno maggiori difficoltà e per le quali la sperimentazione e la modellizzazione del programma dovevano essere attivati.

La forma della sperimentazione sviluppata si è configurata come un supporto orientato a favorire nell'ambito del curricolo ordinario, uno stile di apprendimento basato sulla pratica, producendo effetti dimostrativi della rilevanza delle discipline scientifiche per scopi pratici e facendo leva sulla motivazione, anche grazie al ricorso a metodologie attive di insegnamento..

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 più 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 seguenti 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 documento 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 Europa.**

Si noti che il Programma Didattico è stato sperimentato con studenti 15enni, ma è stato sistematizzato e validato in modo da poter essere applicato a competenze matematiche di studenti 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 SCIENTIFCA 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 SCIENTIFICA	
Griglia dei membri del Teachers Team	
Teachers Team prescelto:	<u>Docente 1</u> Nome: Materia insegnata:

quali docenti saranno coinvolti nello svolgimento delle attività	<p> 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)..... 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>
Perché sono stati scelti i docenti sopra elencati	Annotate motivi per i quali avete scelto i sopra elencati docenti per il vostro Teachers Team <i>Vi sarà utile in futuro in caso di:</i> <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?	Prendete nota delle azioni svolte per la creazione del Team e dei risultati ottenuti attraverso attività di sensibilizzazione che avete organizzato <i>Vi sarà utile in futuro in caso di:</i> <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>
Quale necessaria formazione per i docenti del Team	Annotate la formazione che si rende necessaria a qualsiasi membro del Teachers Team allo scopo di portare a termine tutte le attività di sperimentazione.

avete pianificato o dovete pianificare?	Prendete nota del tipo di metodo di apprendimento, durata e obiettivi della formazione.
---	---

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.architictionary.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@aju.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 scientifiche:

Valutate le aree di literacy scientifica 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 fenomeni.

Requisiti relativi ai Learning Objectives:

- ⇒ Le skills scientifiche che devono essere prese in considerazione sono quelle relative a:
 - concetti scientifici (concetti di fisica, chimica, biologia, scienza della terra),
 - processi scientifici (descrivere, spiegare e prevedere fenomeni scientifici, comprendere cosa sia un'indagine scientifica, interpretare i dati di una ricerca o un esperimento),
 - l'applicazione della scienza alle situazioni della vita.
- ⇒ I Learning Objectives devono far riferimento al curriculum (piano di studi) scolastico dello studente secondo la classe frequentata, dato che 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	<ul style="list-style-type: none"> Polimero a prezzi accessibili a basso costo Facile ottenere una finitura liscia e una Superficie lucida È biodegradabile Emette pochi fumi Bassa tossicità Distorsione molto ridotta rispetto all'ABS 	<ul style="list-style-type: none"> È un po' più fragile dell'ABS Fonde a una temperatura inferiore (può essere un vantaggio se si sta saldando) Ammorbidisce a 50 gradi in meno dell'ABS Lento a raffreddarsi (potrebbe essere necessario un ventilatore per aiutare il processo) Più difficile da incollare rispetto all'ABS
ABS	<ul style="list-style-type: none"> Polimero più duro e più forte del PLA. In grado di essere utilizzato per modelli sottoposti a stress meccanico. Non ha bisogno di una ventola di raffreddamento. Le tolleranze del filamento sono più strette. Può essere saldato mediante solventi o adesivi. Maggiore resistenza al calore. Può essere verniciato e sabbiato 	<ul style="list-style-type: none"> Deve usare un letto di stampa termica Incline ad arricciamenti, rotture e sfaldamento I fumi sgradevoli richiedono un estrattore di fumi Si tratta di plastica a base di petrolio che lo rende meno rispettoso dell'ambiente Può degradare alla luce del sole

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 scientifiche					
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 scientifici?				
4	L'esercitazione con l'uso della stampante 3D è stata utile per la conoscenza e l'apprendimento delle principi scientifici che hai dovuto utilizzare per disegnare e stampare l'oggetto?				
5	Hai apprezzato l'uso della stampante 3D per l'apprendimento di fenomeni di tipo scinetifico 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 scientifiche? 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 STEM diverse tra loro?				
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 di scienze?				
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 fenomeni? <i>Descrivi</i>				

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

2.1 SEZIONE DI EDIFICIO A DUE PIANI (1Epalchanion - Grecia)

LEARNING OBJECTIVES - OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO

Gli obiettivi di apprendimento identificati dagli insegnanti sono stati:

OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO GENERALI

- 1) Capacità di disegnare qualcosa di visibile, sulla base del seguente processo: vedi-osserva-analizza-componi
- 2) Capacità di inventare ed esprimere un'idea, relativa alla costruzione di parti meccaniche o di un gruppo di componenti o di un oggetto utile e procedere al suo disegno
- 3) Capacità di utilizzare il disegno, fornendo informazioni sul volume e sulla posizione degli oggetti nello spazio
- 4) Capacità di espandere la nostra concezione dell'aspetto tridimensionale di spazio, per agire in modo più semplice ed efficace nel settore della costruzione di edifici e introdurre innovazioni in esso.

OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO SPECIFICI

- 1) Essere in grado di identificare le differenti parti di una costruzione (pavimenti, travi, colonne), associarle ai diversi volumi e costruirle
- 2) Essere in grado di realizzare le fasi di costruzione di un edificio (fondamenta-piano terra-primo piano- tetto)
- 3) Essere in grado di capire che disegni differenti, come piani, prospetti, sezioni, assonometrie, disegni in prospettiva, possono essere disegnati in 3D, da cui scaturiscono modelli in 3D e, successivamente, stampe in 3D

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

La scelta è stata effettuata sulla base degli studi sulle costruzioni e sul disegno che la nostra scuola porta avanti da decenni. L'introduzione della tecnologia nel disegno in 3D all'interno nostra metodologia di insegnamento non poteva essere ignorata. Inoltre, ci siamo trovati di fronte a studenti con grave lacune in ambito geometrico, che hanno costretto gli insegnanti a riprendere argomenti trattati nelle classi precedenti. Ciò, unito all'incapacità dei nostri studenti di collegare la Matematica al mondo reale, ha fatto sì che lo studio delle costruzioni e del disegno non fosse intrapreso, nonostante il

desiderio iniziale. Per prevenire ciò, abbiamo scelto e perseguito gli obiettivi di apprendimento specifici sopracitati

OGGETTO STAMPATO

Sezione di edificio a due piani

Perchè questo oggetto?

Per far sì che i ragazzi conoscano nel dettaglio i piani di un edificio e i loro dispositivi di connessione, quali scale e altri utili dettagli di costruzione. Inoltre, osservandone la sezione, hanno meglio capito meglio gli stadi della sua costruzione e, facendoli disegnare da soli un edificio, hanno migliorato le loro capacità, evitando errori e realizzando disegni funzionali.



PREREQUISITI

- ✓ Conoscenza di base di Matematica e Geometria
- ✓ Conoscenza di base dell'uso del PC
- ✓ Conoscenza di base di Disegno tecnico

INSEGNANTI COINVOLTI

1 insegnante è stato coinvolto nella sperimentazione:

Insegnate di Disegno Tecnico/CAD

Parametri di scelta dell'insegnante

Mr. Petrakis Yiannis è, da anni, insegnante di Ingegneria Civile e insegna il disegno AUTOCAD nella nostra scuola

GRUPPO DEGLI STUDENTI COINVOLTI

Numero di studenti: 17 per classe → 34 in totale

Tipo di gruppo: una classe singola

Numero di classi: 2

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

Studenti con bisogni educativi speciali: Nessuno

Valutazione del livello di partenza: Nessuno studente aveva nozioni di disegno nè di disegno 3D con software. La loro conoscenza di Matematica e Geometria è migliorata

IMPOSTAZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

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

I) MATERIE COINVOLTE

PRINCIPALI SCIENTIFICHE	MATERIE	DISEGNO TECNICO /CAD
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione		L'insegnamento delle basi del disegno tecnico su carta è considerato il principale pre-requisito per il successo nella stampa in 3D . L'insegnamento dei comandi e dell'intero funzionamento del software per il CAD è alla base della tecnologia di stampa in 3D. Inoltre, attraverso il disegno in 3D, gli studenti riescono a capire bene le connessioni tra forme e solidi, effettuare misurazioni accurate, ripassare le nozioni di area, volume e circonferenza, ecc., raggiungendo l'obiettivo prefisso del progetto PRINT STEM. Le carenze tecniche da parte di alunni ed insegnanti comporta il ricorrere a file pre-impostati online, da scaricare o copiare, aspetto che non riteniamo, comunque, negativo per il progetto. Abbiamo, comunque, deciso di ricorrere all'esperienza e alla conoscenza del prof. Petrakis, per introdurre i ragazzi al magico mondo del disegno in 3D
Totale di ore dedicate al completamento della sperimentazione		18

ALTRE MATERIE COINVOLTE	MATERIE
Argomenti didattici legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	GEOMETRIA Insegnamento di area, volume e dimensioni di varie forme e solidi, come quadrati, rettangoli, cerchi, ellissi, trapezi, poligoni, cono, cubi, cilindri e piramidi
Totale di ore dedicate al completamento della sperimentazione	4

II) PRINT STEM LAB: LE TECNOLOGIE

- SOFTWARE(S) per il DISEGNO: 123D_Design-Autodesk
- SOFTWARE(S) per la STAMPA: Cube Print 4.0 In dotazione con la stampante 3D che abbiamo comprato. Non è open source

<http://www.3dsystems.com/>



STAMPANTE 3D : CUBE 3D PRINTER TECH SPECS

PESO E DIMENSIONI

Dimensioni: (con 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 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 con 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

Grandezza massima del disegno:

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

Materiale:

Plastica ABS resistente e plastic PLA compostabile

Spessore dello strato:

70 microns, modalità rapida: 200 microns

Supporti:

Completamente automatizzati, facili da rimuovere

Cartucce doppie:

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

Getto di stampa:

Dual jet

Requisiti Windows:

Il software Cube funziona coi sistemi operativi a 32 e 64 bit su 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 telefoni che utilizzano IOS 8 e superiori

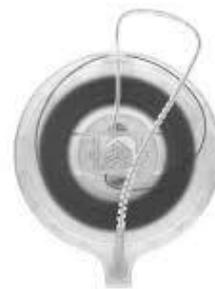
Minimi requisiti hardware:

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

IMPORTANTE: Tempo necessario per stampare un edificio a due piani in sezione: 12 ore a modalità standard (200 microns)

- **MATERIALE PLASTICO :**
Cartuccia di plastic PLA per CubePro
Cartuccia di plastic ABS per Cube Pro



IMPORTANTE: La quantità di materiale necessaria per la stampa dell'oggetto: 90% di una confezione del materiale prescelto del costo di 50€.

III) PIANIFICAZIONE E DURATA DELL'ESPERIMENTO

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

Numero di ore impiegate: 2

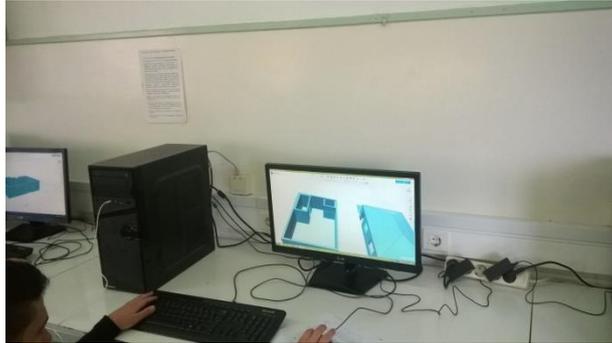
Persone coinvolte: 1

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 iniziale:

Numero di ore impiegate: 2

Persone coinvolte: 1

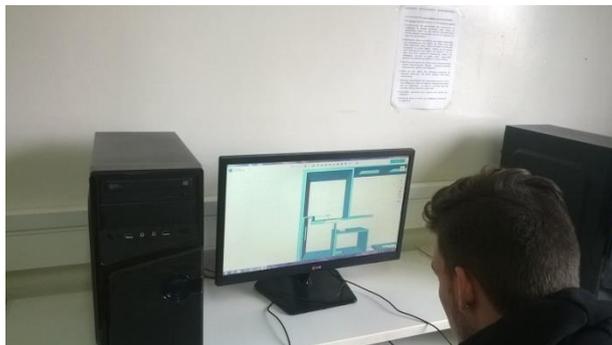
4° - Formazione in GEOMETRIA:

Numero di ore: 4

Persone coinvolte: 1+34

Metodologia didattica usata:

- Insegnamento di numerose forme geometriche
- Disegno delle forme geometriche in scala su carta
- Insegnamento della composizione delle forme geometriche (aggiungere/ togliere solidi)
- Insegnamento delle nozioni di base di Geometria, come area, volume, ecc



5° - Formazione sul Disegno Tecnico in 3D

Numero di ore: 4

Persone coinvolte: 1 insegnante +34 alunni

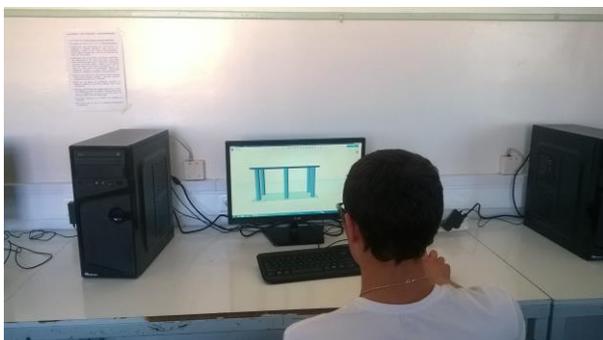
Metodologia didattica usata:

- Disegno su foglio a quadretti
- Disegno in scala, effettuando misurazioni in cm e mm, aggiungendo e sottraendo dimensioni



- Disegno in scala, effettuando misurazioni in cm e mm, aggiungendo e sottraendo dimensioni
- Presentazione dell'obiettivo finale dei nostri studi
- Discussione e scambio di opinioni sul procedimento da seguire
- Esercizi in laboratorio:
 - Introduzione alla tecnica di creazione di immagini/figure composte

- Disegno bi-dimensionale di base, analizzando i metodi di base della visualizzazione dei dati in 2 D
- Trasformazioni nello spazio- introduzione alle strutture e ai metodi descrittivi dei dati in 2 D
- Presentazione dei comandi di base per la visualizzazione in 3D-Geometria sulla superficie
- Sequenza e proiezione di oggetti
- Disegno 3D di poligoni, cerchi e parallelogrammi
- Visita a luoghi dove gli studenti possano osservare, misurare e disegnare oggetti della vita reale, con forme e dimensioni diverse. Al rientro in classe, i loro disegni vengono "girati" in 3D
- Familiarizzazione con la stampa grafica in 3D



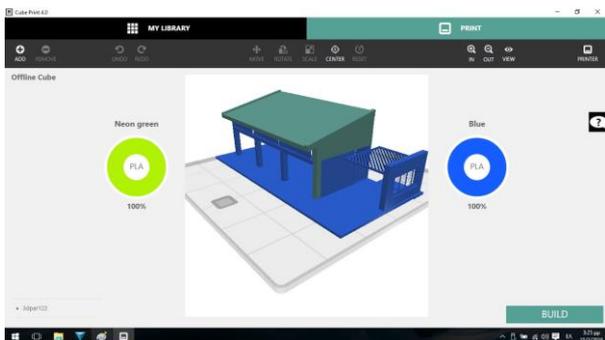
6°- Disegno dell'oggetto in 1-2-3D

Numero di ore impiegate: 6

Persone coinvolte: 1 insegnante +34 alunni

Metodologia didattica usata:

- Disegno del piano terra con la polilinea
- Altezza di 3 m del piano terra usando “extrude”
- Disegno del primo piano usando il comando extrude 3m
- Disegno delle porte e delle finestre del primo piano, usando il comando extrude 3m – subtract
- Disegno dei balconi del primo piano usando il comando “circle”
- Collegamento dei due piani utilizzando il comando “move”
- Disegno del tetto



7° – Trasferimento dell’oggetto disegnato al software per la stampa in 3D:

Numero di ore: 4

Persone coinvolte: 1 insegnante +34 alunni

Metodologia didattica usata:

- Preparazione dei modelli in 3D ed estrazione dei file STL
- Presentazione dei file STL e studio del software di stampante



8°- Stampa dell'oggetto:

Numero di ore: 6

Persone coinvolte: 1 insegnante +34 alunni

Metodologia didattica usata:

Abbiamo diviso la classe in numerosi sotto-gruppi, assegnando ruoli e responsabilità e nello specifico Il team 1 era responsabile di:

1. Raccogliere tutti i files STL
2. Introdurli nel software di stampante
3. Modificarli nel colore e in altre caratteristiche, sulla base del materiale PLA a disposizione

Il Team 2 era responsabile della creazione dei modelli 3D

Il Team 3 era responsabile dell'osservazione dell'intero processo, annotando agli eventuali problemi

Il Team 4 era responsabile della risoluzione dei problemi, sotto la guida e con l'aiuto dell'insegnante, per evitare che si ripropongano.

In alcuni casi si è dovuto ristampare l'oggetto, principalmente perchè gli studenti non sono stati in grado di capire quando fosse necessario aggiungere materiale a supporto dell'oggetto stesso. In questi casi abbiamo riveduto ruoli e responsabilità.

9° - Fine della sperimentazione

Numero di ore: 2

Persone coinvolte:1 insegnante +34 alunni

Metodologia didattica usata:

Ogni studente ha presentato

- La propria idea (4 – tetto inclinato)
- Le forme geometriche usate nei disegni
- I comandi del software utilizzati nel disegno
- Gli errori durante il disegno e la stampa

VALUTAZIONE FINALE DA PARTE DEGLI INSEGNANTI

RISULTATI IMMEDIATI:

L'insegnante della principale materia scientifica coinvolta nella sperimentazione ha verificato l'apprendimento degli obiettivi di apprendimento prefissi attraverso un test, impartito a fine progetto, che consisteva nelle seguenti parti:

Parte 1 → questionario a scelta multipla sulla teoria (30% dell'intera valutazione)

Parte 2 → Test pratico di laboratorio su argomenti trattati nell'intero semestre, come disegnare un pezzo di ricambio e riprodurlo in 3D (35% dell'intera valutazione)

Parte 3 → Test pratico di laboratorio su argomenti relativi all'estrazione di files STL, selezione del metodo più consono per ogni caso, tenendo conto dell'organizzazione dell'intero processo, fino alla stampa (30% dell'intera valutazione)

E sono stati registrati i seguenti risultati:

- 1) miglioramento della conoscenza delle nozioni geometriche di base in una percentuale pari al 65%
- 2) riscontro positivo nei confronti dell'insegnamento del Disegno Tecnico, che ha portato a risultati soddisfacenti, con idee intelligenti ed efficaci tecniche di disegno
- 3) brillante capacità di gruppo di individuazione e risoluzione dei problemi

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

- 1) Gli studenti non sono sembrati in grado di padroneggiare l'uso e le funzioni del software 3D, principalmente a causa dei seguenti motivi:
 - a. La complessità dei comandi e la "filosofia" del software (spesso non proporzionata all'età degli studenti e al loro bagaglio tecnico, oltre alla loro conoscenza dell'Inglese)
 - b. Il successo della sperimentazione dipende da vari fattori, anche apparentemente marginali, che possono sfuggire ai ragazzi, che, inoltre, vanno continuamente stimolati.

2) Gli studenti non sembravano molto entusiasti del progetto di stampa, perchè richiedeva molto tempo ed era relegato ad ore extra-scolastiche, con limitazioni di spazio

LEZIONI APPRESE

La partecipazione al progetto PRINT STEM è già stata in sè una lezione. Questo tipo di tecnologia, così innovativa, è risultata importante e stimolante anche per noi insegnanti, considerate le difficoltà riscontrate nell'insegnamento di argomenti STEM in tutti questi anni e mai avremmo pensato di poterla utilizzare nell'insegnamento nè che avrebbe stimolato l'interesse e la motivazione dei ragazzi

Desideriamo commentare i seguenti della sperimentazione:

1. 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 IO5- fosse coinvolto nel progetto e sobbarcato del carico di lavoro. L'insegnamento e la supervisione del progetto non può gravare su di un'unica persona, tenuto conto che vi sono altri compiti da svolgere (compilare reports, questionari ecc.), oltre alle difficoltà di dovere impartire un'adeguata formazione tecnica ai ragazzi e alla risoluzione di problemi legati a software e stampante, di cui parleremo dopo.
2. Gli insegnanti che non abbiano conseguito una laurea in Ingegneria civile devono frequentare un corso di disegno tecnico e di utilizzo del software per il disegno 3D, indispensabile per la buona riuscita della sperimentazione. E' inevitabile il ricorso a files pre-impostati, acquisiti online, quando l'insegnante non conosce almeno le basi del disegno tecnico, precludendo ai ragazzi la possibilità di creare, attraverso la concretizzazione di concetti teorici.
3. 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 dei Business partners. Oltre a ciò, si evidenziano difficoltà nell'esprimere in Inglese eventuali problemi che emergono durante la sperimentazione
4. Le ore di lezione (2) sono davvero poche per poter impartire nozioni di base, come già evidenziato nella III Parte) PIANIFICAZIONE E DURATA DELLA SPERIMENTAZIONE. Inoltre, il tempo per stampare andava oltre le ore di lezione, spegnendo l'entusiasmo dei ragazzi di vedere realizzato il progetto

PUNTI DI FORZA DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ Introduzione ad un processo innovativo quale la tecnologia di stampa in 3D, con l'obiettivo di insegnare agli studenti il modo per concretizzare un'idea

- ✓ Premia la creatività degli studenti, facendoli sentire utili e produttivi, perchè vedono finalmente concretizzarsi un concetto astratto
- ✓ Fornisce ai ragazzi l'occasione di realizzare come la maggior parte degli oggetti esca da una linea di produzione, rendendoli, così, interessati alle caratteristiche dell'oggetto stesso, quali consistenza, materiale di costruzione e qualità, elementi che non vengono colti con la sola osservazione o l'utilizzo

PUNTI DEBOLI DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ La stampa richiede molto tempo
- ✓ Mancanza di supporto tecnico per la stampante 3D (materiali PLA difettosi)
- ✓ La stampa dell'oggetto, sulla base dei dettagli dell'oggetto disegnato, varia, rendendo difficile la selezione finale, dal momento che bisogna valutare preventivamente se utilizzare o meno materiale di supporto
- ✓ 2 ore a settimana sono poche

RACCOMANDAZIONI

- ✓ Assicurarsi che il corso a cui devono partecipare gli insegnanti abbia luogo prima dell'inizio della sperimentazione
- ✓ La scelta di software e hardware deve essere effettuata da tecnici e non dagli insegnanti
- ✓ Assicurarsi che ci sia un supporto tecnico da parte dei Business partners, sia per ciò che riguarda il funzionamento della stampante che l'uso del software.. Il software per il disegno 3D deve essere il più semplice possibile, adatto a studenti alle prime armi e ad insegnanti che non lo hanno mai utilizzato
- ✓ Assicurarsi che il team interdisciplinare abbia almeno 5 insegnanti con inglese fluente
- ✓ Individuare le classi adatte al progetto tra quelle ad indirizzo specialistico, come quelle che di Disegno, poichè è difficile insegnare a chi non è interessato o dotato

2.2 LUCE LED 3D (Kirby Stephen Grammar School -Regno Unito)**LEARNING OBJECTIVES - OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO****OBIETTIVI GENERALI:**

- 1) Capire l'applicazione della stampa in 3D nell'industria
- 2) Introduzione alla tecnologia con sistema di illuminazione LED
- 3) Chimica dei polimeri

OBIETTIVI SPECIFICI:

- 1) Come utilizzare la stampa in 3D per le protesi
- 2) Calcolare la corrente
- 3) Produzione dei polimeri

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

Un progetto in 3D pre-esistente è stato utilizzato come punto di partenza per il progetto. L'insegnante di Chimica ha trovato che l'uso dei polimeri per la stampa 3D si incastrasse alla perfezione con il programma di studi. La tecnologia che sta dietro all'illuminazione LED è stata vista come un extra. Gli argomenti di Fisica sono stati sviluppati partendo dalla discussione sul flusso degli elettroni e su alcuni semplici test di misurazioni elettriche

OGGETTO STAMPATO

Luce LED in 3D

Perchè questo oggetto?

Perchè avrebbe garantito, all'interno dello STEM day, il successo nell'ambito del disegno e della creazione dell'oggetto, considerato che IO5 è un one day event molto impegnativo.



PREREQUISITI

- ✓ Conoscenza di base dell'uso del software per il disegno in 3D, come Sketchup.
- ✓ Conoscenze di base sul flusso dell'elettricità
- ✓ Conoscenze di base di Chimica inorganica

DOCENTI COINVOLTI

1 Insegnante di Disegno e Tecnologie

1 Insegnante di Chimica

1 Insegnante di Fisica

Parametri di scelta dell'insegnante

Gli insegnanti coinvolti erano adatti per le loro competenze. Essendo una piccola scuola, abbiamo un parco limitato di insegnanti. Insegnanti entusiasti, positivi, e appassionati sono indispensabili. Tuttavia sarebbe opportuno costruire il progetto attorno ai punti di forza dell'insegnante delegato.

GRUPPO DEGLI STUDENTI COINVOLTI

Numero di studenti: 41

Tipo di gruppo: 1 gruppo misto e 1 gruppo scelto per il progetto

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: 5 studenti sono stati valutati dotati e talentuosi; 2 sono dislessici; 4 studenti hanno bisogno di aiuto nella lettura e nello scritto. 2 hanno problemi comportamentali

Valutazione del livello di partenza: utilizzo dei voti, attingendo al Key Stage 2 e verifiche di Matematica e Scienze

IMPOSTAZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

I) MATERIE COINVOLTE

PRINCIPALI SCIENTIFICHE	MATERIE	
		Fisica
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	della	Flusso elettrico

Numero di ore impiegate	5
-------------------------	---

ALTRE MATERIE COINVOLTE	Chimica
Argomenti didattici legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	Tecnologia dei polimeri: applicazione e produzione
Numero di ore impiegate	5

ALTRE MATERIE COINVOLTE	Disegno & Tecnologia
Argomenti didattici legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	Utilizzo di prodotti adeguati, tolleranza e assemblaggio
Numero di ore impiegate	5

ALTRE MATERIE COINVOLTE	Come usare il software per il disegno in 3D
Argomenti didattici legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	Seguire i tutorials.
Numero di ore impiegate	1

II) PRINT STEM LAB: LE TECNOLOGIE

- **SOFTWARE(S) per il DISEGNO:** Sketch up V8
- **SOFTWARE(S) per la STAMPA:** Cura
- **STAMPANTE 3D:** Ultimaker 2



IMPORTANTE: Tempo necessario per stampare 9 oggetti: 1 ora

- **MATERIALE PLASTICO:** è stata usata la PLA, più economica dell'ABS ma ritenuta meno deformabile rispetto



III) PIANIFICAZIONE E DURATA DELL'ESPERIMENTO

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

Numero di ore impiegate: 30 minuti

Persone coinvolte: 3. Fisica, Chimica, Disegno e Tecnologie

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

Numero di ore impiegate:

Fisica: 1ora per Power Point e 1 ora per la preparazione

Persone coinvolte: 1 insegnante e 1 tecnico per avviare la sperimentazione

Chimica: 2 hours per Power Point and 2 ore per la preparazione e per la pianificazione

Persone coinvolte: 1 insegnante e 1 tecnico per impostare la sperimentazione

Disegno & Tecnologie: 1 ora per la preparazione e per la pianificazione della giornata. Un piccolo manuale di Disegno e progettazione era già stato completato. Ciò era stato sviluppato in precedenza ed aveva richiesto circa 3 ore.

Persone coinvolte: 1 Insegnante



3° - Valutazione del livello di partenza

Numero di ore impiegate: dati esistenti delle valutazioni, verifica semplice e domanda rivolta ai ragazzi relativa al loro eventuale apprendimento

Persone coinvolte: 1 per distribuire le verifiche, raccoglierle e farle controllare agli altri insegnanti. Cambi sono stati fatti qualora necessari

4° - Formazione in Fisica:

Numero di ore impiegate: 1ora

Persone coinvolte: 1 insegnante con 22 alunni

Metodologia didattica usata per insegnare gli argomenti: lezioni frontali, esperimenti di gruppo, fogli di lavoro

5° -Formazione in Chimica:

Numero di ore impiegate: 1ora

Persone coinvolte: 1 insegnante con 22 alunni

Metodologia didattica usata per insegnare gli argomenti: più metodi, quali interazione, video da youtube, esperimenti e discussioni: lezioni frontali, esperimenti di gruppo, fogli di lavoro

6° - Disegno dell'oggetto:

Numero di ore impiegate: 1 ora di pre-allenamento, tramite tutorials

Persone coinvolte: 1 insegnante di Disegno & Tecnologie

Metodologia didattica usata per insegnare gli argomenti: studio autonomo, ma anche aiuto reciproco



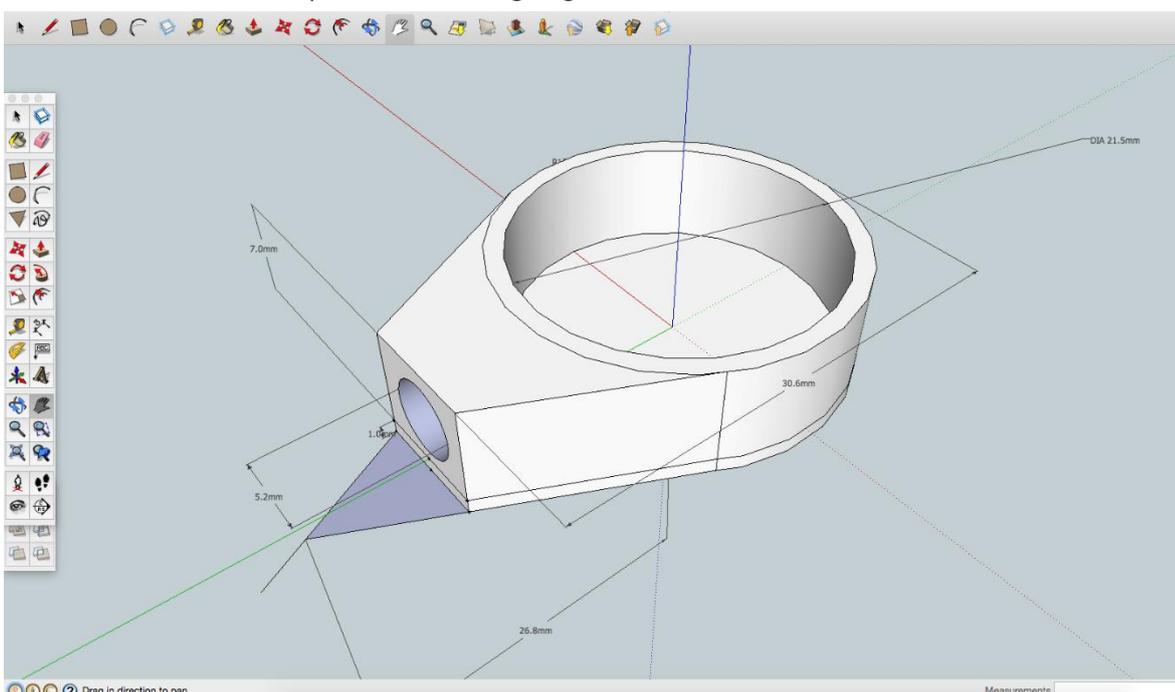
7° - Trasferimento dell'oggetto disegnato al software per la stampa in 3D:

Numero di ore impiegate: 1 ora per ogni gruppo di 20. Modelli di scorta erano stati stampati in precedenza, tenendo conto di eventuali errori

Persone coinvolte: 1

Metodologia didattica usata per insegnare gli argomenti: il compito è stato svolto dagli studenti in modo autonomo, dopo aver mostrato loro come trasferire i disegni in 3D al software, che sono stati poi stampati. Gli studenti sono comunque stati aiutati e supervisionati, anche da studenti 'ambasciatori' e più competenti

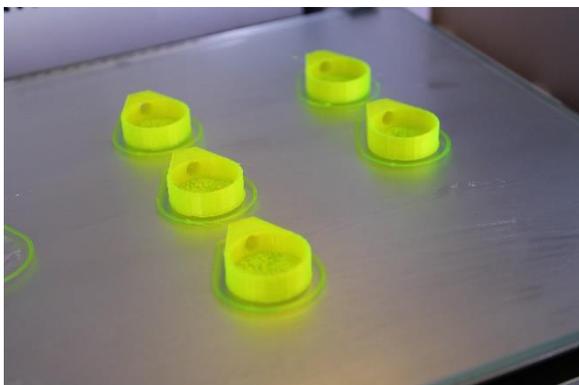
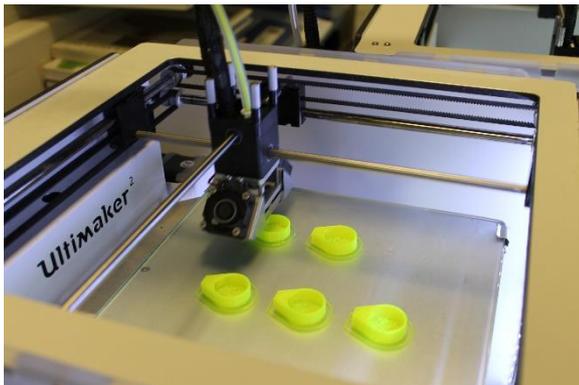
Use of Trimble Sketch-up for the 3D Designing software.



8° - Stampa dell'oggetto:

Numero di ore impiegate: 5 ore per stampare, con 1 ora per la stampa di un componente separato che gli studenti non potevano produrre nel tempo a disposizione

Persone coinvolte: students and teachers



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

- 1) Alcuni degli studenti con difficoltà sono stati davvero interessati all'aspetto pratico e sarebbero contenti dell'utilizzo della stampante in 3D anche negli anni inferiori. Al contrario, l'aspetto teorico è stato meno apprezzato ma la presenza della stampante in 3D ha conferito interesse al progetto

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

- 1) Tutti gli alunni, anche quelli con problemi comportamentali, sono stati coinvolti
- 2) Buona collaborazione tra studenti
- 3) Buona collaborazione tra studenti e staff

LEZIONI APPRESE

Il progetto è stato un po' affrettato e avrebbe potuto riuscire meglio se lo si fosse completato in un tempo superiore ai 15 giorni. Ciò avrebbe garantito un tempo maggiore per la stampa dei progetti. Farlo durante il giorno è stato un po' stressante

PUNTI DI FORZA DELLA SPERIMENTAZIONE :

- ✓ Veloce, corta ed efficiente in termini di tempo
- ✓ Interessante per i ragazzi

PUNTI DEBOLI DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ Troppo affrettata
- ✓ La stampa delle componenti non lascia spazio agli errori

RACCOMANDAZIONI

- ✓ Utilizzare il progetto anche nelle classi inferiori e insegnare Fisica anche all'interno di Disegno e Tecnologie
- ✓ Possibilità di ulteriori collaborazioni tra D&T e materie scientifiche

2.3 TAVOLA PERIODICA (Sabanci Kiz Teknik Ve Meslek Lisesi – Turchia)**LEARNING OBJECTIVES - OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO****OBIETTIVI GENERALI:**

- 1) Stimolare l'interesse e la motivazione per la Fisica e la Chimica
- 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 Fisica e la Chimica siano scienze semplici, da utilizzarsi anche nella vita reale, che si possono apprendere anche "facendo", non solo attraverso metodi tradizionali, come il pensiero astratto e il calcolo matematico

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

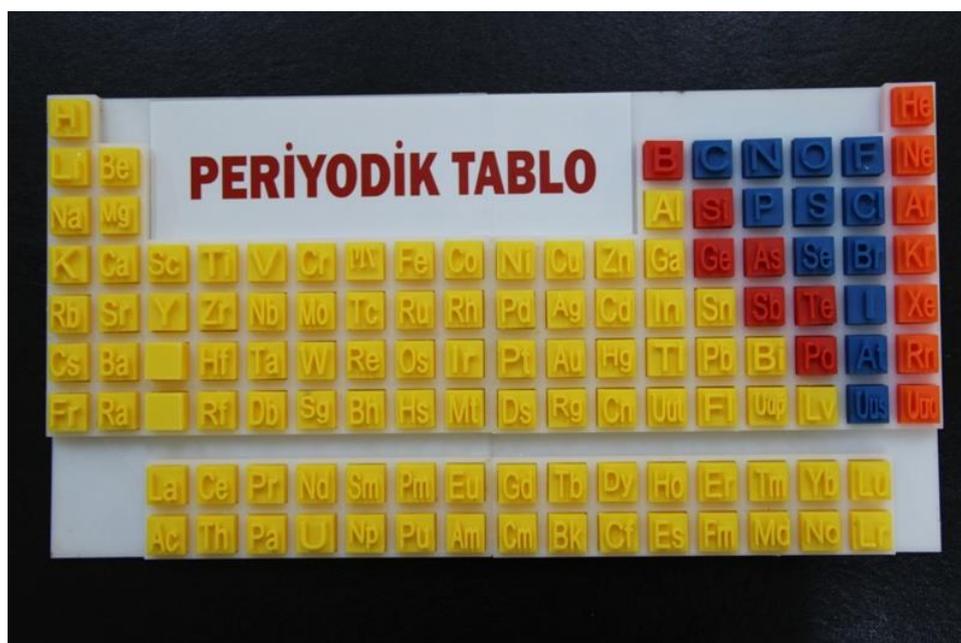
Il nostro Ministero della Pubblica Istruzione prevede come argomenti del piano di studi obbligatorio per gli studenti del nono e decimo anno di studi: l'Energia, la Massa e gli Elementi e la Tavola periodica degli Elementi, che mostra il numero atomico, la densità e gli elettroni di tali elementi. Ci 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: la Tavola periodica degli Elementi.

Perchè questi oggetti?

La motivazione è legata allo stimolo e al miglioramento delle conoscenze chimiche e fisiche, 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:

- √ conoscenza di base del computer inerente al disegno e alla stampa in 3D
- √ conoscenze basilari di Chimica e Fisica

INSEGNANTI COINVOLTI

4 insegnanti sono stati coinvolti nella sperimentazione:

1 insegnante di Biologia

1 insegnante di Fisica

1 insegnante di Chimica

1 insegnante a supporto tecnico/informatico

Parametri di scelta degli insegnanti

3 insegnanti di materie scientifiche sono stati scelti per dare supporto e supervisione nella fase di realizzazione del modello

1 Insegnante a supporto tecnico e informatico, utile nell'utilizzazione e trasferimento dei dati all'interno del computer e per stampare i modelli in 3 D, anche sulla base delle conoscenze scientifiche pregresse degli alunni stessi

II GRUPPO DEGLI STUDENTI COINVOLTI

Numero di studenti: 40

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

Numero di classi: 2

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) conoscenza di base delle scienze
- 3) capacità informatiche e di disegno

IMPOSTAZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

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

I) MATERIE COINVOLTE

PRINCIPALI SCIENTIFICHE	MATERIE	
		Fisica, Chimica, Biologia
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione		Tavola periodica degli elementi
Numero di ore impiegate		90

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	
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:** Zortrax Z-Suite
- **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 libbre] Peso con imballo 20 kg [44 libbre]

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 mx 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, 3bfab, 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 material necessaria per stampare 1 oggetto: dipende dal tipo del filo interno dell'oggetto. La media da noi calcolata è di 16 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 Fisica, Chimica e Biologia , tecnici di stampanti

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 Fisica, Chimica e Biologia



3° Valutazione del livello di partenza

Numero di ore impiegate: 8

Persone coinvolte: insegnanti di Fisica, Chimica, Biologia e studenti

4° - Formazione in Scienze

Numero di ore impiegate: 40

Persone coinvolte: insegnanti di Fisica, Chimica, Biologia 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 relativa all'uso dei Software:

Numero di ore impiegate: 15

Persone coinvolte: insegnanti di Fisica, Chimica, Biologia, tecnici di stampante e studenti

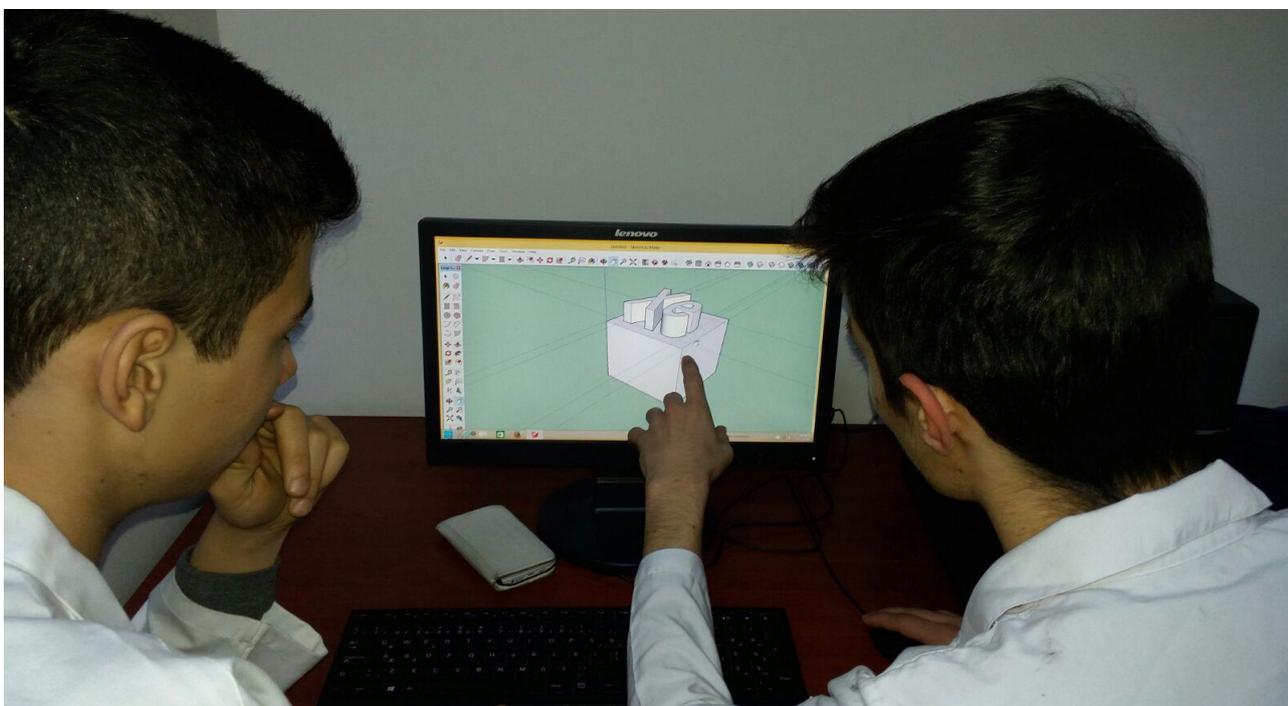
Metodologia didattica usata per l'insegnamento: lezioni frontali, studio autonomo da parte degli alunni, attività di laboratorio, lavoro di gruppo

6°- Disegno dell'oggetto:

Numero di ore impiegate :6

Persone coinvolte: insegnanti di Fisica, Chimica e Biologia, tecnici di stampante, studenti

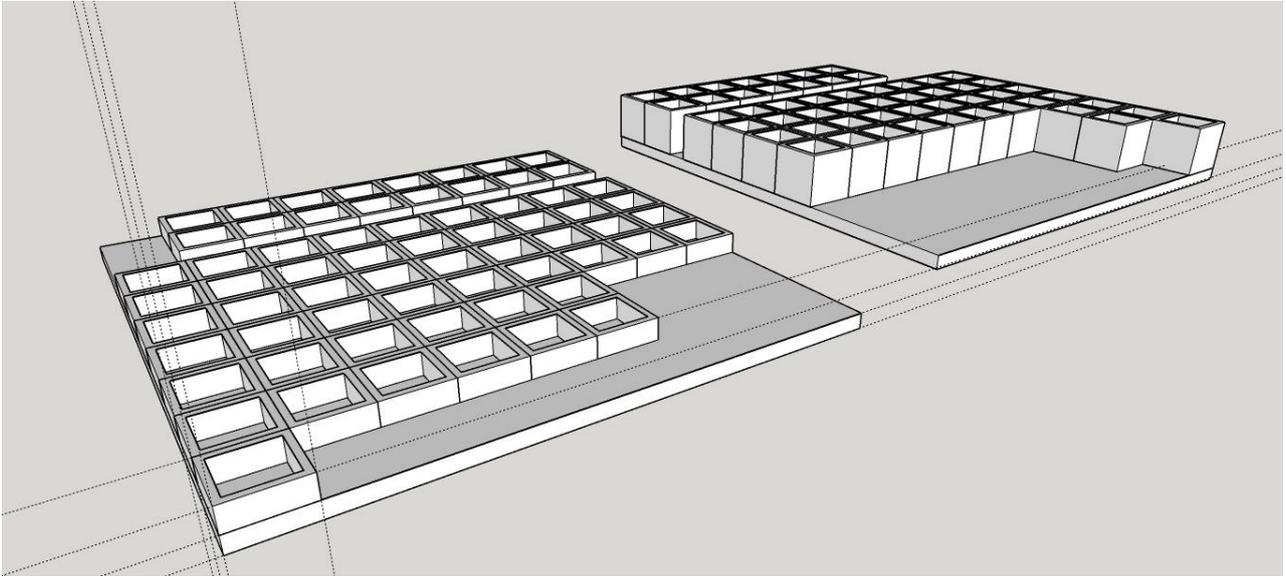
Metodologia didattica usata per l'insegnamento: lezioni frontali, attività di laboratorio, lavoro di gruppo

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

Numero di ore impiegate: 7

Persone coinvolte: insegnanti di Fisica, Chimica e Biologia, tecnici di stampante, studenti

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



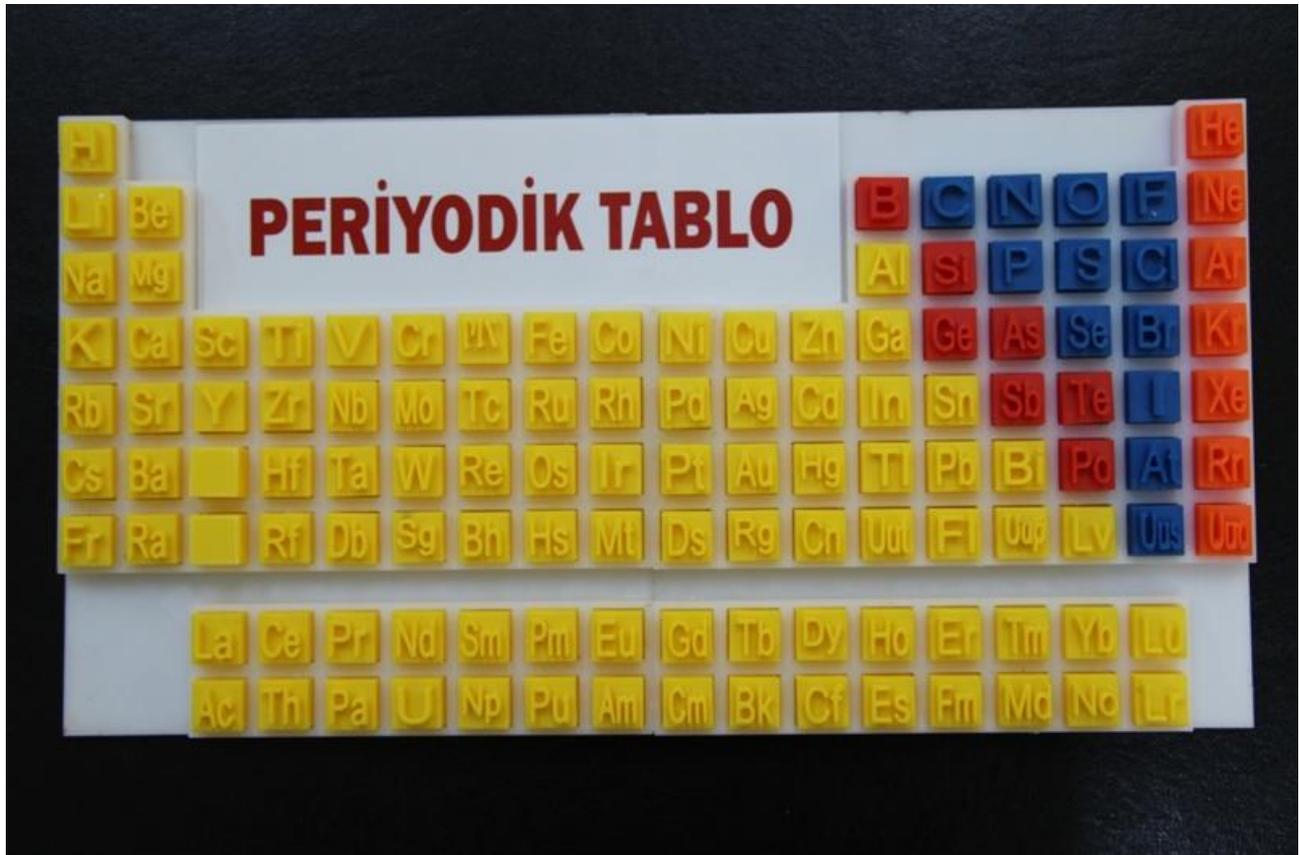
8°- Stampa dell'oggetto:

Numero di ore impiegate: 7+6

Persone coinvolte: insegnanti di Fisica, Chimica e Biologia, tecnici di stampante, studenti

Per il successo del progetto , si è ricorso a:

1. Distribuzione di compiti tra gli studenti
2. Ricerca e raccolta di informazioni sugli oggetti da ricreare
3. Riproduzione degli oggetti al computer
4. Stampa degli oggetti



9° - Fine della sperimentazione

Numero di ore impiegate: 8

Persone coinvolte: insegnanti di Fisica, Chimica e Biologia, studenti

Terminata la stampa, insegnanti e studenti hanno discusso insieme in laboratorio dei risultato ottenuto

VALUTAZIONE FINALE DA PARTE DEGLI INSEGNANTI

IMPATTI 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 maggior di quello previsto
- ✓ Gli errori durante la fase di sperimentazione sembrano essere inevitabili (abbiamo sbagliato due volte la stampa dell'oggetto)
- ✓ Familiarizzare con hardware e software per la stampa in 3D richiede assistenza tecnica

PUNTI DI FORZA DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ Metodo di insegnamento meno astratto e più pratico
- ✓ Imparare facendo e dai propri errori

PUNTI DEBOLI DELLA SPERIMENTAZIONE:

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

RACCOMANDAZIONI

- ✓ Scelta accurate 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)

2.4 ZATTERA FLOTTANTE (IISS A. BERENINI - Italia)**LEARNING OBJECTIVES - OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO****OBIETTIVI GENERALI:**

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

OBIETTIVI SPECIFICI:

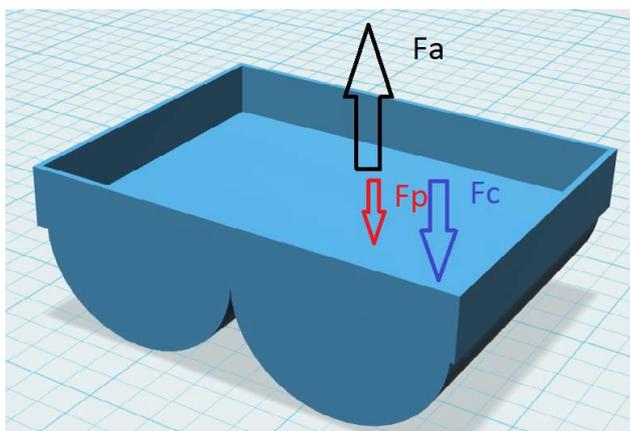
- 1) Realizzare un oggetto in grado di galleggiare tenendo conto della densità dell'acqua e dei materiali in uso mostrando di sapere valutare ed individuare i propri errori
- 2) Saper applicare il principio di Archimede ad un solido
- 2) Sapere calcolare volumi di solidi composti anche con parametri incogniti
- 3) Sapere disegnare e riconoscere solidi complessi

OGGETTO STAMPATO

Sulla base degli obiettivi di apprendimento, specifici generali, i nostri insegnanti hanno deciso di stampare una zattera flottante o barchetta. Non sono assegnati vincoli di forma.

Perchè questo oggetto?

Nel laboratorio Print Stem, l'obiettivo assegnato agli allievi è quello di realizzare una "zattera" o una barchetta. Non sono assegnati vincoli di forma. I ragazzi possono progettare a piacimento la loro zattera sperimentandosi nel disegno CAD 3D. Prima di effettuare la stampa 3D dovranno però calcolare il massimo peso in grammi che potrà trasportare la zattera. Dovranno quindi porre attenzione, durante il progetto, nel limitarsi a forme di cui sanno calcolare il volume per poter determinare la forza peso della barca e la forza della spinta di Archimede. Una volta stampata la zattera verificheranno sperimentalmente il massimo peso trasportabile dalla zattera prima dell'affondamento. In pratica le barchette verranno poste in una bacinella d'acqua e verranno caricate di monetine fino all'affondamento. Il massimo peso trasportabile deve coincidere con quello previsto in fase di progettazione. Se così non fosse gli allievi dovranno individuare i loro errori ed eventualmente correggere la progettazione.



PREREQUISITI

Concetti di forza, densità della massa e forza del peso

DOCENTI COINVOLTI

4 docenti:

1 docente di fisica

1 docente di matematica

1 docente di disegno tecnico

1 docente di scienze applicate

Motivazioni delle scelta dei docenti

Al fine di poter svolgere correttamente la seconda fase “laboratorio interdisciplinare PRINT STEM” sono spesso necessarie più competenze: informatica, disegno, fisica, chimica, ecc.. Una sola disciplina non è spesso sufficiente a coprire le competenze necessarie per accedere ad un laboratorio PRINT STEM, studiare, progettare, sviluppare e migliorare un oggetto da produrre con la stampante 3D.

Risulta pertanto necessario coinvolgere altre materie. Ipotizzato un oggetto 3D da stampare, che possa costituire un ottimo strumento di esercitazione delle competenze della materia “Intellectual Output”, si individueranno le altre materie da coinvolgere per completare il quadro delle competenze necessarie e per accedere proficuamente al laboratorio PRINT STEM.

IL GRUPPO DI STUDENTI COINVOLTO

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

Numero di studenti: 26

Tipo di gruppo: singola classe.

Numero di classi: 1

Curriculum scolastico della classe coinvolta: indirizzo tecnico industriale - elettronica

Studenti diversamente abili: 1 studente con difficoltà motorie, lo studente partecipa utilizzando un PC assistito da un docente di sostegno

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:

I) MATERIE COINVOLTE

PRINCIPALE MATERIA STEM	FISICA
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	Baricentro - (3h) Pressione, leggi dei liquidi - (3h) Legge di Archimede, galleggiamento dei corpi - (4h)
Numero di ore impiegate	10

ALTRE MATERIE COLLEGATE	MATEMATICA
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	solidi regolari - (3h) solidi complessi - (5h) equazioni di grado superiore al primo riconducibili ad esse utilizzate per problemi di geometria solida - (3h)
Numero di ore impiegate	11

ALTRE MATERIE COLLEGATE	DISEGNO TECNICO
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	disegno di solidi, proiezioni ortogonali, assonometria - (4h) solidi complessi - (2h) disegno di solidi complessi - (4h)
Numero di ore impiegate	10

ALTRE MATERIE COLLEGATE	SCIENZE APPLICATE
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	forme 2D e solidi elementari 3D - (2h) modifiche sui solidi 3D - (4h) solidi complessi e stampa 3D - (5h)
Numero di ore impiegate	11

II) PRINT STEM LAB: LE TECNOLOGIE

- **SOFTWARE(S) per il disegno:** CAD 123. 123D Design è stato scelto in quanto software free gratuito, non richiede PC con particolari prestazioni ed è estremamente semplice da utilizzare. La sua facilità di utilizzo ne ha favorito l'apprendimento da parte di tutti gli allievi. Acquisite le tecniche base del disegno CAD 3D, gli allievi, hanno potuto dedicarsi con piena autonomia alla progettazione. Il laboratorio è inoltre dotato di tavoli predisposti per l'utilizzo di dispositivi portatili personali. L'utilizzo dei dispositivi personali facilita il proseguimento domestico del lavoro di progettazione effettuato a scuola.
- **SOFTWARE(S) per stampare:** CURA 14.12.1 (ultimaker.com). software open source
- **STAMPANTE 3D:** 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

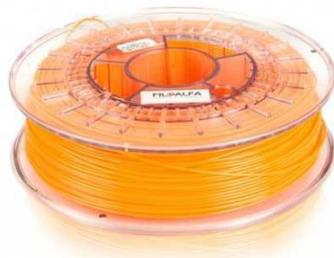
Maximum speed: 300 mm / s



€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: 6 per ogni insegnate

Persone coinvolte: 6 insegnanti

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

Numero di ore impiegate: 6 per docente

Persone coinvolte: 4 docenti delle materie coinvolte

3° Valutazione del livello in ingresso

Numero di ore impiegate: 3 per ogni docente

Persone coinvolte: 4 docenti, studenti

4° - formazione in FISICA

Numero di ore impiegate: 10

Persone coinvolte: docente di Fisica e studenti

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

5° - formazione in MATEMATICA

Numero di ore impiegate: 11

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

6° - formazione in DISEGNO TECNICO CAD 123

Numero di ore impiegate: 10

Persone coinvolte: docente di disegno tecnico e studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: laboratorio di informatica

7° - formazione in SCIENZE APPLICATE

Numero di ore impiegate: 10

Persone coinvolte: docente di materia e studenti

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

8°- disegno con AUTODESK 123 DESIGN dell'oggetto

Numero di ore impiegate : 20

Persone coinvolte: insegnante di disegno tecnico e studenti

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

Gli studenti hanno formato cinque gruppi di lavoro, ogni gruppo ha suddiviso al suo interno gli incarichi sulla base delle maggiori capacità di ogni studente. Alla fine hanno condiviso le competenze acquisite. Ogni gruppo ha raggiunto il suo obiettivo e tutti gli studenti appartenenti al gruppo hanno acquisito competenze sul lavoro svolto.

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

Numero di ore impiegate: 4

Persone coinvolte: 1 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: 10

Persone coinvolte: 1 docente di informatica e studenti

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

11° - fine della sperimentazione:

Numero di ore impiegate: 10

Persone coinvolte: 1 docente di fisica e scienze applicate e studenti

Metodologia didattica usata per l'insegnamento: attività di analisi di gruppo. Gli studenti hanno provato il galleggiamento della zattera all'interno di un liquido e valutata la forza di Archimede







VALUTAZIONE FINALE DEI DOCENTI

IMPATTI IMMEDIATI:

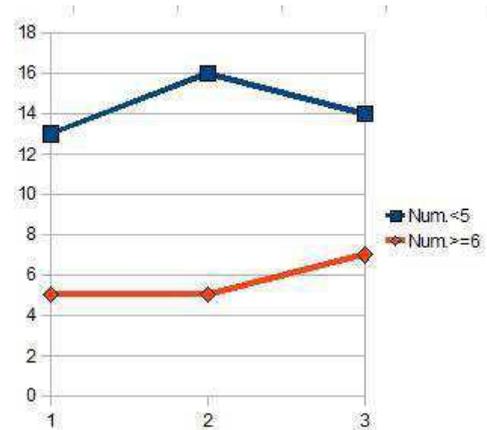
Dai voti del test iniziale 1 in SCIENZE (prerequisiti) si evidenzia una media significativamente bassa con:

- 13 studenti su 25 con valutazioni nettamente negative (inferiori a 5);
- 5 studenti su 25 nettamente sufficienti (dal 6 in su);
- la media dei voti è 4.72 (decisamente insufficiente).

La classe si presenta quindi come problematica, probabilmente per le basi compromesse da un primo anno di studi in una classe particolarmente difficile.

I voti del test 2 intermedio evidenziano:

- 16 studenti su 25 con valutazioni nettamente negative (inferiori a 5);
- 5 studenti su 25 nettamente sufficienti (dal 6 in su);
- la media dei voti è 4.90 (decisamente insufficiente).



Risulta evidente come gli scarsi prerequisiti posseduti in genere dagli studenti hanno compromesso la possibilità di affrontare i moduli didattici programmati. Soltanto 5 studenti riescono ad apprendere utilmente le unità didattiche programmate. Evidente risulta l'incremento degli studenti decisamente insufficiente (voto inferiore a 5), da 13 a 16.

I voti del test 3 finale evidenziano:

- 14 studenti su 25 con valutazioni nettamente negative (inferiori a 5);
- 7 studenti su 25 nettamente sufficienti (dal 6 in su);
- la media dei voti è 5.00 (insufficiente).

Si notano lievi miglioramenti, gli studenti gravemente insufficienti (voto inferiore a 5) scendono da 16 a 14, i sufficienti salgono da 5 a 7, la media sale leggermente nonostante rimanga insufficiente. Dall'analisi dei voti si denota quindi solo un lieve miglioramento della abilità legate alle unità didattiche programmate in fisica.

Il lavoro di Laboratorio Print Stem è stato svolto con grande interesse e partecipazione da parte degli studenti. Molti hanno lavorato in autonomia ed hanno fatto da traino ai numerosi studenti in maggiore difficoltà. E' bene notare che i risultati positivi raggiunti si limitano strettamente alle competenze utilizzate nel progetto svolto e non a tutte le competenze dei moduli didattici svolti. Ad esempio se un gruppo di studenti ha utilizzato il volume del cilindro e del parallelepipedo questo non significa che sappiano trovare il volume di tutti i solidi trattati nelle unità didattiche di Matematica.

Agli studenti è stato sottoposto un questionario di gradimento sul progetto in cui hanno confermato l'interesse per la stampa 3D ma si sono accorti dell'effetto limitato sull'esito delle verifiche delle specifiche materie. Esperienze così brevi non trasformano magicamente uno studente con

problematiche in un appassionato studioso di Fisica e non riescono a toccare tutti i punti del programma.

LEZIONI APPRESE

Sulla base di questa esperienza sembrerebbe interessante verificare una struttura del progetto basata su tempi più brevi, argomenti più ridotti, in un periodo di 1-3 giornate, totalmente dedicate al progetto. L'esperienza dovrebbe essere ripetuta più volte durante l'anno per integrarsi proficuamente con la metodologia didattica. Seguono i risultati del questionario dove per ogni risposta vengono riportate il numero di risposte positive.

L'attività svolta con l'utilizzo della stampante 3D ha determinato solo un minimo miglioramento delle abilità acquisite relativamente ai moduli di Fisica. Non ha sostanzialmente cambiato l'atteggiamento generale dello studente nei confronti dello studio della Fisica.

Le attività connesse con la stampante 3D sono state svolte con entusiasmo, interesse e partecipazione ed hanno consentito un miglioramento delle competenze solo limitatamente alle abilità strettamente utilizzate all'interno del progetto "barchetta" che ogni studente ha realizzato nel suo gruppo di lavoro. Gli studenti confermano di apprezzare una metodologia di lavoro basata su attività pratiche come quelle connesse con la stampante 3D.

Probabilmente gli effetti positivi sull'apprendimento delle materie matematico scientifiche potrebbero essere migliorati attraverso un'attività di stampa 3D protratta per tutto l'anno scolastico. 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 nell'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.

2.5 ANIMAL CEL (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. individuazione dei rapporti reciproci, strutturali e dimensionali dei costituenti la cellula; capacità di lavorare in team
2. saper effettuare misure di dimensioni e utilizzare i rapporti di scala per disegnare o costruire oggetti di cui sia necessario variare le misure
3. Saper passare da un'unità di misura all'altra, utilizzare la notazione scientifica, saper approssimare e arrotondare una misura, saper valutare l'errore assoluto e l'errore relativo di cui è affetta una misurazione.

OGGETTO STAMPATO

Sulla base degli obiettivi di apprendimento, specifici generali, i nostri insegnanti hanno deciso di stampare modellino di cellula animale.



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:

- non sono richiesti prerequisiti di biologia, la cellula rappresenta il primo concetto.
- Teoria della misura
- Equivalenze
- Conoscere il CAD

Competenze:

- saper misurare e utilizzare correttamente strumenti di misura
- saper passare da un'unità di misura all'altra
- saper utilizzare il CAD

DOCENTI COINVOLTI

4 docenti:

1 docente di biologia

1 docente di fisica

1 docente di matematica

1 docente di disegno tecnico

Motivazioni delle scelta dei docenti

La materia scientifica principalmente interessata dalla sperimentazione è stata Scienze (Biologia). 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 Matematica, 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: 19

Tipo di gruppo: singola classe.

Numero di classi: 1

Curriculum scolastico della classe coinvolta: Liceo

Studenti diversamente abili: nessuno

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	BIOLOGIA
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	Caratteristiche strutturali e funzionali delle cellule procariotiche ed eucariotiche (animali e vegetali)
Numero di ore impiegate	4

ALTRE MATERIE COLLEGATE	FISICA
Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	misure, proporzioni, percentuali e rapporti di scala
Numero di ore impiegate	4

ALTRE MATERIE COLLEGATE	MATEMATICA
--------------------------------	------------

Argomenti legati agli obiettivi di apprendimento della sperimentazione	Unità di misura, potenze del 10, calcolo approssimato, errore relativo, errore assoluto
Numero di ore impiegate	2

II) PRINT STEM LAB: LE TECNOLOGIE

- **SOFTWARE(S) per il disegno:** L'istituto è dotato di un laboratorio di disegno industriale formato da 21 PC, videoproiettore e stampante plotter per stampare disegni in formato A1. Per la progettazione CAD 3D è stato utilizzato il software professionale "Inventor 2009" distribuito dalla Autodesk: il motivo è che il software è estremamente semplice da utilizzare.
- **SOFTWARE(S) per stampare:** CURA 14.12.1 (ultimaker.com). software open source
- **STAMPANTE 3D:** 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

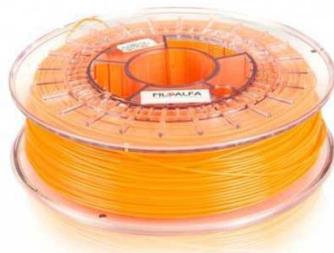
Maximum speed: 300 mm / s



€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

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 di materia e studenti

4° - formazione in BIOLOGIA

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,

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 MATEMATICA

Numero di ore impiegate: 2

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

7° - formazione in DISEGNO TECNICO

Numero di ore impiegate: 10

Persone coinvolte: docente di disegno tecnico e studenti

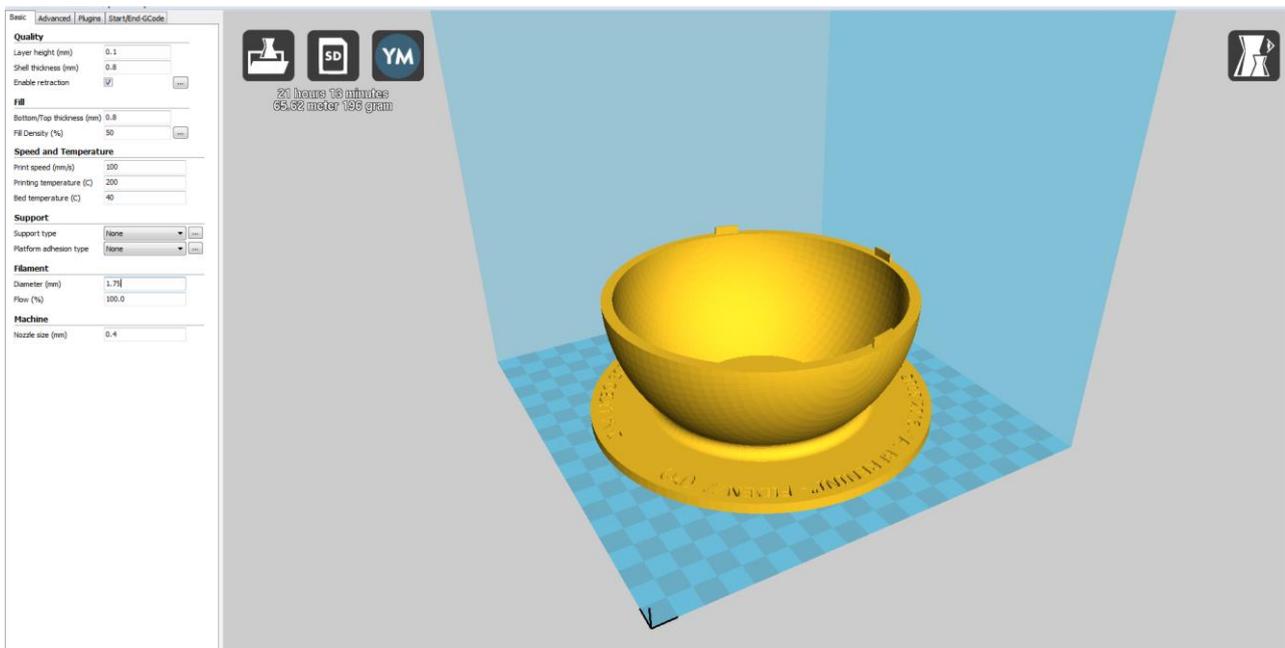
Metodologia didattica usata per l'insegnamento: laboratorio di informatica

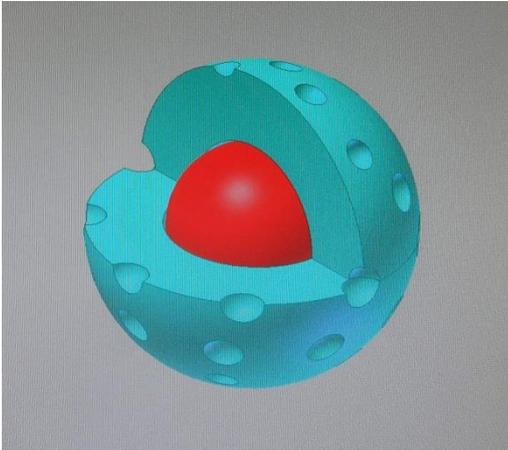
8°- disegno con INVENTOR dell'oggetto

Numero di ore impiegate : 6

Persone coinvolte: insegnante di disegno tecnico 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: 1 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: 1 docente di informatica e studenti

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

Si è scelto di realizzare la cellula sottoforma di "puzzle tridimensionale", formato da una serie di elementi:

- Base inferiore della cellula
- Involucro superiore della cellula
- Parte interna inferiore della cellula
- Parte interna superiore della cellula
- Mitocondri (quantità: 2)
- Reticolo endoplasmatico inferiore
- Reticolo endoplasmatico superiore
- Apparato di Golgi inferiore
- Apparato di Golgi superiore

- Nucleo inferiore
- Nucleo superiore
- Nucleolo



VALUTAZIONE FINALE DEI DOCENTI

IMMEDIATE IMPACTS:

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 stato 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. L'impegno dimostrato nella non facile realizzazione di questo progetto ha fatto sì che il risultato ottenuto sia stato superiore alle aspettative dello stesso docente.

In generale, quindi, al termine del progetto, è emerso che l'attività svolta con l'utilizzo della stampante 3D ha sicuramente determinato un miglioramento delle conoscenze e competenze acquisite relativamente all'unità didattica di Scienze. Questo miglioramento è dipeso dalla facilitazione nell'apprendimento delle caratteristiche strutturali e funzionali della cellula animale dovuto alla realizzazione del modello 3D della cellula.

Gli studenti hanno dimostrato qualche difficoltà nell'acquisizione delle conoscenze e abilità di Matematica e Fisica. Probabilmente, queste difficoltà sono da ricercarsi in una scarsa fiducia nelle proprie capacità da parte degli studenti, che spesso si avvicinano a queste materie con pregiudizio.

Tuttavia, questo non ha inficiato la buona riuscita del progetto e non ha demotivato gli alunni, i quali hanno partecipato con interesse e spirito propositivo.

L'interdisciplinarietà della sperimentazione ha rappresentato sicuramente un punto di forza, consentendo agli allievi di impostare un metodo di studio finalizzato all'integrazione dei diversi apprendimenti.

Le modalità di attuazione del progetto, inoltre, hanno consentito di non stravolgere le programmazioni curriculari. Tuttavia, l'interesse e l'impegno profuso dagli studenti induce a proporre di dedicare più tempo all'attività laboratoriale "PRINT STEM".

LEZIONI APPRESE

Al termine del progetto, è emerso che l'attività svolta con l'utilizzo della stampante 3D ha sicuramente determinato un miglioramento delle conoscenze e competenze acquisite relativamente all'unità didattica di Scienze. Questo miglioramento è dipeso dalla facilitazione nell'apprendimento delle caratteristiche strutturali e funzionali della cellula animale dovuto alla realizzazione del modello 3D della cellula.

Gli studenti hanno dimostrato qualche difficoltà nell'acquisizione delle conoscenze e abilità di Matematica e Fisica. Probabilmente, queste difficoltà sono da ricercarsi in una scarsa fiducia nelle proprie capacità da parte degli studenti, che spesso si avvicinano a queste materie con pregiudizio.

Tuttavia, questo non ha inficiato la buona riuscita del progetto e non ha demotivato gli alunni, i quali hanno partecipato con interesse e spirito propositivo.

L'interdisciplinarietà della sperimentazione ha rappresentato sicuramente un punto di forza, consentendo agli allievi di impostare un metodo di studio finalizzato all'integrazione dei diversi apprendimenti.

Le modalità di attuazione del progetto, inoltre, hanno consentito di non stravolgere le programmazioni curriculari. Tuttavia, l'interesse e l'impegno profuso dagli studenti induce a proporre di dedicare più tempo all'attività laboratoriale "PRINT STEM".

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.

2.6 SET DI CAMPIONI IDENTIFICATI DA LETTERE MAIUSCOLE e TUBO DI VENTURI (IISS GADDA - Italia)

LEARNING OBJECTIVES - OBIETTIVI FORMATIVI

Gli obiettivi formativi individuati dagli insegnanti sono stati:

Obiettivi formativi GENERALI:

- 1) Affrontare una materia scientifica con un nuovo strumento didattico.
- 2) Imparare a lavorare in un contesto multidisciplinare.
- 3) Imparare a lavorare in gruppo.
- 4) Aumentare l'interesse e la partecipazione degli studenti con più difficoltà negli argomenti scientifici.

Obiettivi formativi SPECIFICI

- 1) Analisi chimica.
- 2) Creazione di oggetti adatti per essere usati all'interno di un laboratorio scientifico.
- 3) Saper impostare e condurre un esperimento scientifico.

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.

L'OGGETTO STAMPATO

Al fine di raggiungere gli obiettivi formativi specifici e generali, gli insegnanti hanno deciso di stampare un set di campioni identificati da lettere maiuscole e un porta provette da laboratorio.

Perché questi oggetti?

La nostra scuola è specializzata nella chimica dei materiali, investigare le proprietà chimiche del PLA è stato un utile esercizio di laboratorio di chimica; la creazione del porta provette è stata una naturale conseguenza.



I campioni.



Il porta provette.

PREREQUISITI

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

- ✓ Conoscenze di base di chimica dei materiali.
- ✓ Regole di comportamento in un laboratorio chimico.
- ✓ Conoscenze di base della geometria dello spazio.
- ✓ Conoscenza di base di informatica.
- ✓ Conoscenza di base e competenze in disegno tecnico (AUTOCAD).

GRUPPO DI DOCENTI COINVOLTO

Sono stati coinvolti due insegnanti in questa sperimentazione:

Lista degli insegnanti e relative materie:

1 insegnante di **Chimica**.

1 insegnante di **Grafica**.

Motivazione del Team:

Gli insegnanti sono stati scelti perché le loro materie di insegnamento erano strettamente correlate con la sperimentazione I05 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: 20.

Tipo di gruppo: singola classe.

Numero di classi: 1.

Curriculum scolastico della classe coinvolta: Informatica e telecomunicazioni.

Studenti diversamente abili

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

Modalità di valutazione del livello in entrata: prove standard.

IMPOSTAZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

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

I) MATERIE COINVOLTE:

MATERIA PRINCIPALE	CHIMICA
Argomenti correlati agli obiettivi formativi della sperimentazione	<ul style="list-style-type: none"> ➤ L'applicazione di formule. ➤ Scrivere una relazione scientifica. ➤ La raccolta dei dati. ➤ L'utilizzo di attrezzature di laboratorio chimico.

	➤ Le regole di sicurezza in laboratorio chimico.
Numero di ore dedicate al per la sperimentazione	16

MATERIA SECONDARIA	GRAFICA
Argomenti correlati agli obiettivi formativi della sperimentazione	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rappresentazione di oggetti tridimensionali. ✓ Leggere e interpretare i grafici in proiezione ortogonale. ✓ Geometria dello spazio. ✓ Conoscenze, competenze e abilità informatiche di base. ✓ Conoscenze, competenze e abilità nel disegno tecnico (SketchUp e AUTOCAD) di base. ✓
Numero di ore dedicate al per la sperimentazione	10

II) PRINT STEM LAB: LE TECNOLOGIE

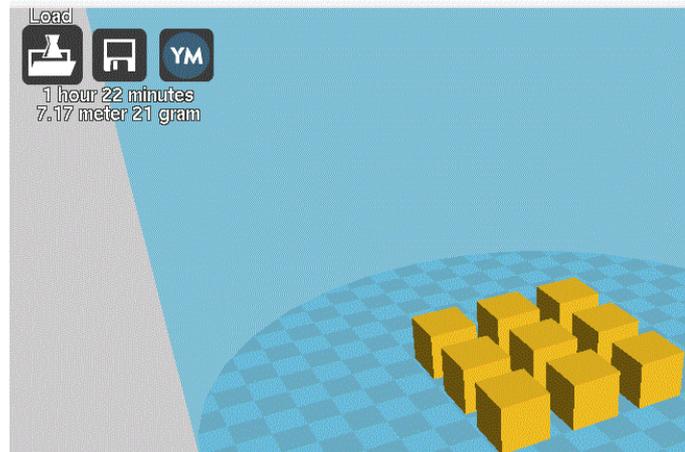
- **SOFTWARE per il disegno tecnico e la progettazione:** SKETCHUP.
Facile da usare, open source, link tutorial: <http://www.architectionary.com/SketchupTutorials>
- **SOFTWARE per la stampa:** CURA
Facile da usare, open source, link tutorial: <https://www.youtube.com/watch?v=biCWssfil2A>
- **STAMPANTE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



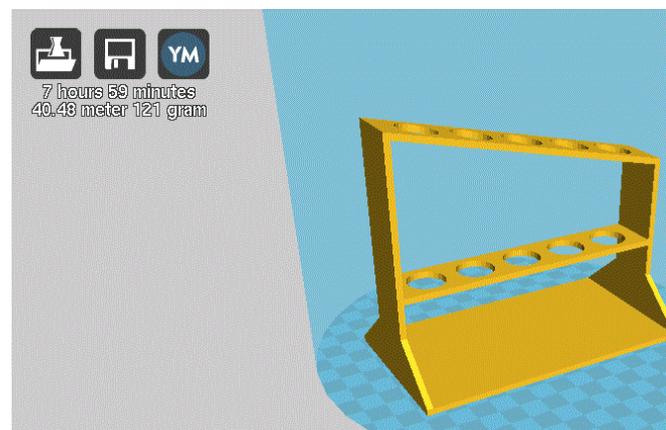
- **PLASTIC MATERIAL: PLA.**
Lo si può acquistare online.



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



Tempo di stampa e quantità di materiale necessario.



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. E. Iasoni – Chimica



Prof. V. Mangione - Grafica.

3° - Valutazione livello iniziale:

Numero di ore dedicate: 1

Persone coinvolte: 2 insegnanti.

4° - Attività didattica in Chimica:

Numero di ore dedicate: 8

Persone coinvolte: 1, insegnante di chimica.

Metodologie didattiche utilizzate per l'insegnamento degli argomenti:

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

5° - Attività didattica di Grafica:

Numero di ore dedicate: 4

Persone coinvolte: 1, insegnante di grafica.

Metodologie didattiche utilizzate per l'insegnamento degli argomenti:

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

6° - Disegno tecnico dell'oggetto:

Numero di ore dedicate: 6

Persone coinvolte: insegnante di grafica.





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

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

Numero di ore dedicate: 1

Persone coinvolte: coordinatore del progetto e i professori coinvolti.

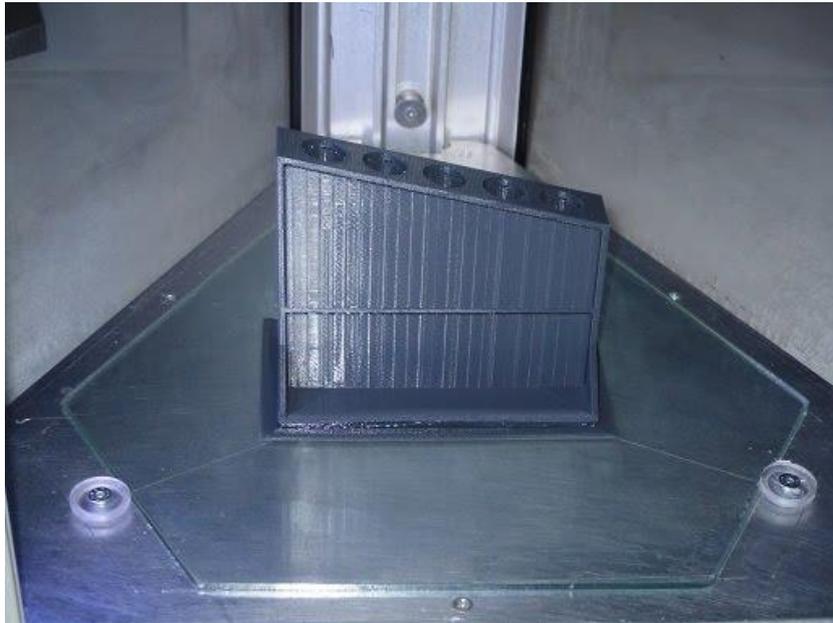
Metodologie didattiche utilizzate: è stato mostrato agli studenti il funzionamento di CURA e le principali impostazioni di stampa.

8° - Stampa dell'oggetto:

Numero di ore dedicate: 1

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: 4

Persone coinvolte: 2 insegnanti.

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

Gli studenti hanno inoltre integrato il lavoro con una ricerca sulla composizione chimica del PLA.

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



VALUTAZIONE FINALE DEI DOCENTI

IMPATTO IMMEDIATO:

TABELLA VALUTAZIONE PROGETTO

GRUPPO	NOMINATIVI	RACCOLTA MATERIALE RICERCA PLA	ORGANIZZAZIONE ANALISI LABORATORIO	STESURA RELAZIONE	PRESENTAZIONE FINALE LAVORO	CAPACITÀ DI COLLABORAZIONE ALL'INTERNO DEL GRUPPO E CON GLI ALTRI GRUPPI
1	Si Fe	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO	DISCRETO
2	K C A	DISCRETO	BUONO	DISCRETO		DISCRETO
3	N B D	BUONO	BUONO	BUONO		DISCRETO
4	C C P C	DISCRETO	BUONO	DISCRETO		DISCRETO
5	N R X S	DISCRETO	BUONO	DISCRETO		DISCRETO

La partecipazione al progetto ha permesso di migliorare
 le capacità di collaborazione tra i componenti del gruppo e tra i diversi gruppi.
 Imparare ad organizzare un'esperienza di laboratorio

Valutazione - Chimica

L'insegnante di Chimica coinvolta nella sperimentazione ha valutato il raggiungimento degli obiettivi formativi da parte degli studenti attraverso prove standard.

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 “trasversali”:

- 1) Aumentata capacità nel lavoro di gruppo.
- 2) Aumentata capacità di organizzazione del lavoro all'interno di un laboratorio.

LEZIONI ATTESE

PUNTI DI FORZA DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ L'aumento della motivazione degli alunni.
- ✓ 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 di un nuovo dispositivo può aumentare l'attenzione della classe.
- ✓ 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.

RACCOMANDAZIONI

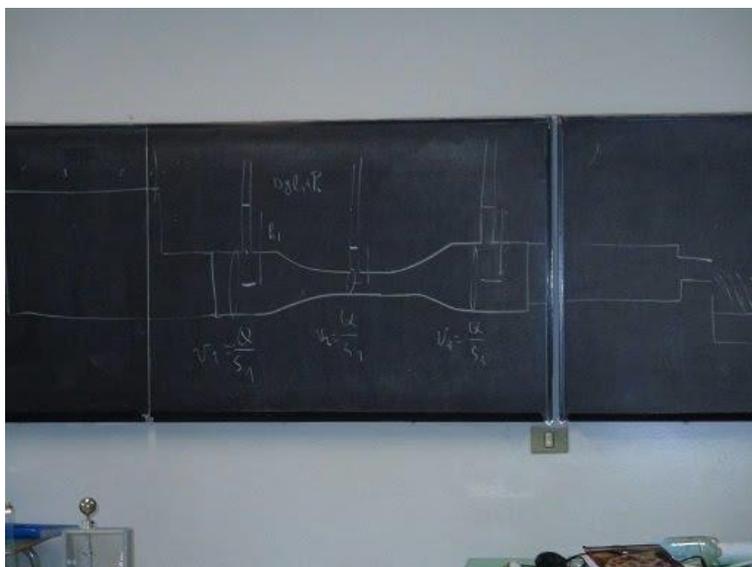
- ✓ La stampante 3D sta diventando un nuovo strumento didattico ma il suo utilizzo non consiste in una materia a se stante.
- ✓ Durante un consiglio di classe, i docenti del team decidono come organizzare l'attività.
- ✓ Gli insegnanti scelgono l'argomento secondo la normale programmazione didattica 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.

OGGETTO STAMPATO

Al fine di raggiungere gli obiettivi formativi specifici e generali, gli insegnanti hanno deciso di stampare un **tubo di Venturi**.

Perché questo oggetto?

La nostra scuola è in contatto con ditte che producono carrozzerie di auto da competizione; alcuni dei nostri studenti effettuano stage in una ditta in cui si può osservare il funzionamento di una camera a vento. Indagare la dinamica dei fluidi è quindi un utile esercizio di laboratorio.



La teoria



Il tubo di Venturi

PREREQUISITI

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

- ✓ Concetti base di Fisica.

- ✓ Concetti base di idrodinamica.
- ✓ L'equazione di Bernouilli.
- ✓ Conoscenza base della geometria dello spazio.
- ✓ Conoscenza di base di informatica.
- ✓ Conoscenza di base e competenze in disegno tecnico.

IL TEAM DI DOCENTI COINVOLTI

Sono stati coinvolti due insegnanti in questa sperimentazione:

Lista degli insegnanti e relative materia:

1 insegnante di **Fisica**.

1 insegnante di **Grafica**.

Motivazione del Team:

Gli insegnanti sono stati scelti perchè le loro materie di insegnamento erano strettamente correlate con la sperimentazione I05 e perché hanno espresso il loro interesse.

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: Informatica e Telecomunicazioni.

"Special needs" students: no

Modalità di valutazione del livello in entrata: prove standard.

IMPOSTAZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

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

I) MATERIE COINVOLTE:

MATERIA PRINCIPALE	PHYSICS
--------------------	---------

Argomenti correlati agli obiettivi formativi della sperimentazione	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Concetti di base (velocità, pressione, densità, peso ...). ➤ Concetti di base di idrodinamica (portata, flusso ...). ➤ L'equazione di Bernoulli. ➤ Tecniche di misura in laboratorio di Fisica.
Numero di ore dedicate al completamento della sperimentazione	17

MATERIA SECONDARIA	GRAPHICS
Argomenti correlati agli obiettivi formativi della sperimentazione	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rappresentazione di oggetti tridimensionali. ✓ Leggere e interpretare i grafici in proiezione ortogonale. ✓ Geometria dello spazio. ✓ Conoscenze, competenze e abilità informatiche di base. ✓ Conoscenze, competenze e abilità nel disegno tecnico (SketchUp e AUTOCAD) di base.
Numero di ore dedicate al completamento della sperimentazione	8

II) PRINT STEM LAB: LE TECNOLOGIE

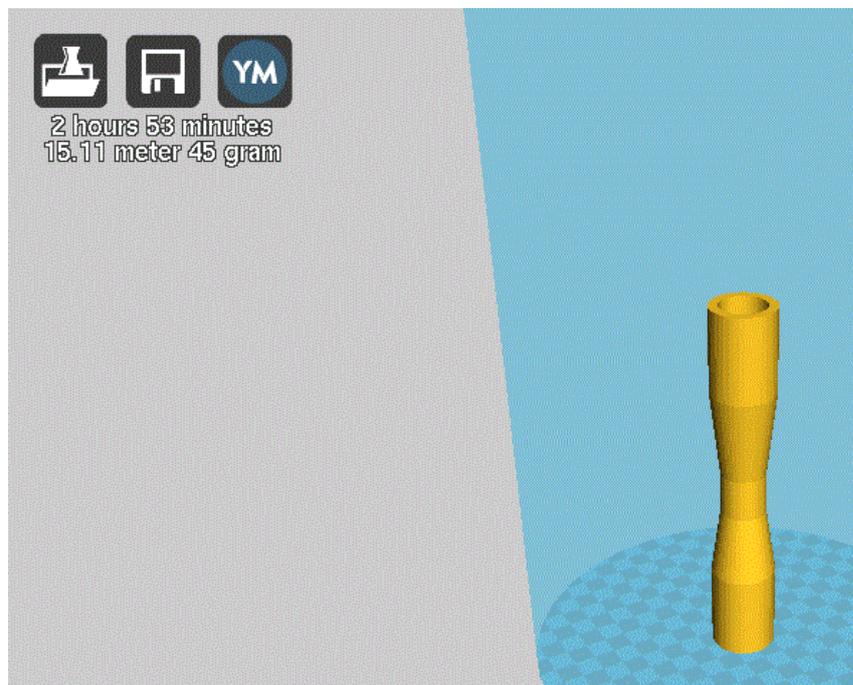
- **SOFTWARE per il disegno tecnico e la progettazione:** SKETCHUP.
Facile da usare, open source, link tutorial: <http://www.architictionary.com/SketchupTutorials>
- **SOFTWARE per la stampa:** CURA
Facile da usare, open source, link tutorial: <https://www.youtube.com/watch?v=biCWssfil2A>
- **STAMPANTE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



- **MATERIALE PLASTICO:PLA**
Lo si può acquistare online.



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



Tempo di stampa e quantità di materiale.

III) PIANO D'AZIONE E DURATA DELLA SPERIMENTAZIONE:

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

Numero di ore dedicate: 2

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. Quarantelli – Fisica.



Prof. V Mangione – Grafica.

3° - Valutazione livello iniziale:

Numero di ore dedicate: 1

Persone coinvolte: 2 insegnanti.

4° - Attività didattica in Fisica

Numero di ore dedicate: 4

Persone coinvolte: 1, insegnante di Fisica.

Metodologie didattiche utilizzate per l'insegnamento degli argomenti:

- Lezioni frontali.
- Studio a casa personale.
- Attività di laboratorio.
- Lavoro di gruppo.

5° - Attività didattica in Grafica:

Numero di ore dedicate: 4

Persone coinvolte: 1, insegnante di grafica.

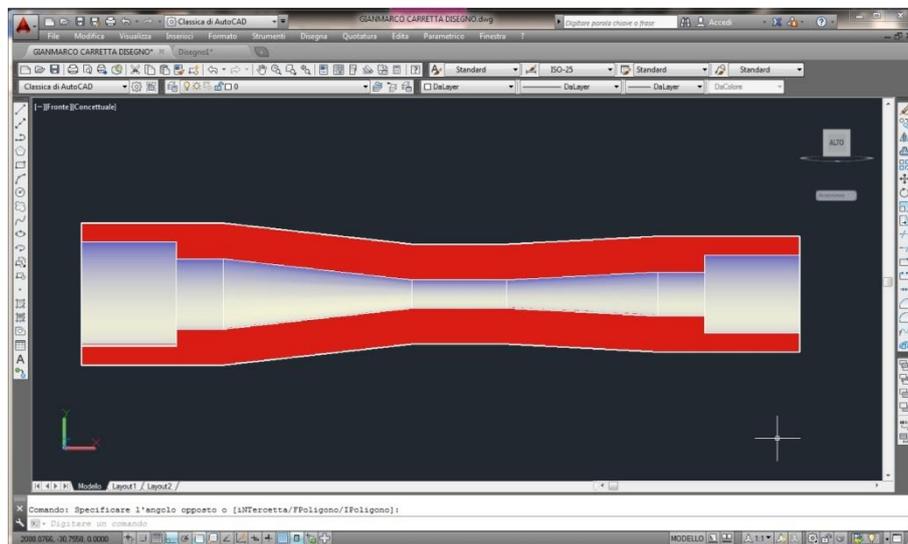
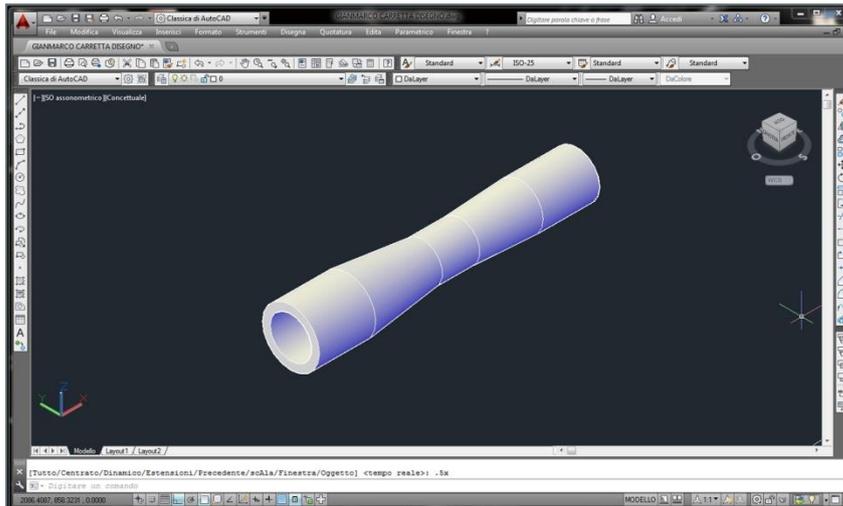
Metodologie didattiche utilizzate per l'insegnamento degli argomenti:

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

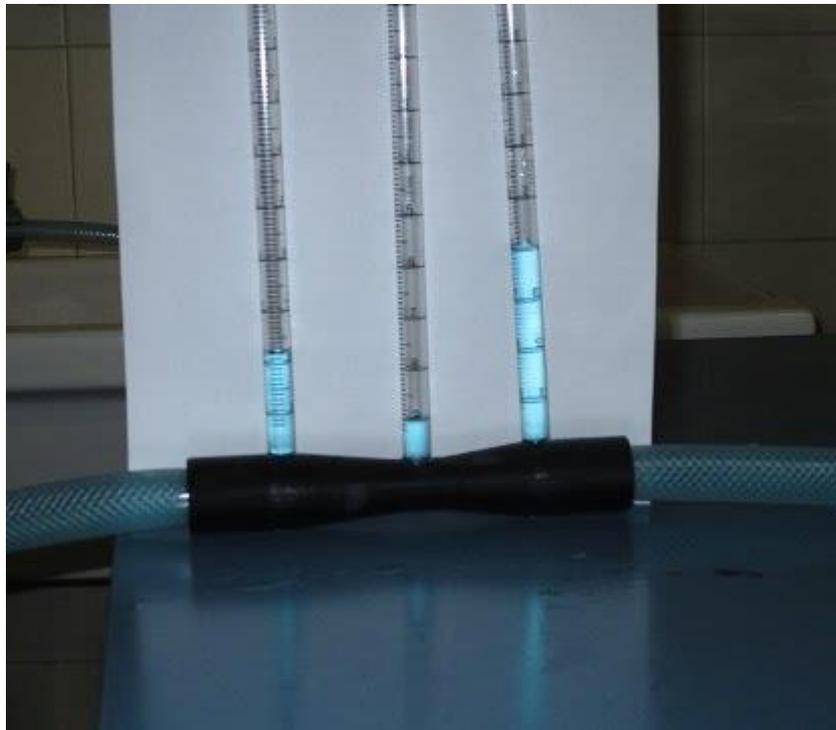
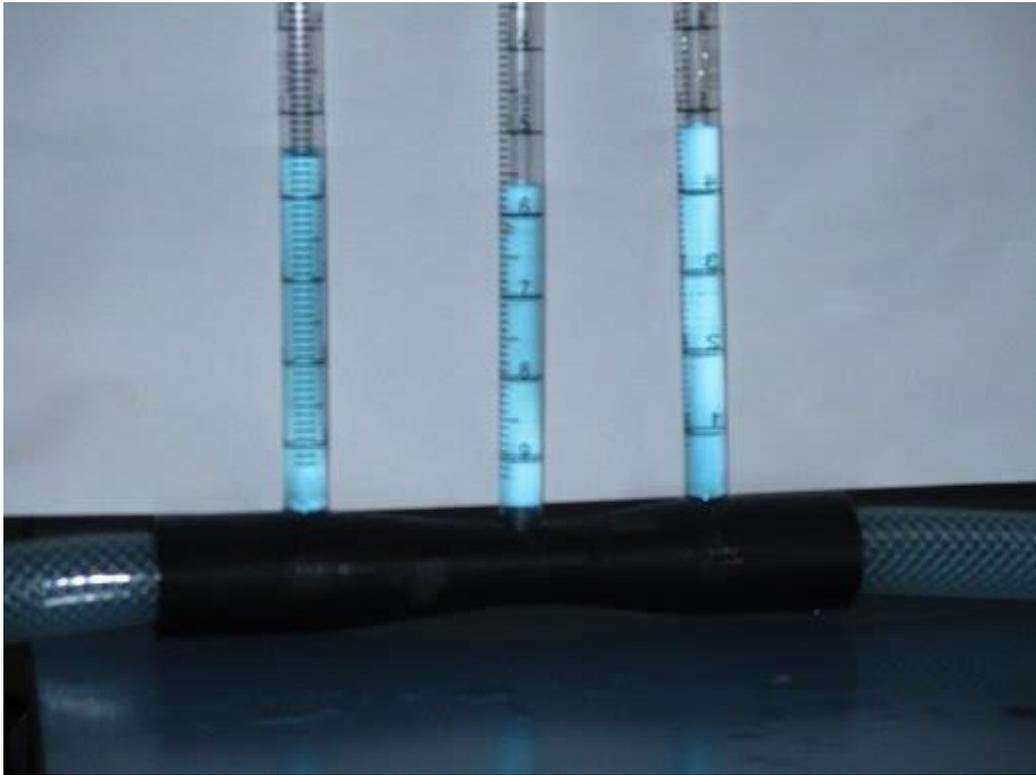
6° - Disegno tecnico dell'oggetto:

Numero di ore dedicate: 6

Persone coinvolte: insegnante di grafica.







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

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

Numero di ore dedicate: 2

Persone coinvolte: coordinatore del progetto e i professori coinvolti.

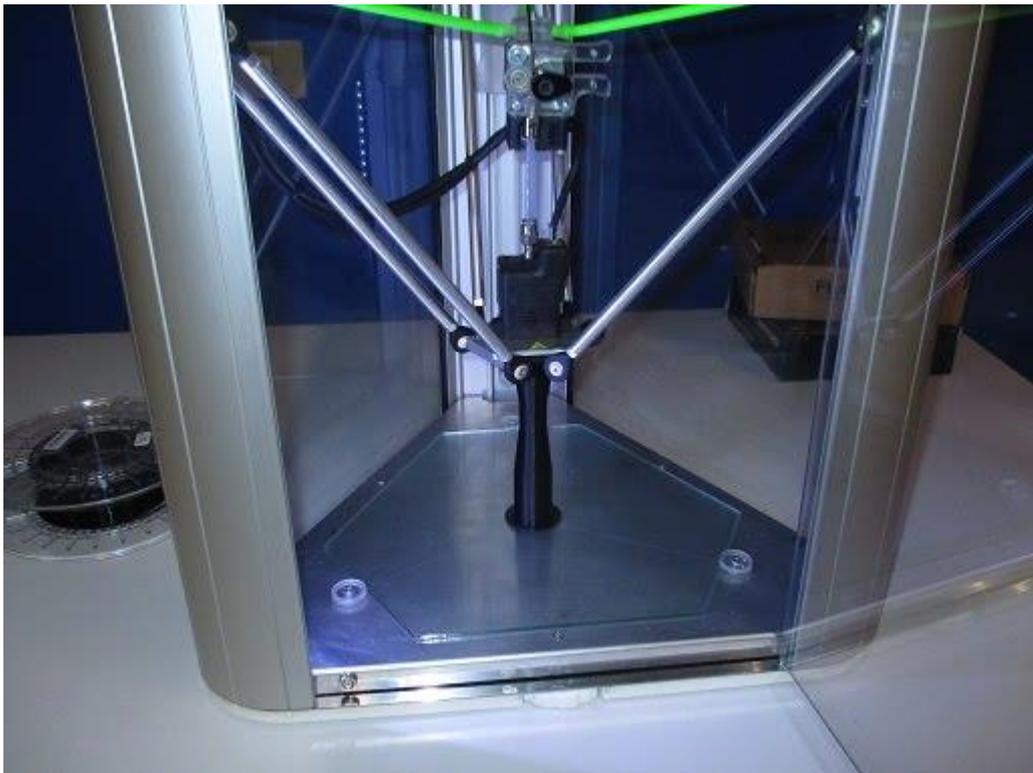
Metodologie didattiche utilizzate: è stato mostrato agli studenti il funzionamento di CURA e le principali impostazioni modificabili.

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: 4.

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

IMMEDIATE IMPACTS:

L'insegnante di Fisica coinvolto nella sperimentazione ha valutato il raggiungimento degli obiettivi formativi da parte degli studenti attraverso prove standard.

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 “trasversali”:

- 1) Aumentata capacità nel lavoro di gruppo.
- 2) Aumentata capacità di organizzazione del lavoro all'interno di un laboratorio.

LEZIONI APPRESE

PUNTI DI FORZA DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ L'aumento della motivazione degli alunni.
- ✓ 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 di un nuovo dispositivo può aumentare l'attenzione della classe.
- ✓ L'approccio multidisciplinare.

PUNTI DI DEBOLEZZA DELLA SPERIMENTAZIONE:

- ✓ La presenza di una sola stampante 3D e l'elevato numero di allievi coinvolti hanno allungato i tempi della sperimentazione.

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.

2.7 ORBITALI ATOMICI (IISS GADDA - Italia)

LEARNING OUTCOMES - OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO

Gli obiettivi formativi individuati dagli insegnanti sono stati:

Obiettivi formativi GENERALI:

- 1) Il concetto di orbitale atomico
- 2) Numeri quantici
- 3) Configurazione elettronica
- 4) La periodicità degli elementi chimici correlata alla loro configurazione elettronica
- 5) Il concetto di elettronegatività
- 6) La regola dell'ottetto
- 7) Legami covalenti e ionici

Obiettivi formativi SPECIFICI

- 1) Associare energia, forma e direzione di un orbitale atomico a partire dai valori dei numeri quantici
- 2) Distribuire gli elettroni di un elemento chimico negli orbitali atomici
- 3) Saper associare gruppo e periodo all'interno della tavola periodica a partire dalla sua configurazione elettronica
- 4) Stabilire i legami chimici a partire dalla differenza di elettronegatività degli elementi coinvolti
- 5) Rappresentazione grafica dei legami chimici utilizzando anche i modelli molecolari

Come sono stati individuati gli obiettivi formativi e perché?

La riproduzione degli orbitali atomici fornisce un modello che promuove la comprensione degli aspetti teorici dei legami chimici, argomento generalmente ostico per gli studenti del secondo anno.

L'OGGETTO STAMPATO

Al fine di raggiungere gli obiettivi formativi specifici e generali, gli insegnanti hanno deciso di stampare un set di orbitali atomici.

Perchè questi oggetti?

- 1) Promuovono la comprensione della forma, direzione e energia degli orbitali atomici
- 2) Consentono di associare la distribuzione elettronica a partire dalla posizione degli elementi all'interno della tavola periodica
- 3) Facilita la comprensione dei diversi legami chimici
- 4) Approccio sperimentale verso concetti astratti



PREREQUISITI

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

- Conoscenza base della struttura atomica

- Conoscenza base di AUTOCAD
- Saper leggere la tavola periodica
- Conoscenza delle proprietà periodiche

IL TEAM DI INSEGNANTI

Sono stati coinvolti quattro insegnanti in questa sperimentazione:

Lista degli insegnanti e relative materie:

2 insegnanti di **Chimica**.

1 insegnante di **Grafica**.

1 insegnante di supporto alla stampa 3D.



Motivazione del Team:

Gli insegnanti sono stati scelti perchè le loro materie di insegnamento erano strettamente correlate con la sperimentazione I05: un insegnante di grafica per il disegno degli oggetti, un insegnante di supporto alla stampa 3D per aiutare gli studenti in questa fase della sperimentazione, due insegnanti di chimica per la parte istruttiva.

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: Informatica e telecomunicazioni.

“Special needs” students: 1

Modalità di valutazione del livello in entrata: il livello di preparazione, valutata tramite un test scritto e lezioni di recupero, ha mostrato una preparazione eterogenea, ma generalmente scarsa. Due studenti mostrano buon intuito e una preparazione adeguata. In seguito all'esito del test sono stati riformulati gli obiettivi iniziali.

IMPOSTAZIONE DELLA SPERIMENTAZIONE

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

I) MATERIE COINVOLTE:

Chimica	
---------	--

Argomenti correlati agli obiettivi formativi della sperimentazione	1) Il concetto di orbitale atomico 2) Numeri quantici 3) Configurazione elettronica 4) La periodicità degli elementi chimici correlata alla loro configurazione elettronica 5) Il concetto di elettronegatività 6) La regola dell'ottetto 7) Legami covalenti e ionici
Numero di ore dedicate al per la sperimentazione	8

Disegno tecnico e computer grafica	
Argomenti correlati agli obiettivi formativi della sperimentazione	1) Lavorare con AUTOCAD: estrudi, taglia, ruota, unisci... 2) Lavorare con figure piane prima di approcciare il 3D
Numero di ore dedicate al per la sperimentazione	4

II) PRINT STEM LAB: LE TECNOLOGIE

- **SOFTWARE per il disegno tecnico e la progettazione:** AUTOCAD, uno dei principali programmi di disegno tecnico 2d e 3D.
- **SOFTWARE per la stampa: CURA**

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

- **Stampante 3D:** L'oggetto è stato stampato usando COBOT e WASP DELTA 2040. La COBOT è una stampante costruita da ex-studenti della scuola. È costituita principalmente da acciaio inox, cuscinetti in ceramica e **E3D V6 0.4 hotend**.



Si tratta della prima stampante REPRAP commercializzata in Italia.

Viene venduta online (<http://www.wasproject.it/w/>) a 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: 8 metri 724 gr / un ora e 30 minuti

ORBITALI: 8 metri 724 gr / un ora e 30 minuti
(il tempo varia a seconda di molti parametri)

III) PIANO D'AZIONE E DURATA DELLA SPERIMENTAZIONE:

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

Numero di ore dedicate: 84

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: 4

Persone coinvolte: 4 Insegnanti.

3° - Valutazione livello iniziale:

Numero di ore dedicate: 2

Persone coinvolte: 3 insegnanti.

4° - Attività didattica in matematica:

Numero di ore dedicate: 4

Persone coinvolte: 2.

Metodologie didattiche utilizzate per l'insegnamento degli argomenti:

- Lezioni frontali;
- Attività di laboratorio;
- Lavoro di gruppo;

5° /6 - Attività didattica in Grafica:

Numero di ore dedicate: 4

Persone coinvolte: 1, insegnante di grafica.

Metodologie didattiche utilizzate per l'insegnamento degli argomenti:

Lezioni frontali su CAD3D;

Attività di laboratorio di gruppo;

7°/8° - Trasferimento dell'oggetto disegnato al software di stampa 3D e stampa:

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 modificabili e le fasi della stampa.

9° - Fine della sperimentazione:

Numero di ore dedicate: 2

Persone coinvolte: 2 insegnanti.

Metodologie didattiche utilizzate:

- Test finale e discussione in classe sulle attività svolte;

Per maggiori info sul progetto:

<https://sites.google.com/a/fr.itsosgadda.it/print-stem/experimentations/2-a---langhirano/atomicorbital>

VALUTAZIONE FINALE DEGLI INSEGNANTI

IMPATTI IMMEDIATI:

L'insegnante di chimica coinvolto nella sperimentazione ha valutato il raggiungimento degli obiettivi formativi da parte degli studenti attraverso test scritto ed ha registrato le seguenti valutazioni:

1) L'uso di un software di disegno 3D, per la realizzazione degli orbitali atomici, ha aumentato la cooperazione all'interno della classe. Successivamente si è passato alla fase di stampa e montaggio dell'oggetto. In questa fase l'interesse della classe e l'impegno è aumentato.

Alla fine dell'esperienza la grande maggioranza degli studenti era in grado di:

- Comprendere la configurazione elettronica
- Predire la posizione degli elementi all'interno della tavola periodica
- Predire il tipo di legame chimico
- Rappresentare graficamente i legami chimici

LEZIONI APPRESE

PUNTI DI FORZA DELLA SPERIMENTAZIONE:

- Gli studenti hanno mostrato interesse e partecipazione nei riguardi di un argomento generalmente poco seguito;
- Sono stati capaci di creare modelli per concetti astratti e applicare la loro conoscenza per predire strutture con determinate caratteristiche
- Aumentata capacità di lavoro in gruppo
- Possibilità di trattare diversi argomenti contemporaneamente

PUNTI DEBOLI DELLA SPERIMENTAZIONE:

8) Mancanza di tempo

RACCOMANDAZIONI

- Tutte le attività dovrebbero essere programmate all'inizio dell'anno scolastico e tutti i professori coinvolti dovrebbero essere già in servizio
- Gli studenti dovrebbero già possedere conoscenze base di disegno 3D
- All'interno di ogni classe dovrebbero formarsi gruppi di 3-4 persone
- Per ottenere un maggior interesse degli studenti, dovrebbe essere loro richiesto di produrre materiale extra (foto, video, presentazioni...)

2.8 PULEGGIA (IISS GADDA - Italia)

LEARNING OBJECTIVES - OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO

Gli obiettivi formativi individuati dagli insegnanti sono stati:

Obiettivi formativi GENERALI:

- 1) disegno manuale (con righello, compasso e goniometro) ed elettronico (AUTOCAD) di figure geometriche.
- 2) Rappresentazione in proiezione ortogonale di semplici figure geometriche.
- 3) Conoscenza e utilizzo di grandezze fisiche
- 4) Conoscenza e utilizzo di formule fisiche
- 5) Utilizzo di rapporti e proporzioni
- 6) Pianificazione e identificazione di connessioni logiche
- 7) Comunicazione e lavoro di gruppo.

Obiettivi formativi SPECIFICI

- 1) Conoscenza delle condizioni di equilibrio di un punto e capacità di applicare l'equazione di equilibrio alla rotazione
- 2) Conoscenza delle macchine semplici, dei loro vantaggi e capacità di analizzare un sistema formato da leve e pulegge
- 3) Utilizzo di una gru per il sollevamento di pesi

Come sono stati individuati gli obiettivi formativi e perché?

L'argomento è stato scelto perchè l'indirizzo curriculare della classe è manutenzione e assistenza tecnica e l'uso di semplici macchine e la comprensione dei loro principi fa parte del profilo in uscita dello studente.

L'OGGETTO STAMPATO

Al fine di raggiungere gli obiettivi formativi specifici e generali, gli insegnanti hanno deciso di stampare una puleggia.

Perchè questi oggetti?

- 1) L'oggetto mostra l'importanza della conoscenza di alcuni principi della fisica (misurazioni, formule, sistemi teorici) nel lavoro pratico;

- 2) Promuove la comprensione del funzionamento di macchine semplici;
- 3) Permette un approccio sperimentale a concetti astratti.



PREREQUISITI

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

- Conoscenza delle figure geometriche e concetti base di geometria (poligoni, solidi, concetto di perimetro e area) e loro rappresentazione grafica manuale;
- Conoscenza base di AUTOCAD;
- Proiezioni ortogonali;
- Seconda legge del moto;
- Concetto di lavoro e momento di una forza;

IL TEAM DI DOCENTI

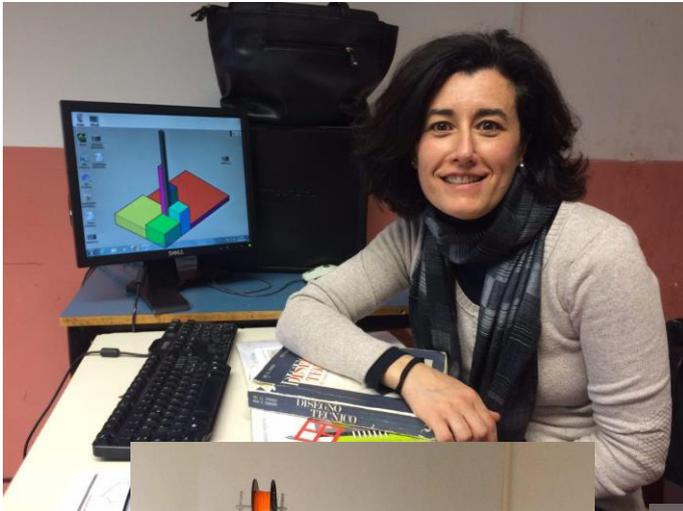
Sono stati coinvolti quattro insegnanti in questa sperimentazione:

Lista degli insegnanti e relative materie:

2 insegnante di **Fisica**.

1 insegnanti di **Grafica**.

1 insegnante di supporto.



IL GRUPPO DI STUDENTI COINVOLTI

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

Numero di studenti: 17.

Tipo di gruppo: classe divisa in gruppi di 3-4 studenti.

Numero di classi: 1.

Curriculum scolastico della classe coinvolta: Manutenzione e assistenza tecnica.

“Special needs” students: studenti dislessici e discalculici.

Modalità di valutazione del livello in entrata: il livello di preparazione, valutata tramite un test scritto e lezioni di recupero, ha mostrato una preparazione eterogenea, ma generalmente scarsa. Due studenti mostrano buon intuito e una preparazione adeguata. In seguito all'esito del test sono stati riformulati gli obiettivi iniziali.

MESSA A PUNTO DELLA SPERIMENTAZIONE

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

I) MATERIE COINVOLTE:

Fisica	Puleggia
Argomenti correlati agli obiettivi formativi della sperimentazione	<ol style="list-style-type: none"> 1) Equazioni di equilibrio statico; 2) Leve di primo, secondo e terzo tipo; 3) Macchine vantaggiose e svantaggiose; 4) Pulegge fisse e mobili; 5) Montacarichi singolo e multiplo; 6) Forze, distanze, momenti;
Numero di ore dedicate al per la sperimentazione	8

Grafica	
	<ol style="list-style-type: none"> 1) Lavorare con AUTOCAD: estrudi, taglia, ruota, unisci... 2) Lavorare con figure piane prima di approssimare il 3D

Argomenti correlati agli obiettivi formativi della sperimentazione	
Numero di ore dedicate al per la sperimentazione	4

II) PRINT STEM LAB: LE TECNOLOGIE

- **SOFTWARE per il disegno tecnico e la progettazione:** AUTOCAD, uno dei principali programmi di disegno tecnico 2d e 3D.
- **SOFTWARE per la stampa:** CURA

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

- **Stampante 3D:** L'oggetto è stato stampato usando COBOT e WASP DELTA 2040. La COBOT è una stampante costruita da ex-studenti della scuola. È costituita principalmente da acciaio inox, cuscinetti in ceramica e E3D V6 0.4 hotend.



3D PRINTER: WASP



Si tratta della prima stampante REPRAP commercializzata in Italia.

Viene venduta online (<http://www.wasproject.it/w/>) acosta all'incirca 3000 euro.

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

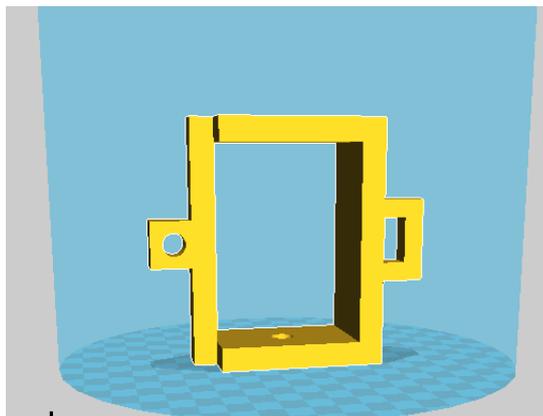
Il costo varia in funzione del diametro (da 20 a 40 euros/kg);

- Per le scuole italiane:visitare il mercato MEPA
- Per altri clienti:
Visitare EBAY.COM, AMAZON.COM
Sito consigliato (PLA) : www.marwiol.pl

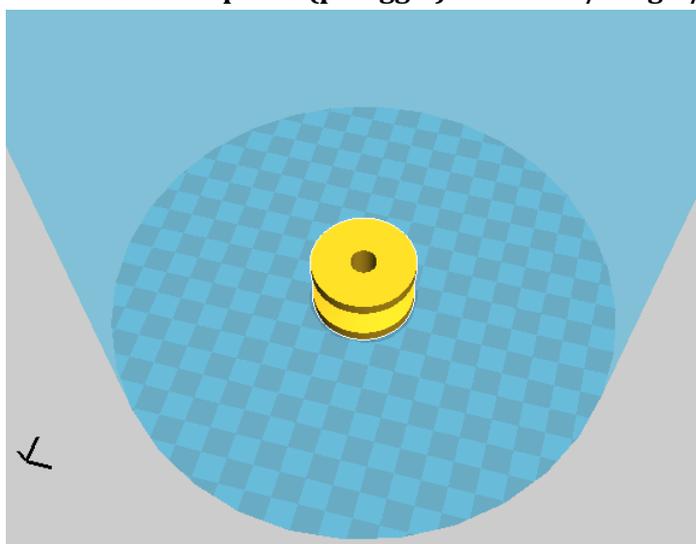


IMPORTANTE: la quantità di PLA necessaria per stampare un oggetto della sperimentazione è :

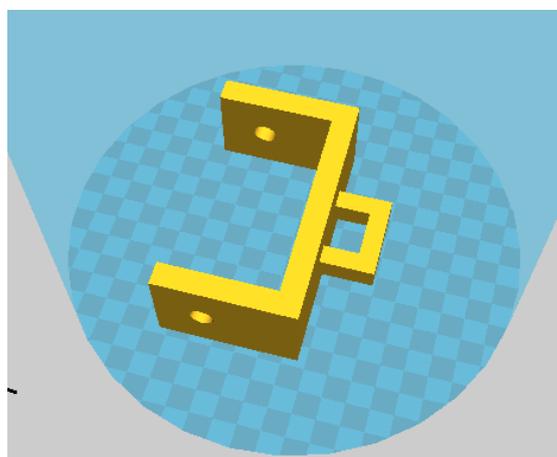
Primo pezzo: 29 Metri / 85 gr. / 4 ore;



Secondo pezzo (puleggia): 17 metri / 17 gr. / 1 ora



Pezzo 3: 37 metri / 68 gr / 4 ore;



Pezzo 4: 31 Metri / 90 gr. / 5 ore;

III) PIANO D'AZIONE E DURATA DELLA SPERIMENTAZIONE:**1° - Definizione degli obiettivi formativi e degli oggetti da stampare:**

Numero di ore dedicate: 8

Persone coinvolte: 3 Insegnanti.

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

Numero di ore dedicate: 4

Persone coinvolte: 4 Insegnanti.

3° - Valutazione livello iniziale:

Numero di ore dedicate: 4

Persone coinvolte: 3 insegnanti.

4° - Attività didattica in matematica:

Numero di ore dedicate: 4

Persone coinvolte: 2.

Metodologie didattiche utilizzate per l'insegnamento degli argomenti:

- Lezioni frontali;
- Attività di laboratorio;
- Lavoro di gruppo;

5° /6 - Attività didattica in Grafica:

Numero di ore dedicate: 4

Persone coinvolte: 1, insegnante di grafica.

Metodologie didattiche utilizzate per l'insegnamento degli argomenti:

- Lezioni frontali su CAD3D;
- Attività di laboratorio di gruppo;

7°/8° - Trasferimento dell'oggetto disegnato al software di stampa 3D e stampa:

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 modificabili e le fasi della stampa.

9° - Fine della sperimentazione:

Numero di ore dedicate: 2

Persone coinvolte: 2 insegnanti.

Metodologie didattiche utilizzate:

- Test finale e discussione in classe sulle attività svolte;

Per maggiori info sul progetto:

<https://sites.google.com/a/fr.itsosgadda.it/print-stem/experimentations/2-a---langhirano/pulley-1>

VALUTAZIONE FINALE DEI DOCENTI

IMPATTO A BREVE TERMINE:

L'insegnante di chimica coinvolto nella sperimentazione ha valutato il raggiungimento degli obiettivi formativi da parte degli studenti attraverso standard test.

1) L'uso di un software di disegno 3D, per realizzare una puleggia, ha aumentato la cooperazione all'interno della classe. Successivamente si è passato alla fase di stampa e montaggio dell'oggetto. In questa fase l'interesse della classe e l'impegno è aumentato.

L'esperienza di laboratorio ha permesso agli studenti di apprendere come utilizzare le formule spiegate durante le lezioni.

Durante la stesura del report di laboratorio, la classe si è mostrata impegnata e interessata.

Alla fine dell'esperienza la grande maggioranza degli studenti era in grado di:

- Misurare il diametro di una puleggia con il calibro;
- Assemblare le componenti della puleggia;
- Creare i disegni delle macchine;
- Calcolare il peso data la massa;

- Calcolare la forza necessaria per alzare un peso con diversi tipi di puleggia.

LEZIONI APPRESE

PUNTI DI FORZA DELLA SPERIMENTAZIONE

- Gli studenti hanno mostrato interesse e partecipazione nei riguardi di un argomento generalmente poco seguito;
- Sono stati capaci di creare modelli per concetti astratti e applicare la loro conoscenza per predire strutture con determinate caratteristiche
- Aumentata capacità di lavoro in gruppo
- Possibilità di trattare diversi argomenti contemporaneamente

PUNTI DEBOLI DELLA SPERIMENTAZIONE:

- Mancanza di tempo

RACCOMANDAZIONI

- Tutte le attività dovrebbero essere programmate all'inizio dell'anno scolastico e tutti i professori coinvolti dovrebbero essere già in servizio
- Gli studenti dovrebbero già possedere conoscenze base di disegno 3D
- All'interno di ogni classe dovrebbero formarsi gruppi di 3-4 persone
- Per ottenere un maggior interesse degli studenti, dovrebbe essere loro richiesto di produrre materiale extra (foto, video, presentazioni...)