



Erasmus+

AGENZIA
NAZIONALE
INDIRE



Pedagogical Resources IN Teaching Science, Technology, Engineering, Mathematics

METOTODOLOGIA E LINEE GUIDA PER L'INTRODUZIONE DELLA STAMPANTE 3D COME ATTREZZATURA DI SPERIMENTAZIONE DIDATTICA NELLE SCUOLE SECONDARIE

Intellectual Output N. 2

Rilascio della versione finale validata dell'output: settembre 2015

INDICE

BREVE SINTESI DEL PROGETTO PRINT STEM	Pag. 3
Capitolo 1. Cos'è la stampa 3D?	Pag. 5
1.1 Breve storia della stampa additiva	
1.2 Vantaggi della stampa 3D	
1.3 Punti deboli della stampa 3D	
Capitolo 2. Accessibilità logistica alla stampa 3D	Pag. 8
2.1 La motivazione degli studenti	
2.2 Strategie di insegnamento e apprendimento	
2.3 Supporto tecnico	
2.4 La disposizione dell'aula	
2.5 Dimensioni del gruppo di allievi	
2.6 Comportamento degli allievi	
2.7 Valutazione dei rischi	
Capitolo 3. Tecnologia di stampa 3D	Pag. 14
3.1 Tecnologia ad estrusione	
3.2 Tecnologia di stampa 3D a filo	
3.3 Stampa 3D a polvere	
3.4 Electron Beam Melting e Selective Laser Melting	
3.5 Stampa a letto di polvere	
3.6 Produzione ad oggetto laminato (LOM)	
3.7 Fotopolimerizzazione	
3.8 Digital Light Processing	
Capitolo 4. La stampa 3D nelle scuole	Pag. 24
4.1 Fused Filament Fabrication	
4.2 Commenti generali sulla tecnologia FFF	
4.3 Stampanti 3D suggerite	
4.4 Criteri di acquisto	
4.5 Criteri tecnici	
4.6 Aspetti Socio-tecnici	
4.7 Riassunto	
Capitolo 5. Identificazione dei programmi per la conversione di file	Pag. 36
5.1 Slicers e Host stampante 3D	
5.2 Parametri di stampa di base	
Capitolo 6. Identificazione dei programmi di modellazione 3D	Pag. 43
6.1 Premessa	
6.2 Criteri per la scelta di un software di modellazione 3D	
6.3 Software 3D gratuiti	

- 6.4 Software 3D a pagamento
- 6.5 3D Freeform e Sculpting Software e pacchetti basati su browser

Capitolo 7. Identificazione di librerie**Pag. 54**

- 7.1 Premessa
- 7.2 Alcune delle librerie più note

Capitolo 8. Creazione del Teachers Team e dei progetti di sperimentazione**Pag. 62**

- 8.1 Il Teachers Team
- 8.2 Disegni scaricabili o progetti ideati dai docenti
- 8.3 Mappatura di progetti STEM
- 8.4 Possibilità d'uso
- 8.5 Fattori chiave per la progettazione di attività STEM
- 8.6 Approccio Lineare
- 8.7 Approccio CAF
- 8.8 Approccio Design
- 8.9 Specifiche di valutazione

BREVE SINTESI 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 applicativo 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, potete visitare la pagina <http://www.printstemproject.eu/>

Partner responsabile dell’Intellectual Output n.2: Kirkby Stephen Grammar School

ELENCO DEI PARTNER

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. Cos'è la stampa 3D?

La stampante a getto d'inchiostro è stata inventata nel 1976. Charles Hull adattò la tecnologia di stampa a getto d'inchiostro per creare la stereolitografia, un processo di stampa che è in grado di trasformare i modelli di software 3D in prodotti 3D. La stampa 3D è il nome comune per la fabbricazione additiva, dove il modello è costruito strato dopo strato. Una vasta gamma di materiali può essere utilizzata, tra cui: plastica, metalli e gomma.

(Fonte: DATA Key Resources)

1.1 Breve storia della stampa additiva

1976 Invenzione della stampante a getto d'inchiostro

1983 Inizio della stampa 3D tramite la stereolitografia

1988 Invenzione della prima stampante 3D che funziona per deposizione di materiale fuso

1993 Invenzione della stampa 3D a polvere

2005 Collaborazione online open source

2006 Sinterizzazione laser selettiva usata per personalizzare i prodotti

2008 Nasce Thingiverse

2009 I kit „fai da te“ iniziano ad essere venduti

2011 Stampa3D con oro e argento

2012 La prima protesi mascellare stampata in 3D

2014 La prima mascella COMPLETAMENTE ricostruita usando la stampa 3D

(Fonte: Infographics.com and BBC)

La stampa 3D è un nuovo modo di costruire prodotti. Il termine generico usato per descrivere la stampa 3D in tutte le sue forme è detta “produzione additiva”. Come accennato in precedenza un prodotto è costruito depositando strati di materiale uno sopra l'altro. La perfezione e la qualità del prodotto dipendono dalla dimensione dell'estrusore (o altezza dello strato), nonché dalla risoluzione del software di progettazione.

Per paragonare la produzione additiva con tecniche di produzione sottrattive diciamo che la visione tradizionale fa affidamento sul togliere blocchi di materiale e tagliare parti di essi fino a raggiungere dimensioni e forma richiesta. Anche la fusione, per esempio, di solito viene effettuata con metodi

inizialmente sottrattivi e, anche se il processo di fusione venisse considerato solo come processo additivo, ha una serie di limitazioni che rendono la stampa 3D più vantaggiosa.

Questi vantaggi vengono solitamente dalla possibilità di creare di forme più complesse, di ridurre gli sprechi e di fabbricare componenti che sarebbe praticamente impossibile fare in qualsiasi altro modo.

Inoltre, per la prima volta la stampa 3D offre la possibilità di avere prodotti fabbricati in tutto il mondo. Non più sarebbe necessario avere centri industrializzati che distribuiscono prodotti in tutto il mondo. Questo ora può essere fatto inviando modelli 3D attraverso internet e stampandoli nel luogo ove questi sono necessari. Questi disegni potrebbero anche essere personalizzati o modificati per esigenze più specifiche nel luogo della stampa.

La produzione potrebbe essere trasformata da „logistica al momento“ a „produzione al momento“, come suggerito dal © Big Innovation Centre (The Work Foundation e Lancaster University). Questo avrebbe anche un impatto sulla qualità della vita. L'impatto ambientale della produzione potrebbe essere notevolmente ridotto perché potrebbero essere fabbricati dove necessario o nelle immediate vicinanze. L'ingorgo delle reti di trasporto e le infrastrutture verrebbero anch'essi ridotti. Fornendo agli studenti le opportunità di realizzare questo processo di fabbricazione stiamo sostenendo le generazioni future per migliorare la qualità della vita per sé e per le generazioni future.

(Fonte: Three Dimensional Policy: Why Britain needs a policy framework for 3D printing)

1.2 Vantaggi della stampa 3D

Personalizzazione

Un prodotto può essere parzialmente ri-progettato per adattarsi specificamente ad un nuovo ambiente o a nuove esigenze.

Magazzini ridotti

Produttori e venditori opererebbero con un magazzino ridotto, producendo solo quando necessario. Sarebbero comunque necessari componenti o materie prime per la stampa. La “produzione al momento” sarebbe molto più immediata.

Capitali ridotti

Gli investimenti di capitale su larga scala in fabbriche e macchinari sarebbero ridotti. Tuttavia gli investimenti nella stampante stessa dovrebbero sempre essere conteggiati, come quelli per le materie prime per ogni stampa.

Costi di trasporto ridotti

Distribuzione dei prodotti e dei componenti che costituiscono i prodotti con costi notevolmente ridotti.

Vantaggi ambientali

La stampa 3D dovrebbe consentire alle aziende di ridurre le emissioni di carbonio, sia riguardo alla produzione in sè che per i trasporti.

1.3 Punti deboli della stampa 3D**Può essere un processo lento**

Al momento grandi componenti possono richiedere una notevole quantità di tempo per essere prodotti. Questo è un aspetto sul quale gli ingegneri sviluppatori si stanno già concentrando.

Responsabilità

Se i prodotti 3D stampati vanno male, che sarà responsabile per l'errore? Sarà colpa dei progettisti, dei costruttori della stampante o della persona che ha scaricato l'oggetto da stampare?

Prova di realtà

Finora molti degli impatti attesi sulla produzione sono rimasti congetture. Si deve scoprire se il processo funziona in pratica: questo sarà il prossimo passo per valutare se la tecnologia è praticabile.

Assemblaggio

A seconda del tipo di prodotti da fabbricare, altri componenti saranno necessari. Alcuni di questi potrebbero non essere realizzabili totalmente utilizzando la stampa 3D.

Capitolo 2. Accessibilità logistica alla stampa 3D

Al fine di fornire un programma STEM efficace utilizzando la tecnologia di stampa 3D è fondamentale che le organizzazioni considerino l'aspetto dell'accessibilità logistica. In caso contrario si avrebbe un impatto negativo sulla qualità della modalità di insegnamento e sul processo di apprendimento creativo, riducendo inoltre lo standard dei risultati ottenuti e, in ultima istanza, un mancato raggiungimento degli obiettivi iniziali del progetto.

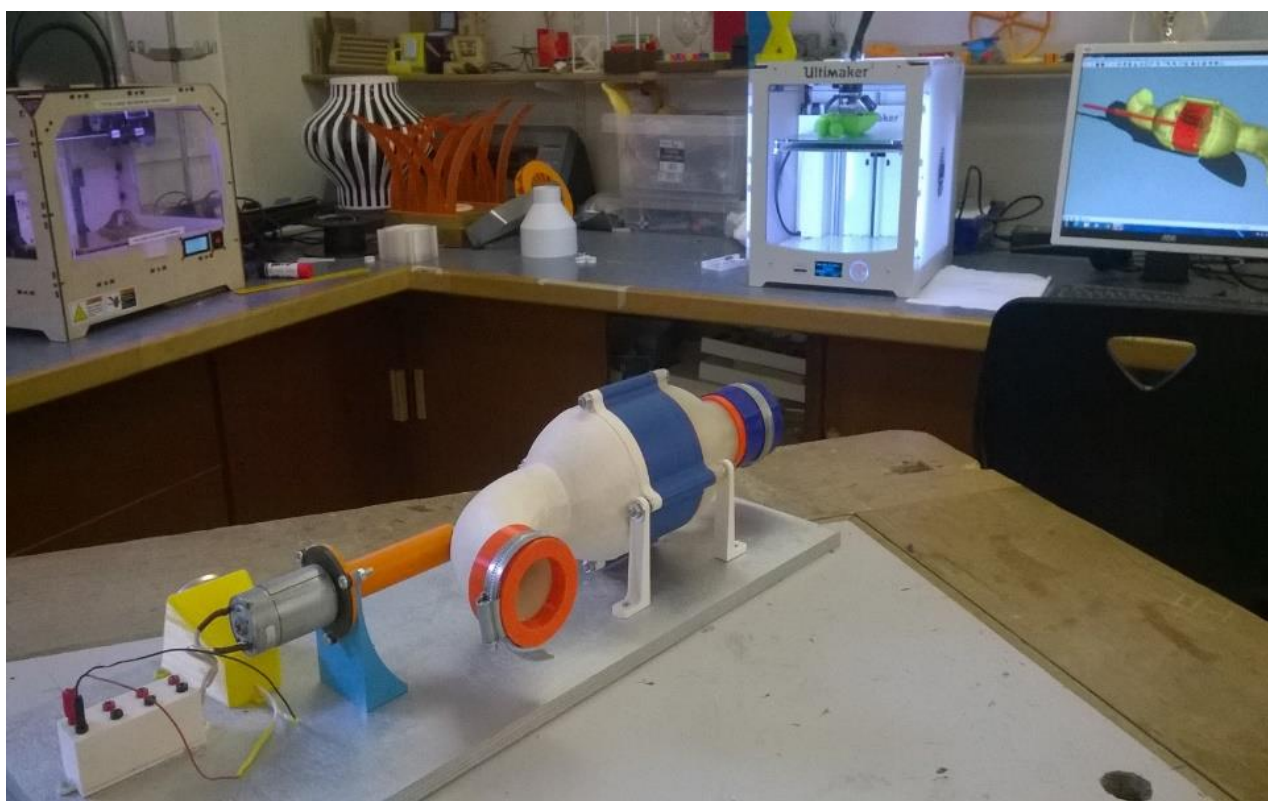
Tuttavia è chiaro che le strutture interessate hanno molte differenze che devono essere considerate prima di prendere decisioni logistiche. Le differenze in termini di dimensioni, cultura (internazionale e nazionale), le necessità di ordine legale, di risorse del personale, della natura delle infrastrutture, la provenienza degli studenti, il comportamento e tutte le altre dinamiche concorreranno a determinare l'accessibilità finale della tecnologia di stampa 3D. Le istituzioni devono cercare di superare tutti i vincoli e le insidie causate da queste dinamiche, al fine di facilitare l'impatto pratico della stampa 3D su risultati degli alunni nelle materie STEM.

All'interno di ogni istituzione, tutto il personale e i gruppi coinvolti nel progetto devono essere consultati considerando tutte le alternative percorribili. Tuttavia, nel prendere le decisioni, gli obiettivi di apprendimento devono determinare la logistica; nel caso succeda il contrario ci sarebbe il rischio di svilire l'approccio pedagogico.

2.1 La motivazione degli studenti

Il ragionamento originario che sta alla base dell'applicazione di questa tecnologia in classe era quello di migliorare i risultati di apprendimento in alunni di 15 anni con scarsi risultati nel ramo delle materie STEM. Un'ipotesi dietro questo ragionamento è che non possano accedere adeguatamente alle discipline STEM a causa delle strategie di insegnamento utilizzate per il loro apprendimento, strategie che non soddisfano il loro stile di apprendimento (in molti casi gli insegnanti che, per definizione, hanno raggiunto il successo accademico durante il tempo trascorso a scuola, potrebbero avere beneficiato di un particolare apprendimento, come ad esempio la tradizionale lezione frontale, e quindi perpetuare la tecnica nel loro stesso insegnamento, penalizzando la loro platea). Per gli studenti cinestetici che spesso falliscono nelle convenzionali lezioni 'discorsi e gessetto', le lezioni devono essere fisicamente attive, visivamente stimolanti e che richiedano fare i lavori come parte integrante del programma. Per questo

motivo, affinché le stampanti 3D abbiano impatto su questo tipo di alunno, ove possibile, devono essere accessibili e gestito dall'alunno stesso. Avendo il controllo dell'hardware lo studente controlla il proprio apprendimento, diventa più motivato a ottenere risultati tangibili vedendo il risultato del loro lavoro teorico che si realizza in un oggetto realmente esistente. Essere in grado di spostarsi continuamente tra la postazione di lavoro, la stampante e altre risorse di apprendimento consente la crescita di un ambiente-classe creativo e stimolante. Venendo a mancare l'accessibilità e la gestione del processo, gli studenti possono perdere traccia degli obiettivi di apprendimento, che porta a una riduzione della motivazione. Permettere l'accesso degli studenti è una prospettiva poco rosea per alcuni insegnanti, in particolare nelle scuole in cui il comportamento degli alunni può essere difficile e imprevedibile, ma se gestito e supportato in modo efficace può anche migliorare le prestazioni di un gruppo di studenti difficili.



Un ambiente-classe adeguato supporta il processo creativo



La gestione del processo è un fattore di forte motivazione per lo studente

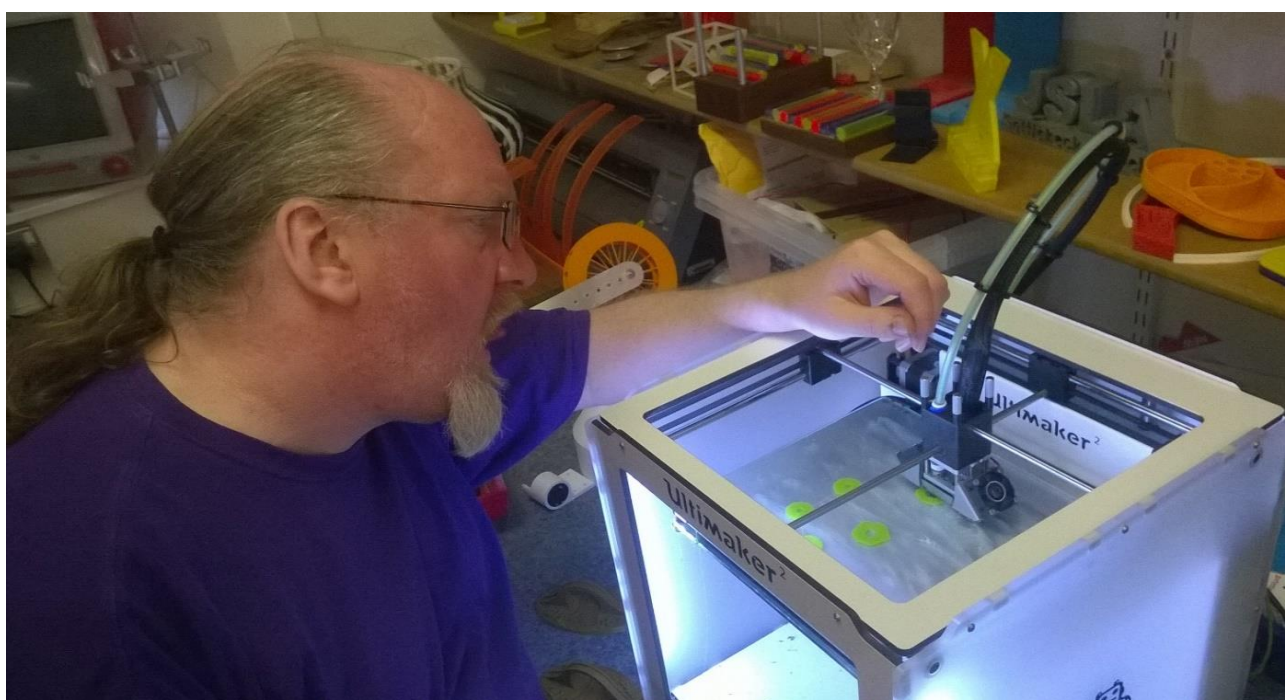
2.2 Strategie di insegnamento e apprendimento

Durante la scrittura dei programmi di studio l'insegnante dovrà valutare e pianificare come e quando la stampante sarà utilizzata per migliorare i risultati di apprendimento. Nelle lezioni teacher-led il focus è sulla "logica del fare" e quindi non è necessario avere accesso costante alla stampante. Tuttavia, durante l'apprendimento pupil-led, quello gestito dagli studenti, la sperimentazione e la rifinitura sono strategie fondamentali di apprendimento che necessitano di accesso agevolato e continuo alla stampante. Nonostante tutta la pubblicità dei media recenti, che pare non mettere limiti alle possibilità, le stampanti 3D, come qualsiasi altra tecnologia, hanno limiti e vincoli che hanno necessitano di attenzione in tutte le fasi di un progetto. Attraverso i tentativi, il monitorare gli eventi, gli errori e la registrazione delle informazioni di un processo, l'allievo diverrà più informato e sarà in grado di sviluppare e raffinare i propri risultati molto più rapidamente rispetto ad una situazione in cui la tecnologia non è accessibile.

2.3 Supporto tecnico

Appare chiaro che, nonostante la migliorata utilizzabilità delle stampanti 3D, questi dispositivi necessitano di manutenzione, aggiornamenti software costanti e molti interventi per la risoluzione di problemi per un loro funzionamento efficace e affidabile. È utile per l'insegnante iniziare ad apprendere semplici tecniche di risoluzione dei problemi, ma durante la lezione vera e propria non dovrebbero

essere distolti dagli obiettivi di insegnamento e apprendimento (questo è uno scenario spesso osservato e registrato durante le lezioni basate sulla tecnologia, in particolare nel ramo informatico). Se il supporto tecnico non è prontamente disponibile, l'insegnante deve trovare una soluzione. La stampante potrebbe quindi essere rilocata a distanza, nel laboratorio di un tecnico, per una maggiore facilità di controllo o per predisporre un supporto alla lezione e una manutenzione, in particolare durante il regolare orario di insegnamento.



Un supporto tecnico regolare è essenziale al fine di incrementare i risultati positivi e permettere agli insegnanti di svolgere il proprio lavoro

2.4 La disposizione dell'aula

Se si trova all'interno della classe, la stampante deve essere situata in una posizione che ne favorisca la visibilità e la facilità di accesso. La dimensione delle stampanti (la Ultimaker 2 Go, ad esempio, è abbastanza piccola da poter essere trasportata a mano con i suoi 258mmx250mmx287mm) non richiede la necessità di attrezzature speciali per il trasporto e il sostegno ma, sebbene siano generalmente robuste, una qualche forma di protezione resistente è caldamente consigliata se si rende necessario il suo spostamento tra aule o dipartimenti diversi.

2.5 Dimensioni del gruppo di allievi

La dimensione del gruppo di allievi ha evidenti ripercussioni sull'accesso alle stampanti. In gruppi di oltre 15 persone, l'accesso per i singoli allievi all'hardware non sarebbe possibile nel contesto di una normale lezione a meno che non vengano utilizzati più dispositivi. L'ideale sarebbe formare piccoli sottogruppi di circa 5 studenti in grado di lavorare in modo indipendente dal gruppo principale, con il supporto e la supervisione di un tecnico o di un assistente, permettendo un ambiente di apprendimento molto più gestibile.

2.6 Comportamento degli allievi

Da precedenti esperienze sull'uso di stampanti 3D a Kirkby Stephen e Settlebeck sappiamo che le macchine sono robuste e non facilmente danneggiabili in caso di utilizzo non corretto, a differenza di macchine a controllo numerico più convenzionale. Tuttavia nelle scuole in cui il comportamento degli studenti può causare danno volontario o un uso improprio, il personale deve rivedere le procedure di controllo e di utilizzazione o limitare l'accesso a singoli o piccoli gruppi che consentano un ambiente più controllato. Eventuali restrizioni devono essere considerate con molta attenzione al fine di non avere un impatto negativo sui risultati di apprendimento e sulla motivazione degli studenti. Infatti un approccio più fiducioso e la responsabilizzazione dello studente nel processo possono anche migliorare gli atteggiamenti e il comportamento con conseguente miglioramento del successo scolastico.

2.7 Valutazione dei rischi

Il funzionamento delle stampanti 3D implica pericoli e rischi ridotti ed è paragonabile all'utilizzo di normali attrezzature da ufficio o di un elettrodomestico. Tuttavia, al fine di rispettare le normative europee e nazionali si chiede ad ogni struttura organizzativa di eseguire una valutazione completa dei rischi utilizzando i propri protocolli interni. Il mercato delle stampanti 3D sta continuando ad evolversi, nuovi modelli vengono regolarmente immessi e le specifiche cambiano, sottolineando la necessità di revisioni periodiche individuali. Durante il processo si consiglia di valutare i seguenti possibili, mettendo in atto adeguate misure di controllo.

Pericolo di scosse elettriche

I dispositivi di stampa devono essere conformi alle normative CE vigenti per quanto riguarda i requisiti di messa a terra e di un adeguato isolamento. È importante un cablaggio corretto e l'implementazione di un test PAP regolare (test apparecchio portatile) e documentabile.

Parti mobili

Nella nostra esperienza i sistemi di azionamento a cinghia delle stampanti 3D esercitano una forza minima, al di sotto di un livello capace di causare danni o lesioni quindi i dispositivi non hanno bisogno di essere monitorati o "protetti" a causa di particolare rischio. Tuttavia, è importante che le parti mobili non vengano forzate o manomesse durante il funzionamento, pena il rischio di danni alla stampante.

Rischi di ustioni

Siccome tutti i processi di stampa 3D coinvolgono calore (sia sul letto di stampa che sull'ugello di estrusione) e quindi possibili rischi di ustioni, dovrebbero essere previste e fornite agli utenti adeguate misure di controllo, quali etichette di precauzione e l'accesso all'acqua corrente fredda per ridurre il rischio di lesioni.

Inalazione di fumi nocivi

Sebbene il processo di stampa 3D coinvolga minimo rilascio di fumi nocivi, soprattutto quando si utilizzano materiali come il PLA, altri materiali come l'ABS sono classificati a rischio elevato, se usati in piccoli spazi non ventilati. Si raccomanda che le macchine vengano collocate in un'area ragionevolmente grande e ben ventilata per ridurre il rischio di fumi. Se è disponibile solo un piccolo spazio non ventilato, allora deve essere installato un adeguato sistema di aspirazione dei fumi.

Capitolo 3. Tecnologia di stampa 3D

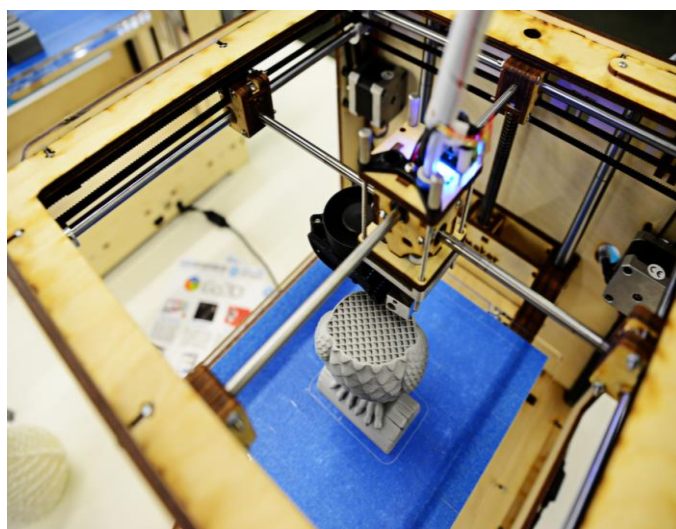
Il termine generico per definire la tecnologia di stampa 3D è noto come “produzione additiva”. La tecnologia di stampa 3D copre un'ampia varietà di processi, materiali e tecnologie. Siamo forse più consapevoli di stampanti quali Maker Bot che utilizzano un tipo di tecnologia, chiamata FDM. Tuttavia l'industria ha una varietà più ampia di tecnologie, materiali e processi che sono forse meno noti.

I produttori che fanno uso di produzione additiva hanno scelto la tecnologia di stampa più adatta per il proprio settore di specializzazione della produzione. Alcuni di questi sono estremamente costoso e inadeguato per l'uso didattico. Tuttavia ne ho elencati alcuni qui di seguito, al fine di dare uno sfondo più ampio e dettagliato dei processi di produzione additivi.

3.1 Tecnologia a estrusione

FFF

E' una tecnologia importante e sta cominciando a diventare molto diffusa. Fused Filament Fabrication (produzione a filamento fuso, FFF), nella sua forma più semplice, è dove il materiale fuso si accumula per strati su un piano. La FDM, Fused Deposition Modelling, è un processo di produzione simile, ma è esclusivo di Stratasys Inc. I materiali più utilizzati sono: ABS, PLA, gomme siliconiche e porcellana. I più noti costruttori di stampanti di questo tipo sono: Maker Bot e Ultimaker.



Una delle più diffuse stampanti ad estrusione che può essere usata in ambito scolastico

3.2 tecnologia di stampa 3D a filo

Produzione a fascio elettronico

Si tratta di un procedimento troppo costoso per uso didattico in quanto tale processo è stato sperimentato dalla NASA per la produzione di pezzi sagomati vicino alla perfezione. Queste sono parti che richiedono pochissimi interventi di finitura. La tecnica utilizza un fascio di elettroni che un filo nel vuoto. Il processo è stato sviluppato principalmente per l'uso nello spazio. La base di questo tipo di tecnologia è la saldatura sotto vuoto.

I materiali tipici includono: leghe aerospaziali

Costruttori di macchine 3D che usano questa tecnologia: NASA EBF3



3.3 Stampa 3D a polvere

Direct Metal Laser Sintering (DMLS), Selective Heat Sintering (SHS) e Selective Laser Sintering (SLS)

Questa costosa tecnologia crea componenti metallici per sinterizzazione della polvere e costruisce strati di metallo sinterizzato (non fuso) nell'oggetto. DMLS utilizza metallo in polvere per coprire una piastra.

Il laser poi scioglie la polvere ed un braccio deposita un altro strato di polvere sullo strato stampato esistente. SHS & SLS utilizzano un letto di metallo in polvere in cui il componente viene prodotto



Un'immagine che mostra raggi laser mentre fondono titanio

Utilizzando questo tipo di processo possono essere realizzati componenti molto complessi. Ciò è principalmente pensato per l'industria aerospaziale ma le stesse applicazioni possono essere viste sulle auto da corsa Formula Uno, l'odontoiatria e in campo medico.

Utilizzando questo tipo di processo possono essere realizzati componenti molto complessi. Ciò è principalmente pensato per l'industria aerospaziale ma le stesse applicazioni possono essere viste sullo da corsa Formula Uno, l'odontoiatria e in campo medico.

I materiali tipici comprendono: Acciaio, Inconel e Titanio.



Prodotti realizzati in titanio per l'industria aerospaziale

3.4 Electron Beam Melting e Selective Laser Melting.

Ancora una volta parliamo di processi con costi proibitivi per le istituzioni educative. Fondamentalmente usano lo stesso concetto di sciogliere polveri o metalli vaporizzati sovrapponendoli uno sopra l'altro. Spesso questo processo viene eseguito in un ambiente controllato, vale a dire il vuoto o un gas inerte.



Art and technology meet, products manufactured impossible in any other way.

3.5 Stampa a letto di polvere

Una testina di stampa a getto d'inchiostro si muove lungo un letto di polvere, depositando un liquido sulla polvere in luoghi selezionati per plasmare la forma a strati. Un sottile strato di polvere viene soffiato sulla sezione completata e il processo viene ripetuto ad ogni strato successivo. Quando il modello è stato completato ha bisogno di essere liberato dalla polvere. La polvere non utilizzata o in

quella parzialmente utilizzata viene soffiata o spazzolata via dalla superficie del modello. Un altro processo, che rende il prototipo strutturalmente più solido, prevede di infiltrare nel modello altri liquidi. Questo può essere fatto solo in una camera a vuoto. Le superfici possono essere levigate e poi dipinte per dare una finitura più realistica.

Originariamente l'acqua era stata utilizzata su polveri a base gesso. Questo era efficace, ma i modelli tendevano a difettare in resistenza. Varie altre polveri possono essere usate e ulteriormente rafforzate utilizzando altri leganti che possono essere infiltrati nei modelli completati. Il problema con questi sistemi sono il disordine creato e il tempo necessario per la stampa e la rifinitura del modello.

Questi vengono detti regimi post-elaborazione. Le modalità variano. Il calore di fusione può essere utilizzato per consolidare o la polvere o rimuovere il legante iniziale. Anche la stampa a colori può essere realizzata. Sviluppi più recenti hanno incluso la possibilità di realizzare oggetti da sabbia e carbonato di calcio che possono costituire una sorta di marmo sintetico. Zucchero ed acqua possono essere usati per formare i dolci!

Questo processo di stampa 3D è generalmente più veloce rispetto alle altre tecnologie a produzione additivi, come la Fused Deposition Manufacturing. Un altro vantaggio è che i supporti non sono necessari se devono essere realizzate parti sporgenti perché sarà la polvere stessa a sostenere la struttura. Tuttavia, asportare la polvere alla fine può essere un compito delicato che richiede tempo e le eventuali sezioni cave dovranno avere buchi sulla superficie della struttura per permettere alla polvere di uscire. Inoltre, un aspetto negativo di stampa a letto di polvere è una resistenza minore dei prodotti.

Le stampanti 3D a letto polvere e getto d'inchiostro possono essere costose rispetto alle stampanti 3D basate sulla deposizione di un filamento ma recenti modelli introdotti da Yvo de Haas e modelli "open source" hanno riveduto i prezzi fino a 1300 sterline.

3.6 Produzione ad oggetto laminato (LOM)

Questo processo di prototipazione veloce (Rapid Prototyping) prevede che strati di carta patinata adesiva, plastica o metallo vengano progressivamente depositi per costruire un modello. La forma viene tagliata con una lama o con il laser. Queste stampanti sono di solito economiche come prezzo di produzione e in grado di produrre modelli di dimensioni più grandi. Tuttavia il risultato può essere un po' rozzo.

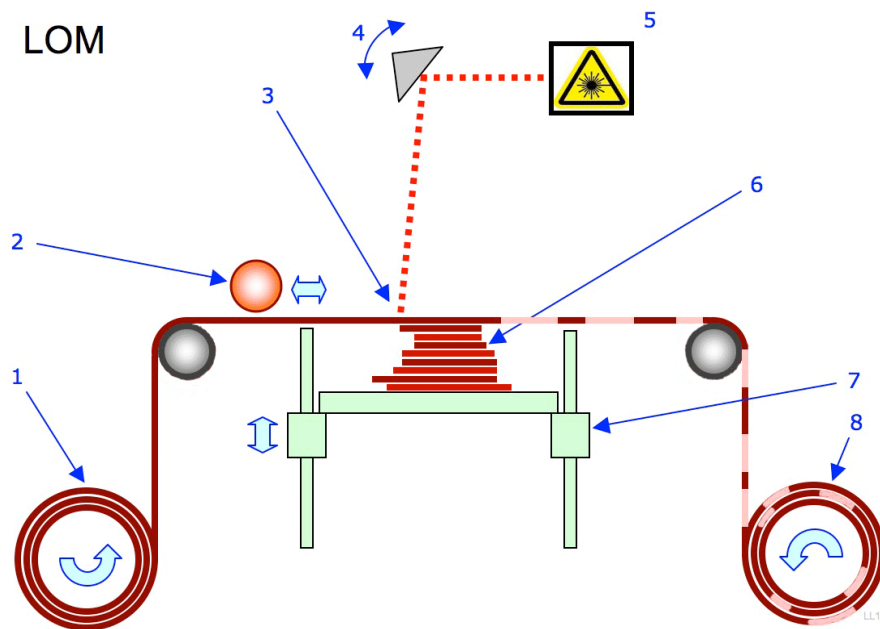


Diagramma funzionale di una stampante a Produzione di oggetto laminato (LOM) che ne mostra il funzionamento (courtesy of Google images)

3.7 Fotopolimerizzazione



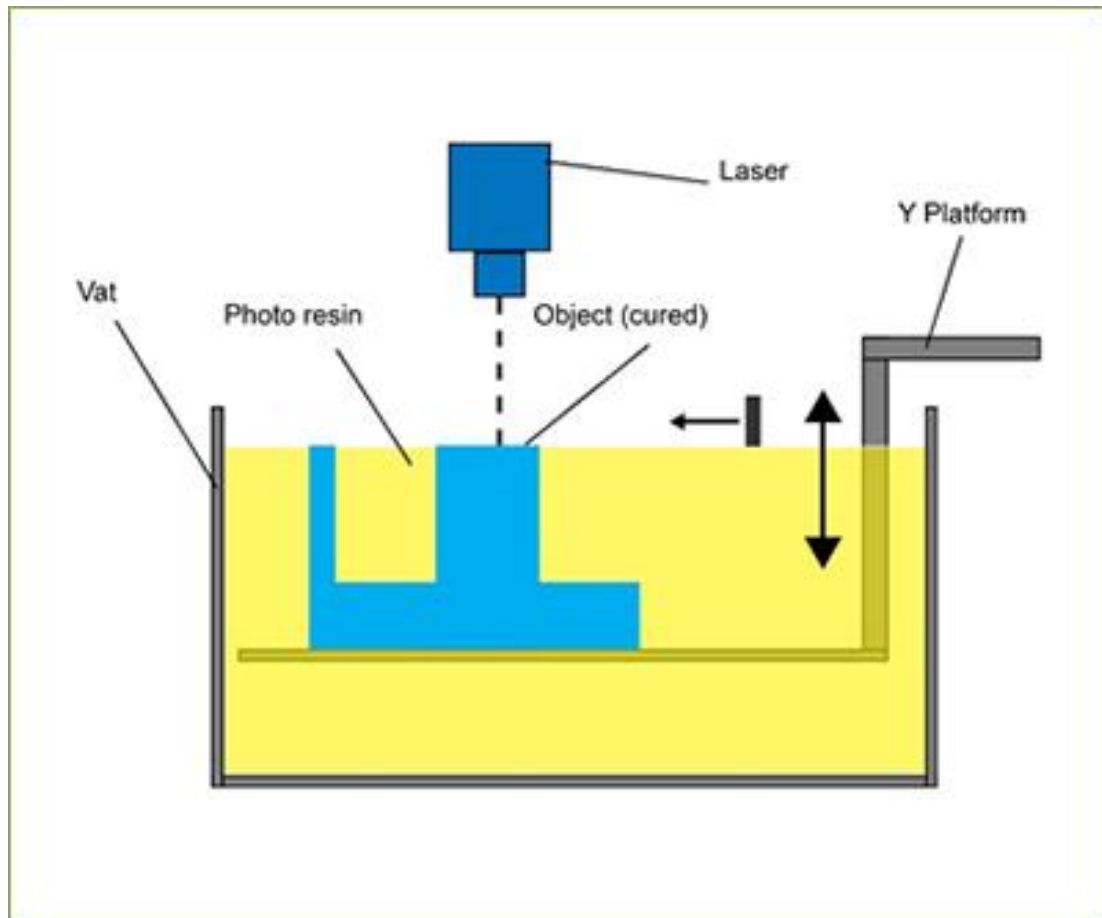
La fotopolimerizzazione richiede una grande vasca di liquido con una luce UV che si sposta sulla superficie agendo chimicamente sui suoi legami per plasmarlo nella forma desiderata. La luce UV è efficace sulla resina. Una piattaforma muove il modello verso il basso, strato dopo strato, per completare il modello. Come si può osservare nel diagramma, uno specchio muove con precisione la luce UV attraverso la superficie della resina.

vantaggi:

- elevato livello di precisione
- buona finitura
- processo relativamente rapido
- grandi volumi possibili: 1000 x 800 x 500 mm
- oggetti pesanti fino a 200 kg

svantaggi:

- macchine costose
- resine costose
- il tempo di post-elaborazione post può essere lungo
- la rimozione dalla resina può anche richiedere tempo
- richiede strutture di support
- necessita di lavorazioni particolari per le parti che dovranno sostenere sforzi strutturali



Fotopolimerizzazione passo a passo

- Piattaforma di costruzione abbassata dalla parte superiore della vasca (piena di resina) verso il basso, strato dopo strato.
- Una luce UV modella uno strato di resina.
- La piattaforma continua a muoversi verso il basso.
- strati aggiuntivi sono depositati sopra i precedenti.
- Dopo il completamento, la vasca è svuotata della resina e l'oggetto viene rimosso

<http://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/vatphotopolymerisation/>

3.8 Digital light processing

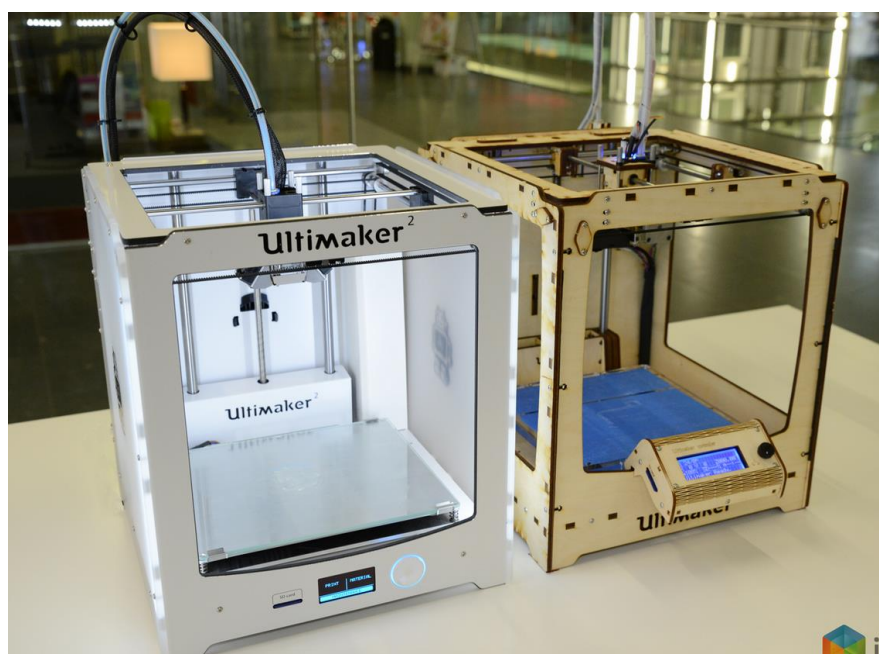
DLP - o Digital Light Processing - è un processo simile alla fotopolimerizzazione in quanto si tratta di un processo di stampa 3D che funziona con fotopolimeri. La differenza principale è la sorgente luminosa. DLP utilizza una lampada ad arco, con un dispositivo a specchio deformabile (DMD), che viene applicato all'intera superficie della vasca piena del fotopolimero resina in un singolo passaggio, rendendolo un processo ragionevolmente veloce. Tuttavia le resine su entrambi i tipi di processo possono essere molto costose, proibitive per istituti didattici. Si parla di circa 50 sterline per 1 litro di resina.

Capitolo 4. La stampa 3D nelle scuole

Realisticamente parlando, ci sono solo 3 metodi per la stampa, che possono essere presi in considerazione per gli istituti di istruzione. Questi sono FFF o FDM, (Fused Deposition Modelling) stampa con letto di polvere e stampa fotopolimerizzata.

4.1 Fused Filament Fabrication FFF

Al momento questi sono i più diffusi tipi di stampante nelle scuole, in particolare nel Regno Unito. Gli esempi esemplari più diffusi sono prodotti da Maker Bot e Ultimaker. Le ragioni per cui la tecnologia FFF è popolare è a causa di una serie di motivi. Si tratta dei prezzi contenuti; tecnologia relativamente semplice; robustezza relativa; basse spese di gestione; vasta gamma di modelli e produttori; buon supporto web con forum, biblioteche e uso diffuso. Tutto ciò ne rende l'acquisto relativamente facile.



l'immagine mostra le stampanti 3D Ultimaker di prima e seconda generazione.

4.2 Commenti generali sulla tecnologia FFF

Vantaggi

- Basso costo dei materiali.

- stampanti a basso costo disponibili.
- Ampia gamma di macchine tra cui scegliere.
- le dimensioni del letto variano da formati A5 a formati A3 e oltre.
- modelli ad alta resistenza.
- tempi di costruzione piuttosto brevi.
- Facili da usare.
- user friendly
- possibilità di modellazione multi-colore
- Facile manutenzione.
- filamenti facili da reperire
- Le piccole stampanti possono essere addirittura portatili

Svantaggi

- i particolari sporgenti di un oggetto necessitano di materiale di supporto
- il materiale di supporto deve essere rimosso con possibili danni al modello.
- può andare male.
- l'impostazione del piano di stampa può richiedere molto tempo.
- le prime stampanti di questo tipo hanno comportamenti a volte imprevedibili.

4.3 Stampanti 3D suggerite

Ci sono molti siti web che raccomandano diverse stampanti. Le informazioni che seguono sono state tratte da Hub 3D. Questo è un sito open source dove diverse persone hanno dato un giudizio sulle proprie stampanti.

Le stampanti sono stati classificati semplicemente come stampanti amatoriali. Tuttavia, questo è stato considerato positivo perché i commenti relativi al primo questionario suggerivano che un certo numero di stampanti sarebbe stato preferibile ad una sola grande macchina più costosa. Molte di queste macchine sono state testate dai singoli utenti. Tuttavia la Ultimaker 2 è stata soggetta di una prova molto esaustiva dal dottor Dave Jermy alla Settlebeck School. La stampante in questione ha dimostrato di essere affidabile e durevole con eccellenti qualità di costruzione. Questo suggerirebbe che anche altre stampanti della stessa fascia abbiano caratteristiche simili.

La scelta di una stampante appropriata per l'uso didattico è una scelta che deve essere basata sui vostri bisogni educativi. Qualsiasi decisione sulla stampante alla fine sarà un compromesso. Sarebbe consigliabile discuterne con altri istituti di istruzione nelle vostre vicinanze chiedendo per quali soluzioni abbiano optato.

4.4 Criteri di acquisto

I criteri per la selezione dovranno essere redatti da istituzioni diverse a seconda delle loro esigenze. Questi criteri si inseriscono in due aree principali: criteri tecnici e socio-tecnici. I seguenti criteri devono essere utilizzati per decidere se una stampante debba essere acquistata o meno. La lista non è assolutamente da considerarsi esaustiva.

4.5 Criteri tecnici

Affidabilità

Questo deve essere uno dei temi più importanti. Avere una tecnologia affidabile che sia in grado di lavorare senza ricorrere a continui settaggi, livellamento del piano di stampa, carico e scarico del filamento è molto importante in un contesto educativo in cui mancato il rispetto delle scadenze porta a svantaggi educativi. Abbinato a questo è il tempo e le risorse del personale che sarebbe necessario impiegare per sistemare la stampante. Stampanti affidabili e durevoli costeranno meno nel lungo termine, in quanto saranno necessaria minore attenzione rivolta verso la manutenzione e i settaggi.

Stampanti a doppio ugello (Dual Head)

Le stampanti a doppio ugello rappresentano una tipologia abbastanza a buon mercato e danno la possibilità di usare filamenti diversi colori da depositare l'uno sull'altro, ma anche per un utilizzo congiunto volto alla realizzazione di disegni molto complessi. Questa funzione potrebbe inizialmente essere ritenuta non necessaria, ma potrebbe essere interessante in seguito.

Connessione con il Computer

Un altro aspetto importante in classe o nell'ambiente educativo. Inizialmente le stampanti 3D utilizzavano schede SD o il tradizionale cablaggio al fine di accedere ai disegni richiesti. Wi-Fi e USB

stanno ora diventando molto diffusi. L'uso di schede SD in ambiente educativo significa avere un ulteriore pezzo di equipaggiamento da considerare e curare. Se venisse utilizzata una connessione Wi-Fi si avrebbe la possibilità di collocare la stampante in remoto in un ambiente pulito. Un aspetto che può migliorare l'affidabilità della stampa 3D stessa.

Plug n Play

Facile da configurare e con tempi ridotti per accedere alla stampa vera e propria

Posizionamento del motorino che guida il filamento

Questo è importante in funzione del tipo di filamento che si intende utilizzare. I TPE (o elastomeri termoplastici) spesso funzionano meglio quando il motore tira il filamento piuttosto che spingerlo negli ugelli di estrusione. Tuttavia, alcuni produttori di tecnologia "a spinta" hanno superato i problemi associati a questo aspetto.

Disponibilità dei ricambi

La tecnologia si muove così rapidamente che i modelli possono diventare obsoleti nel giro di pochi anni. Le maggiori aziende di stampa 3D dovrebbero avere una migliore disponibilità di ricambi. Le nuove aziende che si affacciano sul mercato potrebbero non avere questa disponibilità. Tuttavia i forum open source sono di solito molto bravi a fornire soluzioni ai problemi che si possono verificare. Un forum grande e ben frequentato può orientare positivamente verso un modello piuttosto che un altro.

Precisione dimensionale e stabilità

La deformazione può causare problemi significativi, sprecando una notevole quantità di tempo e risorse. Questa è stato l'argomento di molte discussioni sui forum. Utilizzando adesivi, specchi e ABS o PLA disciolto in un solvente. Nel campo dell'istruzione questa dovrebbe essere una considerazione chiave. Sperimentare metodi diversi per ridurre questo problema può essere necessario.

Velocità di stampa

stampe più grandi richiederanno una considerevole quantità di tempo, non importa quanto sia veloce la stampante. Ha quindi senso di lasciare la stampante a lavorare durante la notte. Stampe di piccole e medie dimensioni possono essere smaltite più velocemente durante il giorno se una stampante funziona rapidamente o se la risoluzione viene ridotta.

Le velocità di stampa sono ancora tali che, in materia di istruzione, i progetti devono essere pensati per garantire che gli studenti non rimangano troppo in attesa che la stampa finisca. A tal proposito ricordiamo l'esistenza di software che permettono più oggetti da stampare in un colpo solo. Vale la pena di utilizzarli.

I costi del software

Open source contro software a pagamento. In molti modi l'open source ha più senso in quanto è ampiamente accessibile e gratuito. Per esempio Cura è in grado di supportare un numero di diversi produttori di stampanti 3D.

Librerie e modelli

Sempre utile averle a portata di mouse. Sia che si stia progettando un proprio modello o che si stia modificando qualcosa di già esistente o semplicemente stampando il disegno di qualcun altro, avere la capacità di accedere ad una biblioteca online può essere fonte di ispirazione.

4.6 Aspetti socio-tecnici

Costo iniziale

Questo ovviamente dipende dalla quantità di denaro disponibile. Tuttavia è opportuno prendere in considerazione tre punti: acquistare 2 stampanti, una sola costosa o iniziare con il modello più economico possibile e decidere come continuare. Nell'esperienza di Dave Jermy in qualità di esperto di stampa 3D internazionale "è quasi sempre meglio avere due stampanti, piuttosto che una sola costosa stampante 3D". Il vantaggio di avere più stampanti sta nella velocità di stampa che può essere ottenuta. Questo significa che le stampe multiple possono essere completate rapidamente. Per esempio, se la stampante 3D viene lasciata accesa per tutta la notte ed è stata configurata per stampare i lavori di un'intera classe, il lavoro sarà molto più veloce rispetto alle stampe singole impostate lungo tutta la giornata. Le stampanti possono lavorare simultaneamente o una può essere utilizzata mentre l'altra è in attesa della classe successiva o viene scaricata.

Utilizzo

I progetti di stampa 3D soffrono inevitabilmente di colli di bottiglia, principalmente durante un progetto in cui è necessario accedere continuamente alla stampante 3D. Tuttavia, quando altri progetti o

argomenti vengono trattati, la stampante può restare inutilizzata per giorni. I tempi di completamento dei progetti devono essere pianificati perché ogni piccolo problema può rapidamente portare a scadenze non rispettate e a slittamenti temporali che si moltiplicano.

I progetti dovrebbero essere pensati tenendo bene a mente la durata dell'anno scolastico. Per esempio gli studenti potrebbero fare un po' di lavoro di progettazione a inizio anno e stampare i lavori durante il resto dell'anno. Anche il lavoro di gruppo deve essere considerato.

Chi la userà?

Permettere agli studenti di utilizzare la stampante 3D è una parte importante del processo di progettazione e produzione. Permettere agli alunni di impegnarsi con la tecnologia può avere un effetto positivo sull'esperienza di apprendimento, portando ad una maggiore comprensione e creatività nella progettazione e nell'applicazione di questa tecnologia.

La tecnologia di stampa 3D (FFF) è relativamente sicura da usare in quanto vi sono pochi aspetti che potrebbero causare lesioni. Molto spesso sono necessarie coperture acriliche per proteggere la stampa da aria fredda o correnti d'aria che possono influenzare la qualità della stampa, rendendo la tecnologia ancora più sicura.

Avere allievi in grado di utilizzare la tecnologia può essere un ottimo sostegno per gli insegnanti. Gli alunni in classe potrebbe agire quasi come tecnici, curando carico e scarico del filamento nonché l'impostazione dei parametri di produzione. In alternativa gli studenti potrebbero sviluppare ulteriori competenze e conoscenze, che possono essere utilizzate dall'insegnante per migliorare realmente la comprensione della tecnologia per i propri colleghi docenti.

Supporto del produttore

Questo è ovviamente un criterio essenziale nella scelta di qualsiasi stampante. La scelta di un produttore con vendite e un supporto consistente all'interno del proprio paese renderà eventuali problemi tecnici più semplici e più facili da correggere. Tuttavia, il mercato della stampa 3D online diventa sempre più forte, quindi anche un supporto remoto via internet può essere considerato altrettanto buono. La possibilità di scaricare versioni aggiornate del software o di miglioramenti meccanici dovrebbero essere forniti da tutti i grandi produttori all'avanguardia. Molto spesso anche le comunità online offrono supporto in questo modo e sono in grado di fornire molti consigli pratici.

Comunità online

Come accennato in precedenza il supporto on-line può essere un ottimo modo di ottenere soluzioni a problemi tecnici. Alcuni dei più grandi costruttori molto spesso incoraggiano l'esistenza dei forum per promuovere e sostenere i propri prodotti. Avendo una vasta rete di forum specificamente dedicati alla propria stampante potrebbe essere un altro criterio importante per la scelta di un produttore. 3D Hub ne è un esempio.

Librerie

Il tipo di file più comune per un modello 3D pronto alla stampa è il file STL (sono leggibili dalla maggior parte delle stampanti). I produttori di stampanti spesso hanno siti web open source in cui i modelli possono essere scaricati. Anche in questo caso come file STL.

Facilità d'uso

Quando si insegna i problemi di affidabilità e di facilità d'uso sono di vitale importanza per il buon funzionamento dei progetti di stampa 3D. Le stampanti di prima generazione spesso hanno bisogno di molta attenzione e perizia nel configurarle. Le cosiddette stampanti di quinta generazione sono ora molto più sofisticate e dispongono di un software che cura molti aspetti automaticamente.

Un altro problema comune a molte stampanti è rappresentato dagli ugelli delle testine di stampa, che possono ostruirsi. Anche in questo caso la facilità con cui questo può essere risolto è importante per il buon funzionamento dei progetti.

Anche il cambio del filamento deve essere considerato. Sulla maggior parte delle stampanti questo è un processo relativamente semplice. Tuttavia alcune stampanti hanno bisogno che il filamento venga tagliato al fine di aiutare i motori degli estrusori a farlo scorrere. Questo non è un compito troppo oneroso e può essere completato in pochi minuti.

Possibili Stampanti 3D FFF

Qui di seguito elenco dieci costruttori considerati tra i migliori secondo il parere degli utenti del sito web Hub 3D. Queste informazioni saranno in continua evoluzione in quanto nuovi modelli vengono aggiunti o le opinioni dei recensori cambiano.

Costruttore	Stampante	Volume di stampa	Prezzo approssimativo	Giudizio complessivo
Makergear	Makergear M2	203x254x203	Euro 1300	Eccezionale
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

Materiali

Ci sono due materiali principali, PLA e ABS. Questi sono entrambi termoplastici, il che significa che possono essere riscaldati e modellati continuamente, più e più volte. Entrambi questi materiali sono disponibili in un'ampia varietà di colori. Tuttavia, affinché un materiale risulti utile per la stampa 3D, deve passare tre prove differenti;

- estrusione iniziale in filamento di plastica
- estrusione e traccia vincolante durante il processo di stampa 3D.
- applicazione efficace e definitiva.

Nuovi materiali vengono introdotti continuamente, in grado di offrire nuove proprietà e possibilità di modifiche post-stampa. Tra di loro ci sono materiali a base di gomma o di metallo che possono essere rifiniti fino ad apparire come normale metallo. Anche il filamento che si dissolve è disponibile.

Conservazione

Sia ABS che il PLA devono essere protetti dall'atmosfera per prevenire l'assorbimento di umidità dall'aria. Ciò non significa che il materiale plastico venga rovinato da una settimana di permanenza su una panchina assolata. Tuttavia l'esposizione a lungo termine ad un ambiente umido può avere effetti negativi, sia per il processo di stampa che per la qualità dei pezzi finiti. Se i polimeri hanno assorbito umidità:

ABS - tenderà a produrre bolle mentre sgorga dalla punta dell'ugello durante la stampa: qualità visiva del pezzo, accuratezza, resistenza del pezzo e il rischio di intasamento dell'ugello sono tutti più probabili. L'ABS può essere facilmente riportato alle origini utilizzando una sorgente di aria calda e secca.

PLA – anche qui tendenza a fare bolle nell'ugello. Può anche scolorire e far degenerare le proprietà meccaniche dei prodotti stampati. Il PLA può reagire all'acqua e subire una de-polimerizzazione. Anche il PLA può essere essiccato con aria tiepida ma una temperatura troppo elevata potrebbe alterare la sua struttura molecolare. Per molte stampanti 3D, non deve destare troppa preoccupazione.

Accuratezza dei pezzi

ABS e PLA sono in grado di produrre componenti dimensionalmente accurati. Però:

ABS - il più grande problema con ABS è il “curling up” (arricciamento) dei bordi della stampa. Per ridurre questo problema si consiglia di riscaldare il letto di stampa e mantenerlo liscio, piano e pulito. Varie prodotti possono essere applicati in anticipo alla superficie di stampa. Ad esempio, una miscela di ABS/acetone o un po' di lacca.

Per le caratteristiche delle parti che coinvolgono angoli appuntiti, come gli ingranaggi, ci sarà spesso un leggero arrotondamento degli angoli.

PLA – mostra deformazioni molto meno evidenti. Per questo motivo è possibile stampare con successo senza un letto riscaldato e utilizzare comuni nastro adesivi come superficie di stampa. Il PLA può anche produrre legami più forti tra gli strati.

4.7 Riassunto

PLA - L'ampia gamma di colori disponibili e l'effetto "lucido" lo rendono popolare tra gli allievi. L'aspetto ambientale può essere utilizzato anche come esperienza di insegnamento e apprendimento, in quanto il PLA ha origini a base vegetale. Il PLA ha una più alta velocità di stampa, la possibilità di creare strati più sottili e angoli stampati più nitidamente. Combinando questo con la bassa deformazione delle parti abbiamo un ottimo candidato per l'utilizzo nelle scuole.

Vantaggi di PLA

- polimero a prezzi accessibili a basso costo (circa 40 sterline per Kg)
- facile ottenere una finitura liscia e una superficie lucida
- è biodegradabile
- emette pochi fumi
- bassa tossicità
- distorsione molto ridotta rispetto all'ABS

Svantaggi di PLA

- è un po' più fragile dell'ABS
- Fonde a una temperatura inferiore, (questo 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



Tiplica applicazione di PLA

ABS – La maggiore forza, flessibilità, lavorabilità, e una maggiore resistenza alla temperatura lo rendono attraente per i modelli che devono essere più durevoli. Il requisito aggiuntivo di un letto di stampa termico significa che ci sono alcune stampanti semplicemente incapaci di stampare ABS con una certa affidabilità.

I vantaggi di ABS

- 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.

Svantaggi di ABS

- 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..

Tipico oggetto prodotto in ABS



Le ruote dentate si avvalgono della maggiore resistenza dell'ABS

Problemi di salute associati con la stampa 3D a polimeri

Varie ricerche sugli effetti sulla salute della stampa 3D sono state fatte, tra cui una ricerca relativa alle UFP, (particelle ultra fini) che PLA e ABS emettono quando fusi

Elevate concentrazioni di UFP sono collegate a effetti negativi sulla salute, tra cui la mortalità cardio-respiratoria, ricoveri ospedalieri per ictus, e i sintomi dell'asma. Tuttavia questo vale solo per grandi concentrazioni. Il PLA emette tipicamente 10 volte meno UFP rispetto all'ABS quindi il PLA è visto come non tossico e di gran lunga più ecologico essendo un derivato di materiali di origine vegetale.

L'ABS è più resistente e rigido, ma sembra essere una scelta meno favorevole rispetto a PLA per l'uso in classe. Alcuni produttori dicono che la stampa 3D con ABS non deve essere fatta in uffici o edifici scolastici senza qualche sistema di estrazione fumi. Tuttavia questi sistemi di estrazione non devono per forza essere costosi o elaborati: basterebbe un semplice cappuccio sopra la stampante con una circolazione di aria forzata e filtro.

Capitolo 5. Identificazione dei programmi per la conversione di file

5.1 Slicers e Host stampante 3D

STL è il tipo di file standard utilizzato dalla maggior parte dei processi di stampa additivi. Questo è il tipo di file che verrà salvato dal software di progettazione 3D, ad esempio Sketchup.

Prima di stampare un modello 3D, un file STL deve essere esaminato alla ricerca di alcuni errori. Questa fase è chiamata “fixup”. Ad esempio gli errori sono dove le superfici non si incontrano o si sovrappongono. Programmi come Netfab, Meshmixer, Cura e Slic3r correggono questi problemi.

Una volta che questo è stato fatto la fase successiva è quella di convertire il modello in una serie di strati sottili o “layers”. Questo viene poi convertito in G-Code che può quindi essere utilizzato per la stampa. Tuttavia di solito è necessario un ulteriore software di stampa client per trasformare il G-code in istruzioni che la stampante può interpretare e utilizzare. È qui che i parametri di stampa possono essere selezionati per la stampante.

Più comunemente lo slicer e il software client sono combinati, effettuando la conversione da file STL a oggetto stampato in modo più diretto. Repetier-host e ReplicatorG sono esempi di questi software.

Non si può stampare un oggetto più definito rispetto al file STL, quindi se il file STL è grossolano e “scalettato”, allora anche l’oggetto finale lo sarà. Durante l’esportazione di STL dal pacchetto CAD, è possibile visualizzare i parametri per l’altezza di corda, la deviazione e la tolleranza angolare. Questi sono i parametri che influenzano la scalettatura del file STL. Più dettagliato è il file STL, maggiore è la dimensione del file, che influenzerà il tempo di elaborazione. A volte i produttori forniscono anche le opzioni per le stampe rapide e dettagliate, questo va ovviamente a influenzare il tempo di conversione, nonché i tempi di stampa. In certi casi vengono anche forniti i tempi di stampa in modo da poter prendere decisioni su quale tipo di stampa è più opportuno

5.2 Parametri di stampa di base

nnn Qui di seguito mostriamo un elenco dei parametri di base più che da considerare prima di stampare. Ulteriori impostazioni avanzate sono disponibili, ma non saranno prese in considerazione in quanto queste tendono a differire da stampante a stampante.

Altezza del livello (Layer Height)

Questa è l'altezza degli strati che saranno depositati uno sull'altro sul letto della macchina per costruire il modello. Problemi di ugelli che "catturano" gli strati appena depositati e i problemi dell'estrusione del materiale saranno presi in considerazione nelle impostazioni di fabbrica. L'altezza di livello può anche influenzare l'adesione degli strati successivi.

Spessore del guscio esterno (Shell Thickness)

I modelli, sebbene si suppongano essere solidi, sono in realtà quasi vuoti. Questo parametro influenza lo spessore della superficie esterna del guscio in quanto l'intero oggetto sarà solo parzialmente "pieno".

Ritrazione (Retraction)

Quando vi è un cambiamento tra l'asse x e y Cura ritrae una certa quantità del filamento per evitare che eventuali macchie si formino.

Spessore inferiore e superiore (Bottom/Top thickness)

Simile allo spessore del guscio eterno, questo parametro di stampa può essere necessario per migliorare la resistenza della stampa, oltre a fornire una buona base per la stampa stessa.

Densità di riempimento (Fill Density)

Come è già stato detto, gli oggetti stampati non sono completamente solidi all'interno, questo sarebbe uno spreco di plastica e, inoltre, potrebbe portare a distorsioni e o delaminazione. In realtà gli oggetti hanno un'intelaiatura interna per fornire il supporto e la resistenza. Di solito questa può essere fissata a circa il 10%.

Velocità di stampa

velocità di stampa elevate sono ciò che la maggior parte degli utenti vogliono. Tuttavia, questo può portare a stampe di bassa qualità con difetti o stampanti non essere in grado di produrre stampe affidabili. Come regola empirica più lenta è la stampa maggiore è la qualità.

Temperatura ugello (Nozzle Temperature)

Come suggerisce il nome questa è la temperatura alla quale l'ugello lavora per estrarre il filamento. Il valore dipenderà dal tipo di filamento utilizzato in quanto PLA e ABS, per esempio, hanno diverse temperature di fusione.

Temperatura del letto di stampa (Build Platform Temperature)

Questo è applicabile solo su stampanti con piattaforme riscaldate: alcune stampanti che utilizzano PLA possono stampare anche senza. Il PLA può utilizzare temperature più basse rispetto all'ABS comunque i settaggi di fabbrica devono sempre essere provati prima.

Supporti

Quando le stampe hanno parti o superfici sovrapposte, dovranno essere utilizzati supporti per arrestare il crollo di plastica o il modello potrebbe risultare impossibile da stampare.

Adesione alla Piattaforma (Platform adhesion)

C'è molta discussione su questo aspetto. Alcune stampanti utilizzano semplicemente un film ad alta temperatura di calore, come ad esempio il nastro Kapton, o anche specchi su cui stampare. Altre usano semplici colle di carta, mentre alcuni gruppi di utenti consigliano di utilizzare solventi a base di ABS disciolto. Solo attraverso la sperimentazione sarà possibile trovare il metodo più adatto.

Diametro

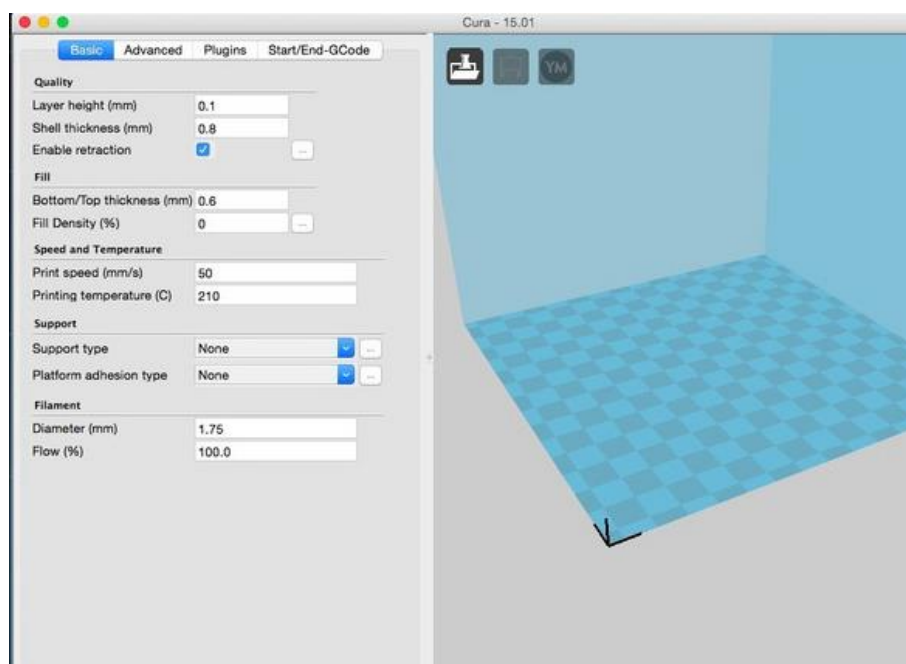
Questo si riferisce al diametro dell'ugello per l'estrusione ma anche alla dimensione del filamento estruso. PLA e ABS di solito sono disponibili in 2 formati principali: 1.7mm e 3mm e questo vale anche per il diametro degli ugelli

Flusso (Flow)

Questo si riferisce alla velocità con cui la stampante estrude la plastica. Il diametro del filamento e il diametro dell'ugello si influenzano reciprocamente e sono correlati. Anche in questo è bene provare subito a far lavorare la macchina con i settaggi di fabbrica. Tuttavia alcuni materiali speciali come il metallo, la gomma e il legno possono richiedere impostazioni diverse: molto spesso i forum su Internet saranno in grado di fare fornire suggerimenti su questo aspetto.

Ultimaker; Cura

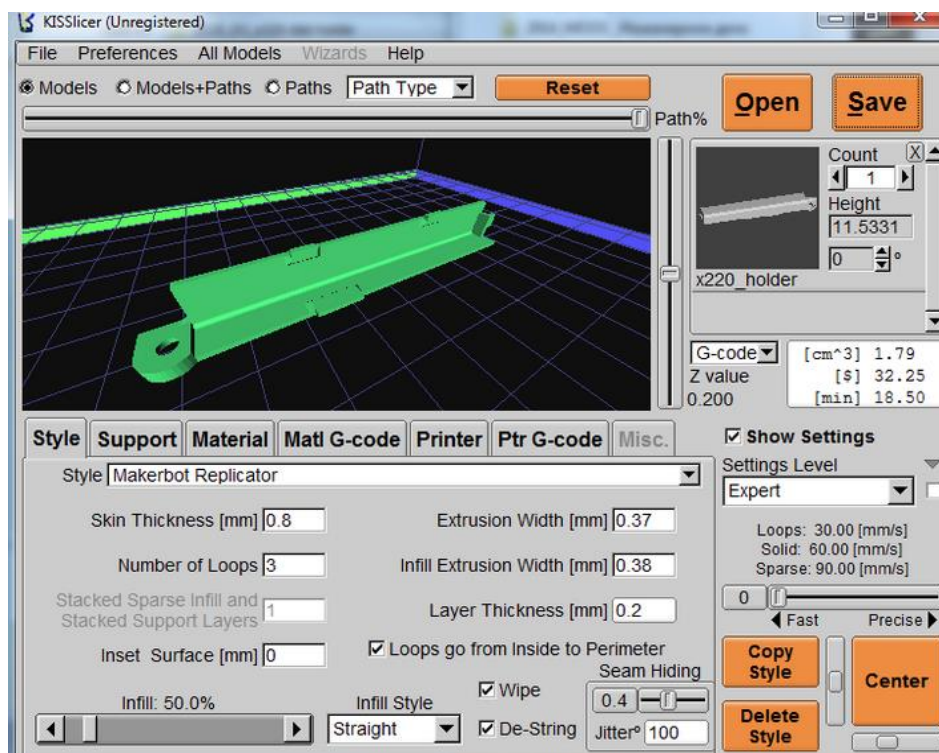
Si tratta di un software di stampa software gratuito sviluppato da Ultimaker ma che può essere utilizzato anche da altre stampanti. E' facile da usare: una buona scelta per le scuole e i principianti.



KISSlicer

Anche questo può essere utilizzato su diverse stampanti 3D. Si tratta di un software gratis. Tuttavia, se è necessaria un maggiore livello di complessità e di supporto specializzato una versione a pagamento è disponibile.

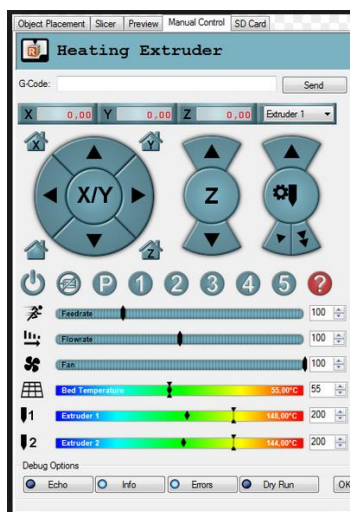
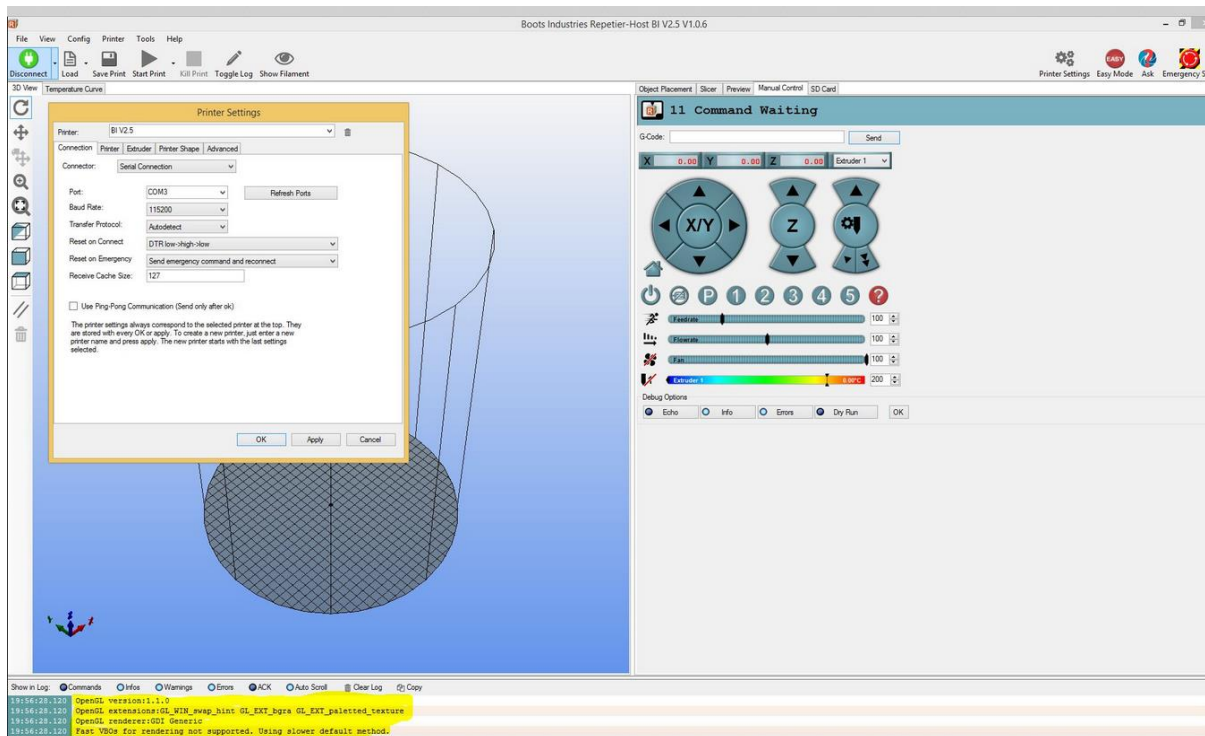
Anche se l'interfaccia del KISSlicer sembra un po' complessa, ha le più comuni impostazioni di stampa e le impostazioni più specialistiche sono accessibili su pannelli di comando aggiuntivi.



Anche se la loro ricerca è un po' complessa, tutti i parametri di stampa precedentemente citati sono disponibili. Altre informazioni e le impostazioni più avanzate sono disponibili in apposite schede.

Repetier Host

Anche questo è un download gratuito open-source per la stampa 3D. L'immagine mostra la schermata tipica in cui le impostazioni di stampa sono disponibili. KISSlicer o Skeinforge sono i programmi software che eseguiranno la scansione del file STL per assicurare che i modelli siano privi di difetti o superfici non stampabili e trasformeranno il tutto in G-Code. Le impostazioni tipiche e le opzioni sono disponibili come nella maggior parte dei software di stampa 3D.

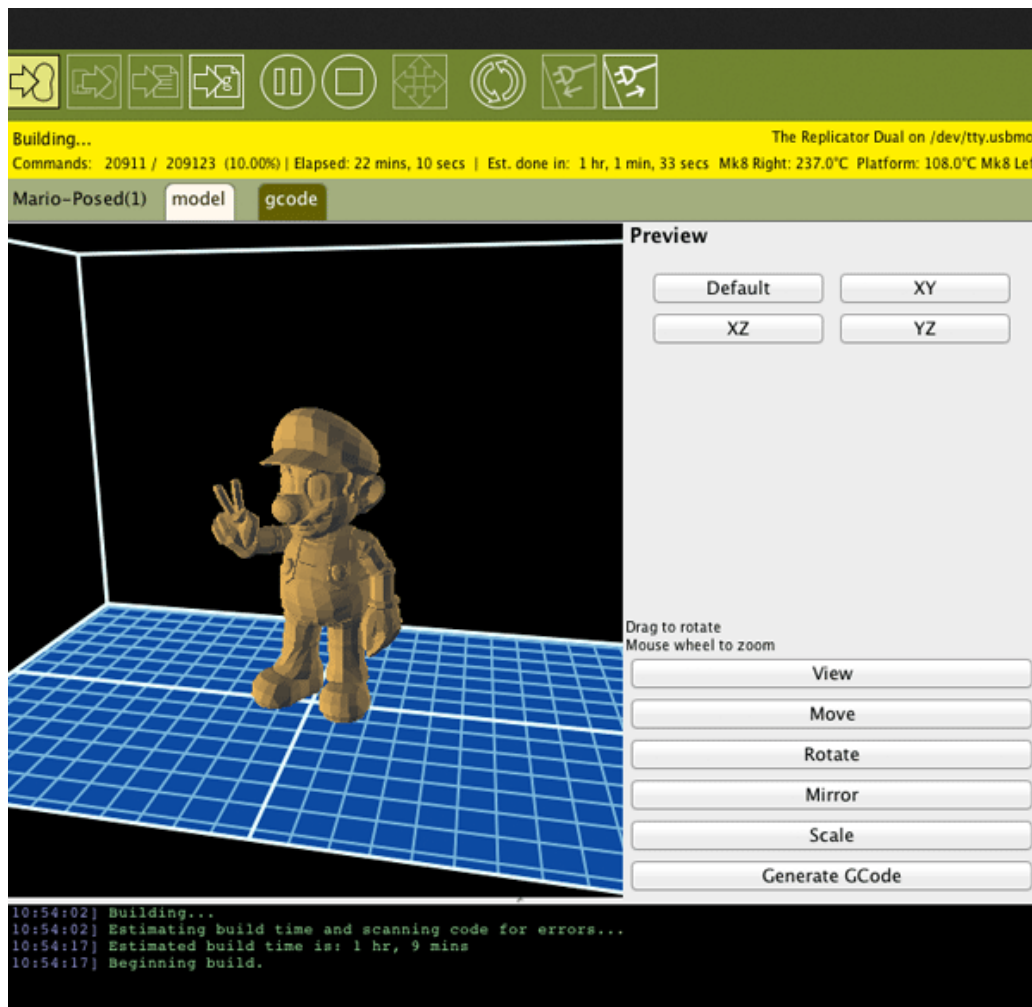


Particolare dell'interfaccia utente con la possibilità di modificare i parametri di stampa.

Replicator

Si tratta di un programma software per la stampa 3D open source che può essere utilizzato per convertire i file STL a G-Code rendendoli pronti alla stampa. Un certo numero di produttori di stampanti 3D hanno in catalogo stampanti compatibili con Replicator. Il software utilizza Skeinforge per controllare e convertire i file STL in oggetti stampabili.

Il programma consente all'utente di manipolare gli oggetti per quanto riguarda le dimensioni, l'orientamento e altri parametri di stampa tipici. Questo software è ancora molto utile, ma sta diventando uno dei programmi di conversione e stampa 3D più anziani .



Chapter 6. Identification of 3D Programmes

6.1 Premessa

Esiste una vasta gamma di programmi 3D da utilizzare nelle scuole, università, e nell'industria. Alcuni software di modellazione 3D possono essere molto costosi (800 euro o più, con tasse di rinnovo annuale). Questo tipo di costo ne rende l'acquisto difficile per le scuole, a meno che non siano istituti specializzati a stampo ingegneristico o a meno che la scuola non sia sponsorizzata da un'industria manifatturiera come le scuole nei dintorni di Coventry Regno Unito, dove Jaguar Land Rover hanno grandi impianti di produzione.

Il software di modellazione 3D fino alla fine degli anni 90 era a solo appannaggio delle società di ingegneria ed è stato ampiamente utilizzato dalle industrie di veicoli a motore a non solo pezzi di design, ma anche per testarli e valutarne peso, resistenza ed estetica. Tuttavia, un certo numero di questi programmi di modellazione 3D sono stati resi disponibili alle scuole e ai college come download gratuiti. Molti sono anche disponibili per uso domestico. Gran parte di questo software risulta semplificata rispetto al settore industriale o è datata o sta per essere aggiornata. Una delle prime aziende a fare questo è stata PTC con Pro-desktop, un software 3D complesso che richiedeva molta esperienza per essere utilizzato. Gli alunni lo hanno trovato frustrante e difficile da usare.

La maggior parte delle scuole e college posseggono programmi di software 3D. Gli alunni possono già avere familiarità con questi e vorranno continuare a utilizzarli. Come insegnante dico che molti hanno già investito tempo e denaro nell'utilizzo, nell'apprendimento e nella risoluzione dei problemi del software. Gli insegnanti hanno proposto compiti, progetti e sussidi didattici per supportare gli studenti. Molte scuole e università potrebbero dover prendere la decisione se continuare o meno con questo software. La risposta potrebbe creare l'impulso necessario a migrare verso un software più appropriato.

Una delle questioni chiave con un software di modellazione 3D è la facilità d'uso. La maggior parte del software di modellazione può essere molto difficile da usare e richiede molta pratica, cosa che gli

studenti non avranno per questioni di tempo. Qualsiasi scelta di software 3D deve utilizzare questo criterio per giudicare l'efficacia del software e decidere se adottarlo o meno.

Come detto riguardo a PTC Pro-desktop, questi programmi di solito hanno un ciclo di vita stabilito, il che significa che essi diventino obsoleti o vengono ulteriormente sviluppati in un modo che rende necessario imparare di nuovo tutto. O, ancora, il supporto viene interrotto e nessun ulteriore lavoro di sviluppo ha luogo.

Il software di modellazione 3D è ormai così comune che molte questioni di compatibilità sono divenute improbabili. I file STL tendono ad essere lo standard del settore e vengono utilizzati per esportare i file di stampa. La conversione di file in G-Code o altri tipi di file costituiscono la parte a più alta probabilità di causare problemi. Tuttavia, come discusso nella sezione di conversione del software di questo documento, esistono in circolazione un buon numero di programmi software gratuiti.

Il software di modellazione 3D per sua stessa natura richiede una notevole potenza di elaborazione. La velocità con cui possono essere fatte modifiche o aggiornamenti ai disegni può portare a problemi di buffering e di elaborazione, il che può richiedere molto tempo. Ancora una volta si avrebbero studenti frustrati e la riduzione dell'efficacia della lezione e del tempo di apprendimento.

Modelli già esistenti o librerie di modelli stampabili pre-progettati potrebbero essere utili per la stampa, la modifica o la semplice ispirazione per i progetti. I pacchetti di software libero con librerie open source possono contenere modelli facilmente utilizzabili. Molto spesso i pacchetti software open source hanno una comunità online in grado di supportare gli utenti attraverso tutorial o forum dove domande specifiche trovano spesso risposta. I tutorial su youtube sono molto utili per gli insegnanti e gli alunni in cerca di aiuto su specifici strumenti di modellazione o semplicemente come lezioni in classe per sviluppare le competenze degli studenti.

6.2 Criteri per la scelta di un software di modellazione 3D

Costo	può la scuola o l'università permettersi il costo iniziale e/o i costi annuali di rinnovo?
Freeware	è opportuno che la scuola utilizzi software datati o versioni "depotenziate" di un software commerciale esistente?

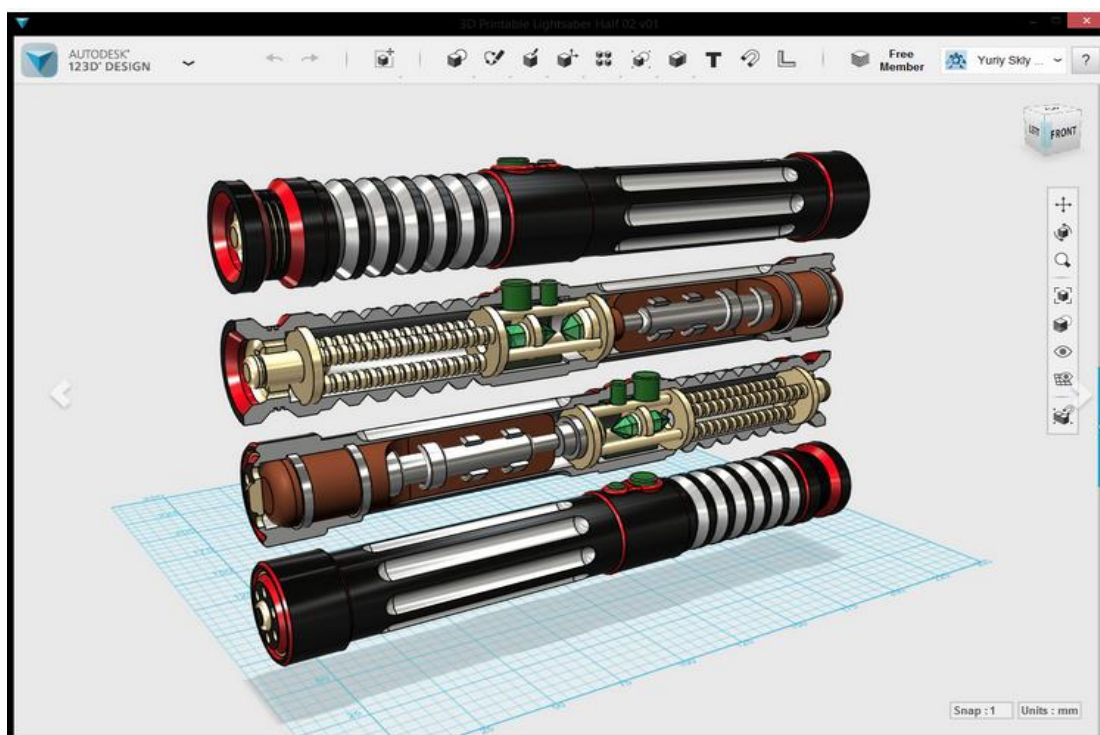
Existing Software	le scuole possono scegliere di continuare a usare il loro software esistente in quanto allievi e insegnanti già vi hanno investito tempo e conoscenze.
Facilità d'uso	quanto è facile per gli alunni imparare l'uso del nuovo software
Compatibilità	il software è compatibile con la stampa 3D? Ha bisogno di essere compatibile con altri software di modellazione o di rendering?
Computer	i computer della scuola sono in grado di eseguire il software ad una velocità accettabile con le loro specifiche hardware?.
Librerie	esistono librerie di modelli disponibili per il software considerato? esistono community collaborative?
Tutorial	il software dispone di un seguito sufficiente tale da aver generato tutorial e attività di supporto (ad esempio su youtube?)
Software parametric	un software parametrico ha un sistema di funzionamento correlato con il modo e l'ordine con cui si costruisce un modello e quindi può essere un po' più complesso da imparare. Tuttavia questo è il sistema utilizzato più spesso dall'industria ingegneristica.

6.3 Software 3D gratuiti

Autodesk 123D

Autodesk produce un ampio numero di applicazioni: 123D design è un esempio di software di modellazione 3D in grado di lavorare con altre applicazioni come 123D CATCH. E' in grado di generare modelli da una foto o da 123D MESHMIXER, che ha la possibilità di "mixare" diversi modelli e lavorare come uno strumento di scultura. Il vantaggio di usare una suite di programmi come questa sta nella maggiore flessibilità e nella possibilità di passare da un'applicazione all'altra effettuando modifiche o creando modelli di prova.

Nell'immagine vediamo una schermata di Autodesk 123D Design



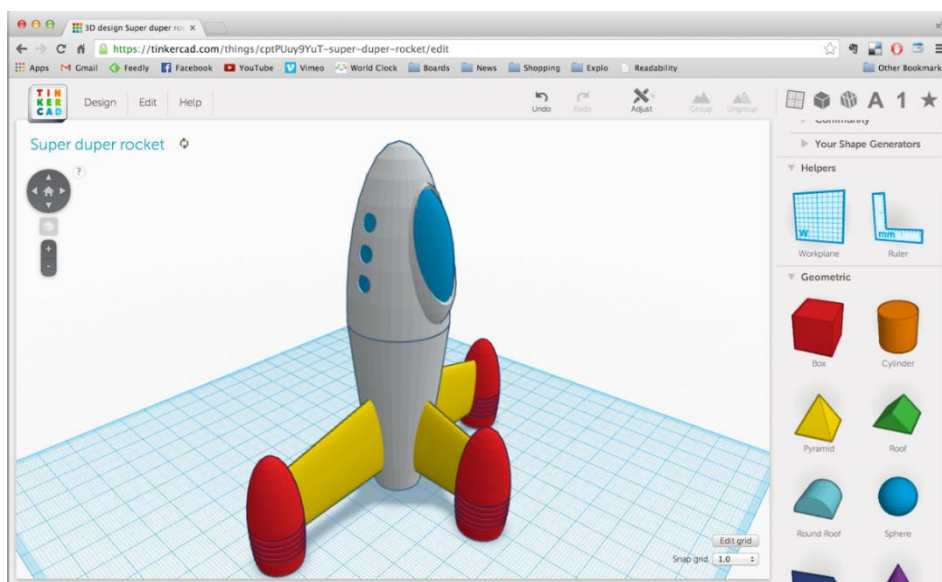
TinkerCAD

Anche in questo caso si tratta di un pacchetto di disegno gratuito, da Autodesk 123D. Poiché il software è basato su browser (un navigatore internet) non vi è alcuna necessità di download e i modelli possono essere archiviati online. TinkerCAD è molto facile da usare e per questo è popolare, soprattutto da parte di persone che non hanno alcuna conoscenza preliminare di CAD o di stampa 3D. Essenzialmente TinkerCAD utilizza forme di base come blocchi di costruzione da unire insieme e formano quindi modelli. È possibile utilizzare figure pre-esistenti di base di TinkerCAD o anche importare le proprie. Un'altra caratteristica è la possibilità di importare immagini vettoriali 2D e convertirle in un disegno stampabile in 3D.

TinkerCAD è compatibile con tutte le stampanti 3D che utilizzano il formato di file STL standard e permette anche di esportare facilmente i file creati per un programma o un dispositivo esterno, se si desidera lavorare su di esso ulteriormente e produrre qualcosa di più complesso.

Un'altra caratteristica utile è la possibilità di importare file 3D esterni e lavorare su di essi in TinkerCAD. Tipi di file disponibili per l'importazione sono SVG e STL. i file SVG sono basati su una progettazione 2D, ma possono essere utilizzati su macchine da taglio laser.

Come si può vedere, l'interfaccia di TinkerCAD è essenziale e chiara e i comandi sono facili da trovare. Tuttavia, se si vuole lavorare più in dettaglio, è possibile esportare verso altri pacchetti 3D che accettino i file di TinkerCAD.



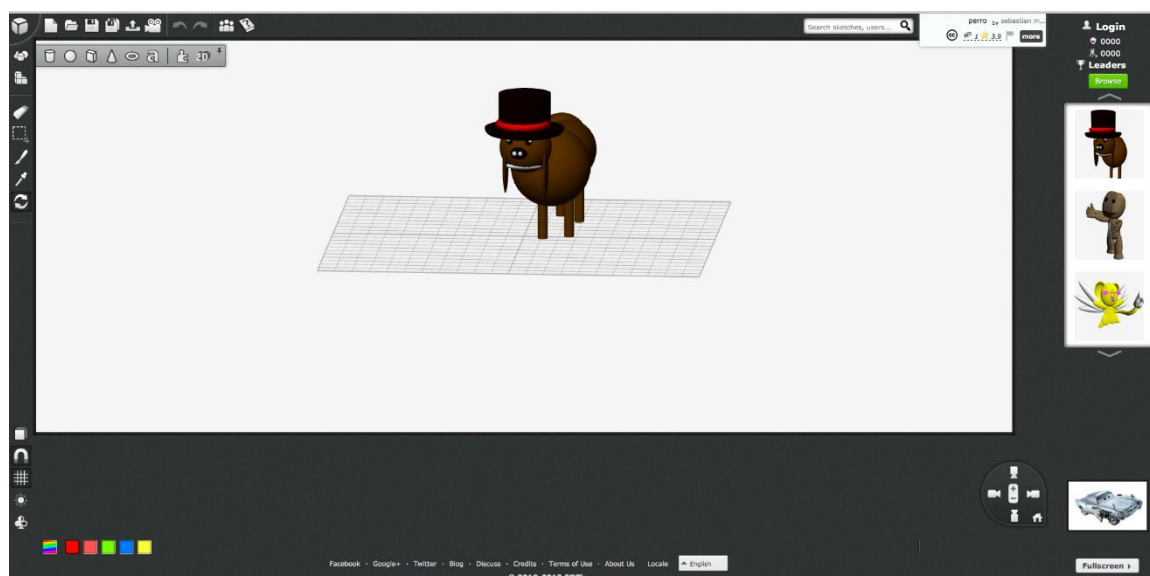
3DTin

Dopo aver creato un account utente otterremo l'accesso alla grande repository di modelli 3D Creative Commons.

Si tratta di uno strumento di modellazione 3D basato su browser, che permette di creare modelli 3D sul web, senza la necessità di scaricare software aggiuntivo. E' un software di base, e quindi ha i suoi limiti, ma è anche uno dei più facili e più veloci per creare modelli 3D. Ci sono più di 100.000 utenti ed è stata una delle prime applicazioni di modellazione 3D essendo stato lanciato nel 2010.

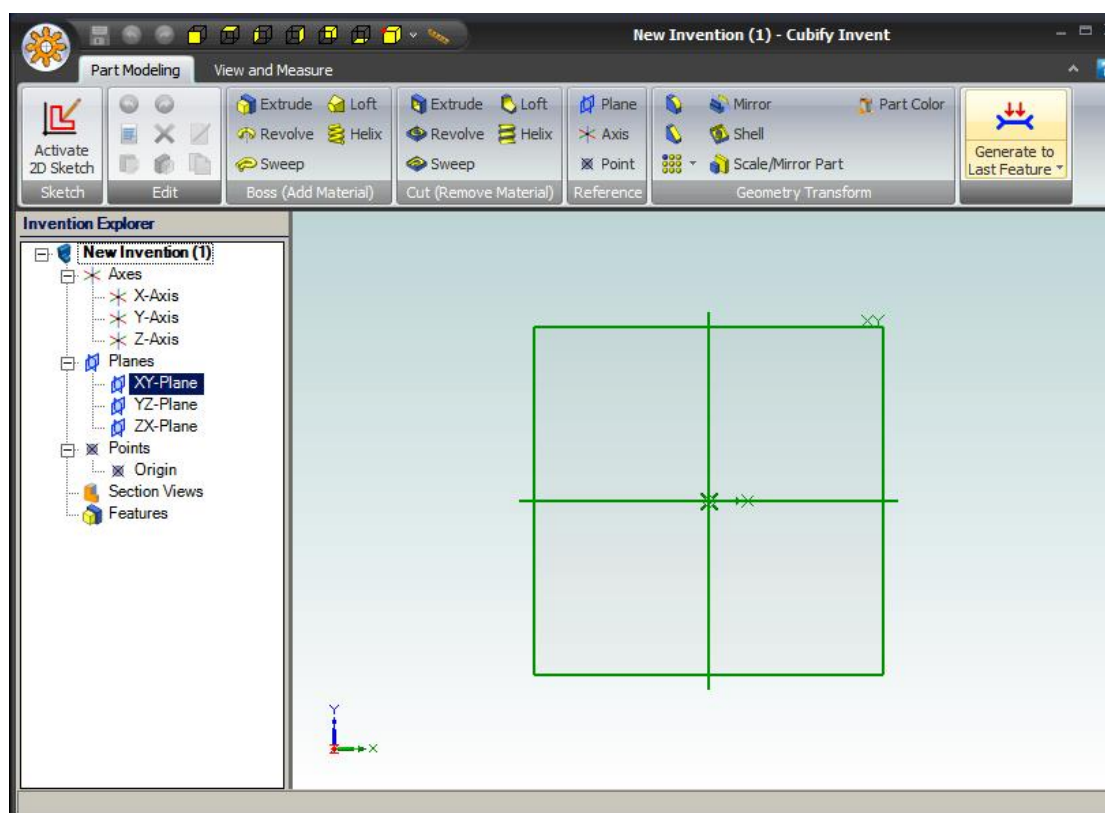
Software tramite browser significa che, mentre altri software richiedono un download o l'installazione di software complessi, 3DTin consente di avviare la creazione di modelli in pochi secondi. 3DTin è compatibile con Google Chrome, Mozilla Firefox e altri browser.

Dopo aver creato un account utente otterremo l'accesso alla grande repository di modelli 3D Creative Commons.



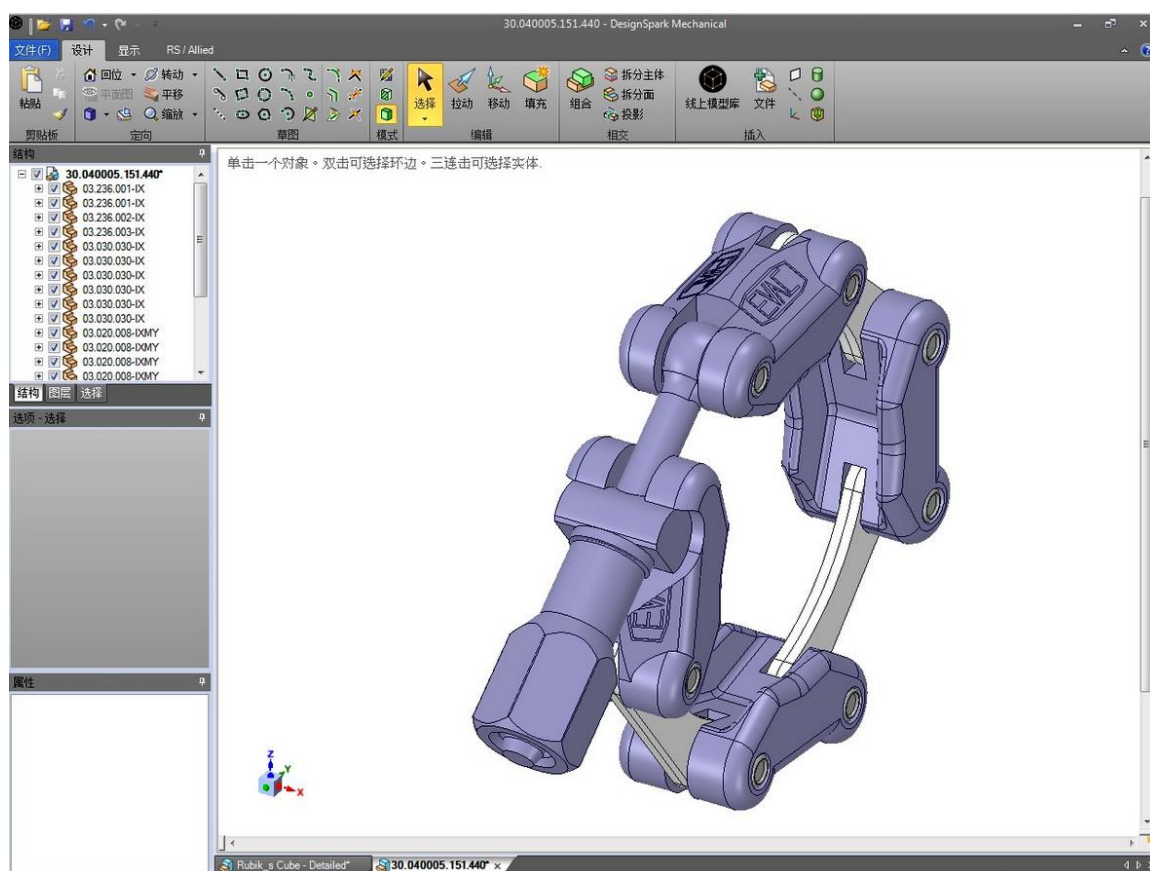
Cube Team

Si tratta di una società con sede americana che produce la propria stampante. Il software, che viene fornito con la stampante 3D, è un software di conversione di file. 3D Cubify Design è il software che permette di progettare oggetti 3D. Si possono esportare file in formato STL che lo rendono compatibile con altre stampanti e altri software di conversione. Tuttavia questo deve essere ancora pienamente testato. Il pacchetto può solo esportare i file STL e non è in grado di importarli. Tra gli altri pacchetti c'è Cubify Sculpt, che consente di creare disegni a mano libera. E' stato verificato il supporto tecnico da parte del produttore. Il costo per il software sembra essere trascurabile (€100 circa).



DesignSpark

Sviluppato da una società di fornitura di elettronica che lo ha anche legato alla produzione di PCB. L'aspetto meccanico del software consente di esportare solo file STL ma questo non dovrebbe essere un problema in quanto gli STL sono il tipo di file che può essere stampati. Anche questo ha un forum e una libreria di oggetti che possono essere utilizzati. Tuttavia si è visto il numero di utenti e la disponibilità di supporto siano legati, e questo il software sembra soffrirne rispetto agli altri pacchetti 3D. Il software è intuitivo da usare. Anche in questo caso si tratta di un download gratuito.

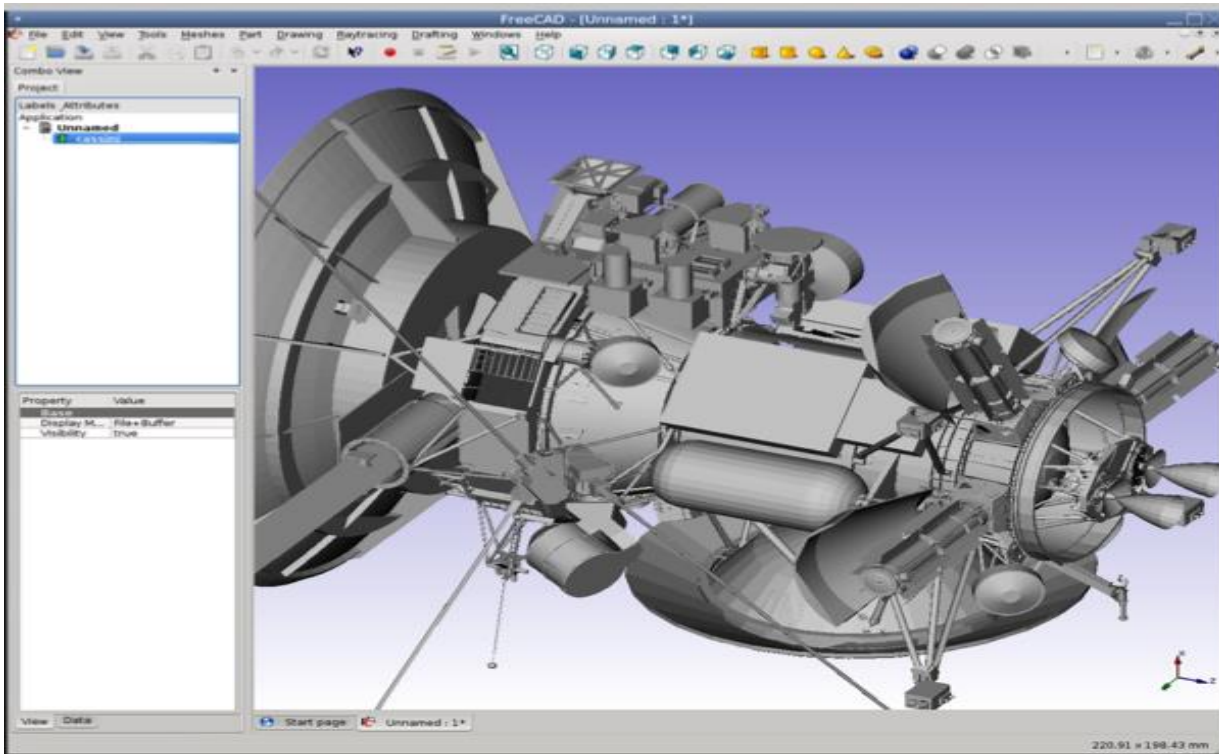


FreeCAD

Un modellatore CAD 3D parametrico ad utilizzo generico. E'completamente open source, si rivolge direttamente a ingegneri meccanici e progettisti di prodotti e si inserisce anche in una più ampia gamma di necessità legate all'ingegneria, come l'architettura o altre specializzazioni ingegneristiche. Lo sviluppo è completamente Open Source e ha un certo seguito sulle comunità online e hobbisti fai da te.

FreeCAD è anche perfettamente funzionante sulla maggior parte delle piattaforme e attualmente gira su sistemi Windows, Linux/Unix e Mac OSX con lo stesso identico aspetto e le funzionalità su tutte le piattaforme. Dispone di strumenti molto simili a Solid Works e Solid Edge e annovera una vasta libreria di modelli open-source.

È in grado di produrre disegni 2D ortogonali ma non è stata creato specificamente per questo scopo. Il forum FreeCAD e i suoi collaboratori sono relativamente attivi e possono aiutare con esercitazioni.



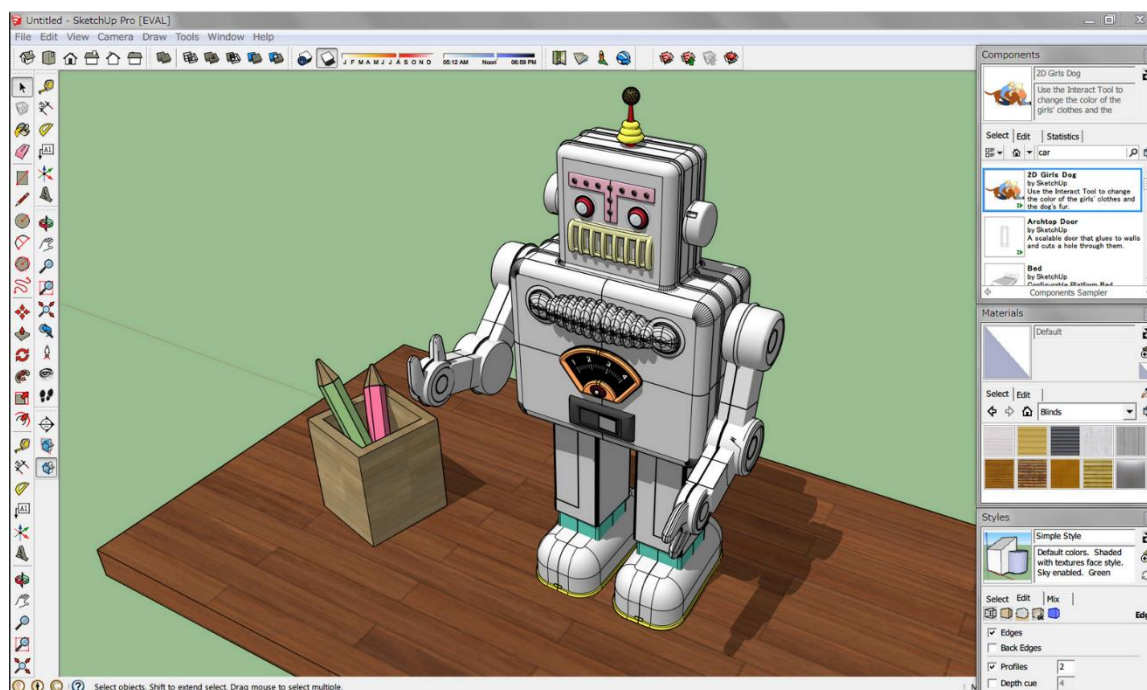
Sketchup

Sketchup era inizialmente sviluppato da @Last Software e poi venne acquistato da Google. Attualmente è diventato un programma software scaricabile gratuitamente, con un parco di funzioni ridotto rispetto al pacchetto professionale. E' popolare presso le scuole, architetti, progettisti e altre comunità. Al momento non è visto come un pacchetto orientato all'ingegneria ma è in grado di produrre disegni dimensionati e precisi. Uno dei suoi grandi vantaggi è la sua facilità d'uso. Gli strumenti molto semplici sono inizialmente facili da imparare e da usare. Quando sono richiesti i disegni più complessi l'utente può esplorare altre funzioni che li permettono.

Vi è una grande comunità online e le librerie sono piuttosto ricche. Si tratta di un download gratuito molto popolare che significa che ha un sacco di supporto, forum e tutorial su Youtube.

Sono disponibili plugin che estendono le sue funzioni e sono richiesti per l'esportazione di file STL, ovviamente importanti per le stampe 3D.

I principali vantaggi di questo software sono l'intuitività, la facilità d'uso e l'estesa rete di supporto.



6.4 Software 3D a pagamento

Cubify Invent €39

Un software poco costoso, 3D Cubify Invent è uno strumento di modellazione 3D facile da imparare con lo scopo di aiutare gli utenti a creare rapidamente file stampabili in 3D. Il software, che viene fornito con tutorial gratuiti, gira solo su Windows.

Geomagic Design €1799

Geomagic Design è uno strumento completo e solido di progettazione CAD meccanica. Utilizzato da ingegneri, studenti, hobbisti e progettisti di prodotti. Geomagic Design è disponibile in tre versioni: Personal, Professional ed Expert, ognuna mirata a esigenze e budget di varie fasce di utenti.

Autodesk Inventor €6500

Il software Inventor CAD 3D è un pacchetto ingegneristico 3D molto complesso. L'interfaccia di Inventor è bella: pulita e semplice offre strumenti facili da usare per la progettazione meccanica 3D, la documentazione, e la simulazione del prodotto.

Rhino €995

Rhino è un software commerciale di modellazione 3D stand-alone, comunemente usato per il disegno industriale, l'architettura, il design navale, design di gioielli, CAD/CAM e prototipazione rapida. I punti di forza di Rhino sono l'ampio ventaglio di utilizzo, la semplice curva di apprendimento, e il costo relativamente basso, nonché la sua capacità di importare ed esportare più di 30 formati di file, che permette di essere usato come uno strumento 'convertitore' tra i diversi pacchetti di progettazione..

Solid Works €3500

SolidWorks è un programma di CAD meccanico 3D ampiamente utilizzato tra gli ingegneri e i progettisti. Si tratta di uno dei leader di mercato in uso professionale. Il software è dotato di un potente simulatore, strumenti di convalida di design e movimento, funzionalità avanzate „wire and pipe“, funzioni di reverse engineering e altro ancora. E' un software 3D molto ben riuscito, ma è costoso.

6.5 3D Freeform e Sculpting Software e pacchetti basati su browser

In sostanza questi software eseguono lo stesso compito dei precedenti. Piegano e curvano le superfici: nei tool freeform secondo modelli matematici, mentre nei tool di scultura attraverso una mesh (maglia, rete): questo significa che la superficie è costituita da poligoni, ad esempio esagoni. Quando la superficie viene manipolata gli esagoni muovono l'uno rispetto all'altro.

Capitolo 7. Identificazione di Librerie

7.1 Premessa

I file STL sono un comune denominatore importante alla maggior parte, se non alla totalità, delle stampanti 3D e dei software di manipolazione 3D. I produttori hanno capito che avere un tipo di file standard e open source aumenta la loro possibilità di vendere l'hardware della stampante 3D in quanto gli utenti avranno una gamma molto più ampia di modelli o librerie tra cui scegliere. Le comunità online hanno un ruolo molto importante da svolgere perchè sono effettivamente responsabili del supporto al cliente ma anche al produttore: forniscono aiuto, consigli e supporto a volte molto specialistico.

La maggior parte del software di progettazione 3D fornisce accesso a biblioteche specialistiche possiede supporto on-line e comunità di utenti. Le questioni, che dovrà affrontare un istituto scolastico si concentreranno principalmente intorno al costo e all'accessibilità. Se gli studenti devono essere motivati e agevolati nel prendere possesso del proprio apprendimento, si deve dar loro anche la possibilità di esplorare le biblioteche e le comunità online come un importante momento di formazione

Uno dei criteri importanti che deve essere considerato è l'importazione di file STL nel software 3D così che gli utenti possano modificare i file esistenti e poi stamparli. Alcuni software lo permettono, altri no: questi ultimi necessitano di parecchie modifiche e altro software di supporto per raggiungere lo scopo.

Esistono già vari motori di ricerca dedicati alla stampa 3D che possono essere utilizzati per accedere a un numero di siti e cercare un'ampia gamma di modelli.

7.2 Alcune delle Librerie più note

Qui sotto elenchiamo le librerie più conosciute. Discuteremo brevemente sui tipi di file che vi si trovano all'interno, la qualità dei modelli e il modo per accedervi

123D Design & Tinker CAD

Questi software hanno la loro libreria dedicata di componenti da scaricare e stampare. Per ora i file STL non possono essere scaricati nel software per essere modificati dall'utente

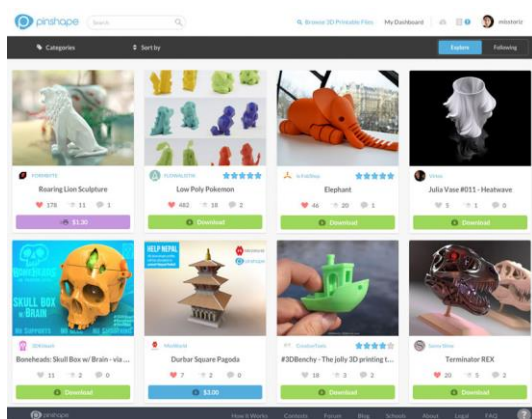


3D Tin

Questo software ha un forum ed è attivamente coinvolto nell'educazione. Ha sede in Australia e Nuova Zelanda e una molti modelli provenienti da altre librerie. Si possono scaricare file STL da Thingiverse, GrabCAD e Trimble's Sketchup 3D Warehouse. Alcune volte i file STL potrebbero aver bisogno di una sistemata. La libreria di contenuti 3D è a disposizione ma serve una registrazione.

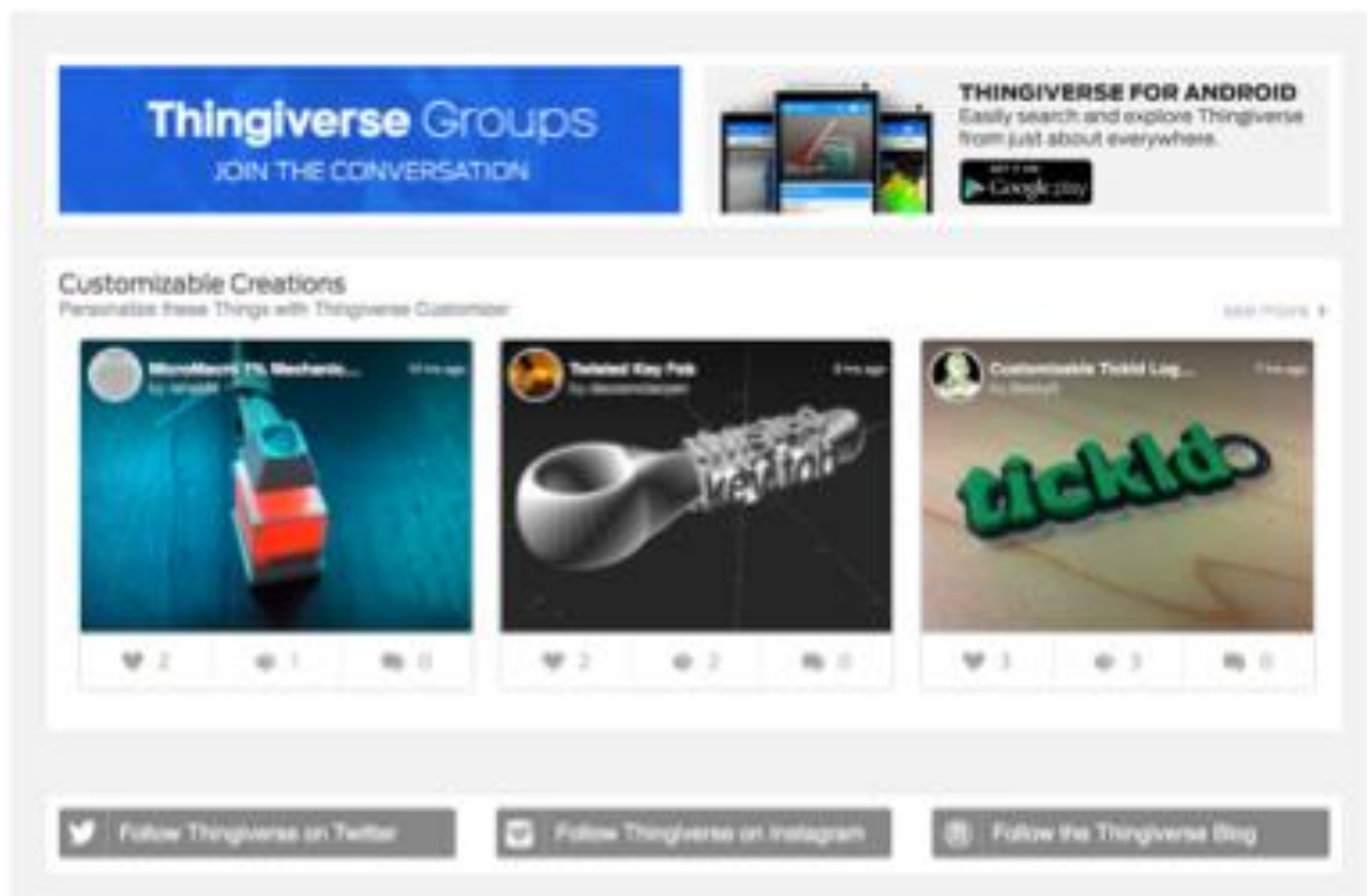
Pinshape

Pinshape è una comunità di stampa 3D piuttosto recente nonché una piazza di vendita per disegnatori e costruttori. Il sito sta crescendo velocemente ed è facile trovare e stampare oggetti 3D di qualità. Non sono legati ad un hardware particolare e danno la possibilità di caricare sul sito anche impostazioni particolari della stampante o foto dei modelli per agevolare stampe migliori.



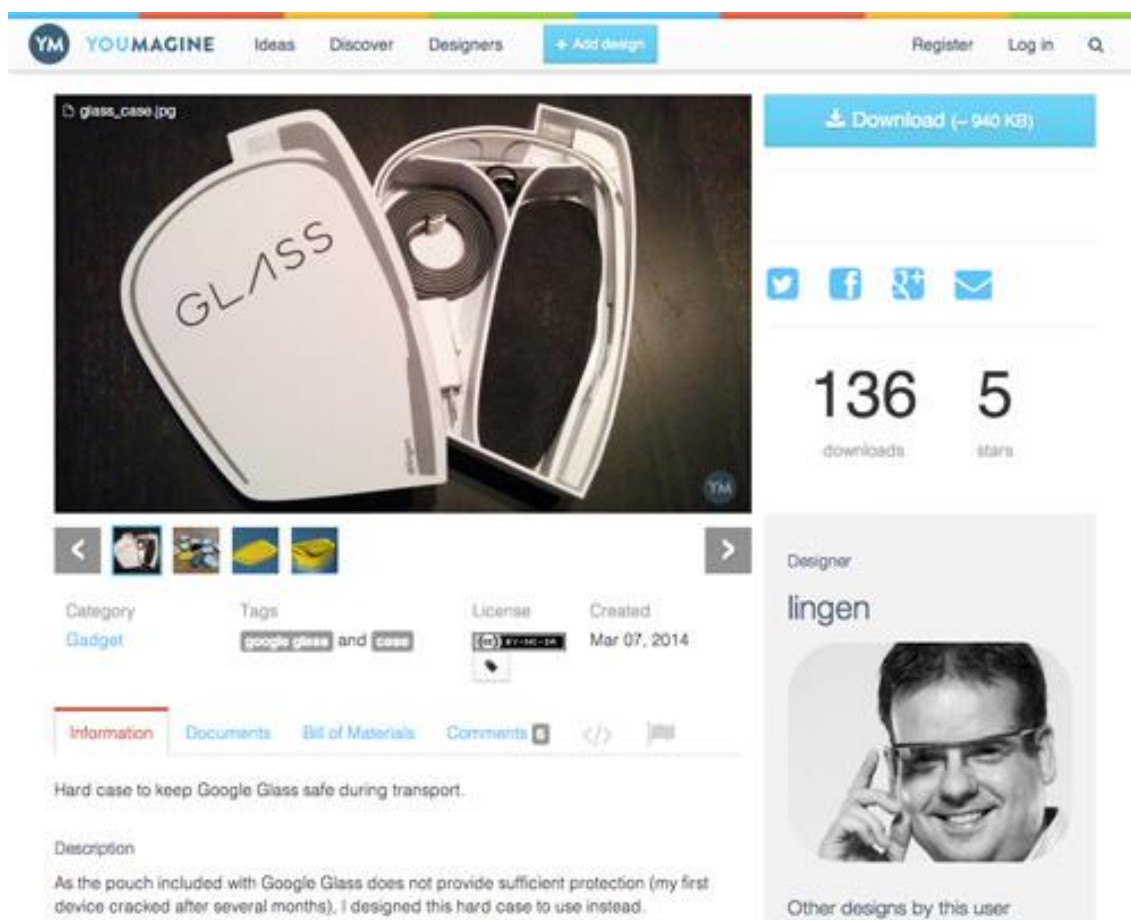
Thingiverse

Thingiverse è un sito gestito dalla MakerBot Industries, i costruttori della gamma di stampanti 3D Replicator. Il sito permette agli utenti di caricare e condividere modelli 3D pronti per essere stampati. Ha un seguito molto vasto e dispone di un numero di modelli davvero alto. Si va dai giocattoli ai prodotti ingegneristici. Sicuramente un sito importante dal punto di vista educativo e per ispirare nuovi progetti



YouImagine

Sito gestito da Ultimaker. Partito nel 2013, sta già diventando popolare. Ha varie funzioni, molte utili per l'insegnamento. YouImagine è collegato ad un sito inglese di nome Create che supporta gli sforzi educativi delle scuole. Sebbene la Ultimaker sia chiaramente la stampante preferita, il sito ha come scopo principale quello di creare una comunità forte con un'impronta didattica molto chiara.



Cubify

Cubify è un sito costruito principalmente per supportare la vendita delle stampanti Cube 3D. Offre la possibilità di avere il proprio lavoro disegnato e stampato direttamente. E' presente una sezione relativa all'educazione che sarebbe molto utile ma, attualmente, il progetto sembra ancora in fase di sviluppo necessita una maggiore base di utenti per poter funzionare davvero. Anche la libreria di modelli sembra piuttosto limitata.

The screenshot shows the 3D Systems website with a navigation bar including 3D Printers, On Demand Parts, Software/Scanners, Solutions, Resources, and How To Buy. The main content area features the 'MAKE.DIGITAL Education Initiative' banner, which states: '3D SYSTEMS IS COMMITTED TO PROMOTING AND ADVANCING DIGITAL LITERACY IN K-12 S.T.E.A.M. EDUCATION. Digital Literacy includes the ability to think, create and communicate using digital design tools like 3D software, 3D scanning and 3D printing. It's the foundation for 21st-century careers from engineering, to fashion to medicine. Our education platform involves more than just putting a printer in a classroom. It's about building an entire ecosystem of 3D printers, scanners, software, curriculum, partners and support.'

Below the banner are three columns of content:

- Education Kits:** Bring 3D design and printing to your classroom, after-school program, museum or library with our discounted offers. Choose a turnkey kit based on age and skill level, or design your own. [> LEARN MORE](#)
- Curriculum:** Download free design thinking curriculum from City X, learn more about the STEAMtrax K-9 engineering program, and sign up for ongoing access to digital badges and new activities at 3DU. [> LEARN MORE](#)
- Partners and Resources:** We're here to help you successfully integrate 3D printing into your school or program. Check out our incredible partner organizations for information on initiatives, programs, training and more. [> LEARN MORE](#)

On the right side of the page, there is a sidebar with links: Education Home, Education Kits, Curriculum, and Partners and Resources. Below these links is a 'GET INVOLVED!' section with a form to sign up for the 3D Systems Education Newsletter, including fields for First Name, Last Name, and Email, and a 'Subscribe' button.

At the bottom, there is a blue banner for 'ANNOUNCING MAKER LAB CLUB' with the text: 'Bringing digital literacy to the next generation by putting CUBE® 3D printers into Libraries and Museums across the country. In partnership with the ALA's Young Adult Library Services Association and the Association for Science and Technology Centers.'

My Mini Factory

My Mini Factory è la libreria di modelli 3D gestita da iMakr. Come altri siti gestiti da costruttori di hardware ha un'area dedicata all'accesso di studenti e insegnanti. Inoltre si basa sul più grande negozio di stampa 3D di Londra Centro e contiene modelli 3D disegnati da professionisti

MyMiniFactory
GUARANTEED 3D PRINTABLE

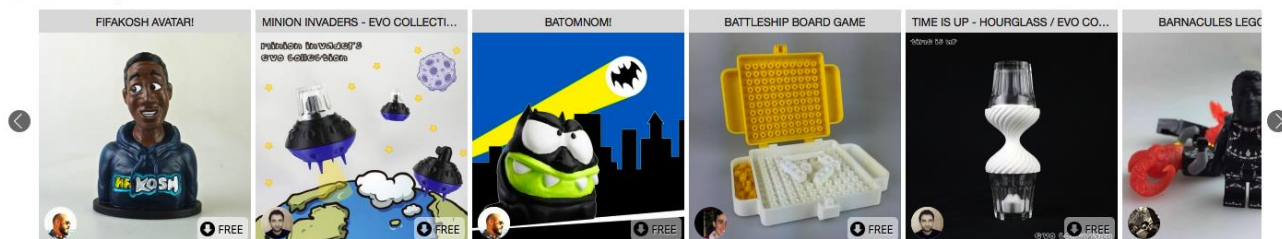
DISCOVER ▾ STORE TV UPLOAD ▾ JOBS ▾ CONNECT SEEDRS MMF+ ▾ EN ▾

 [Register](#) [Login](#)

Popular 3D Printable Objects



New 3D Objects



GrabCAD

Principalmente pensato per ingegneri professionisti, ha una grande varietà di modelli. GrabCAD ha anche un'applicazione online che permette a più ingegneri di lavorare su uno stesso disegno, salvarlo e aggiornarlo. Tutto online. L'applicazione richiede la creazione di un account e forse sarebbe di maggior aiuto ai fini educativi se mirasse all'insegnamento di materie ingegneristiche o a corsi di materie scientifiche.

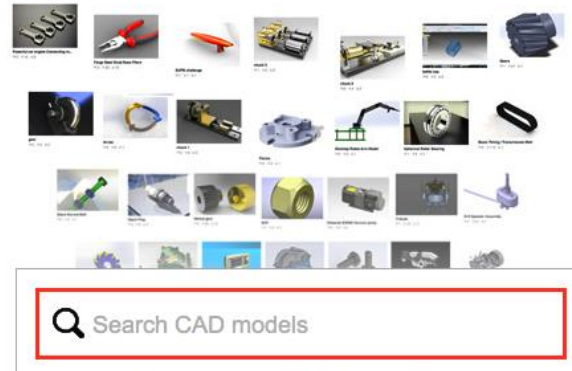
GrabCAD Community

Free CAD models from more than
1 million engineers

No need to reinvent the wheel! Someone else has solved that CAD problem or designed that bolt. The GrabCAD Library has the models and knowledge you need in the world's largest collection of free CAD files.

[Join Community](#)

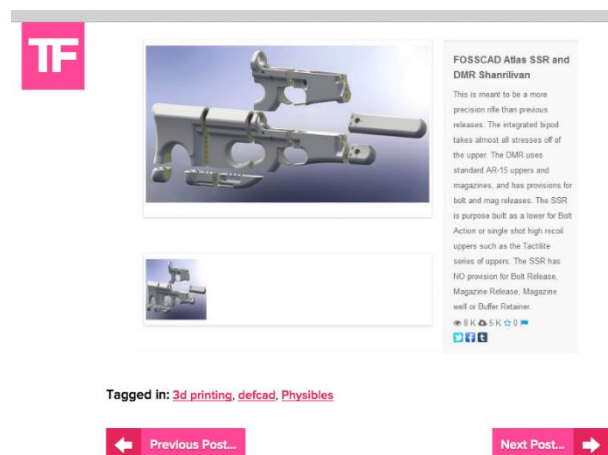
[Browse free CAD library](#)



860,000+ free CAD models

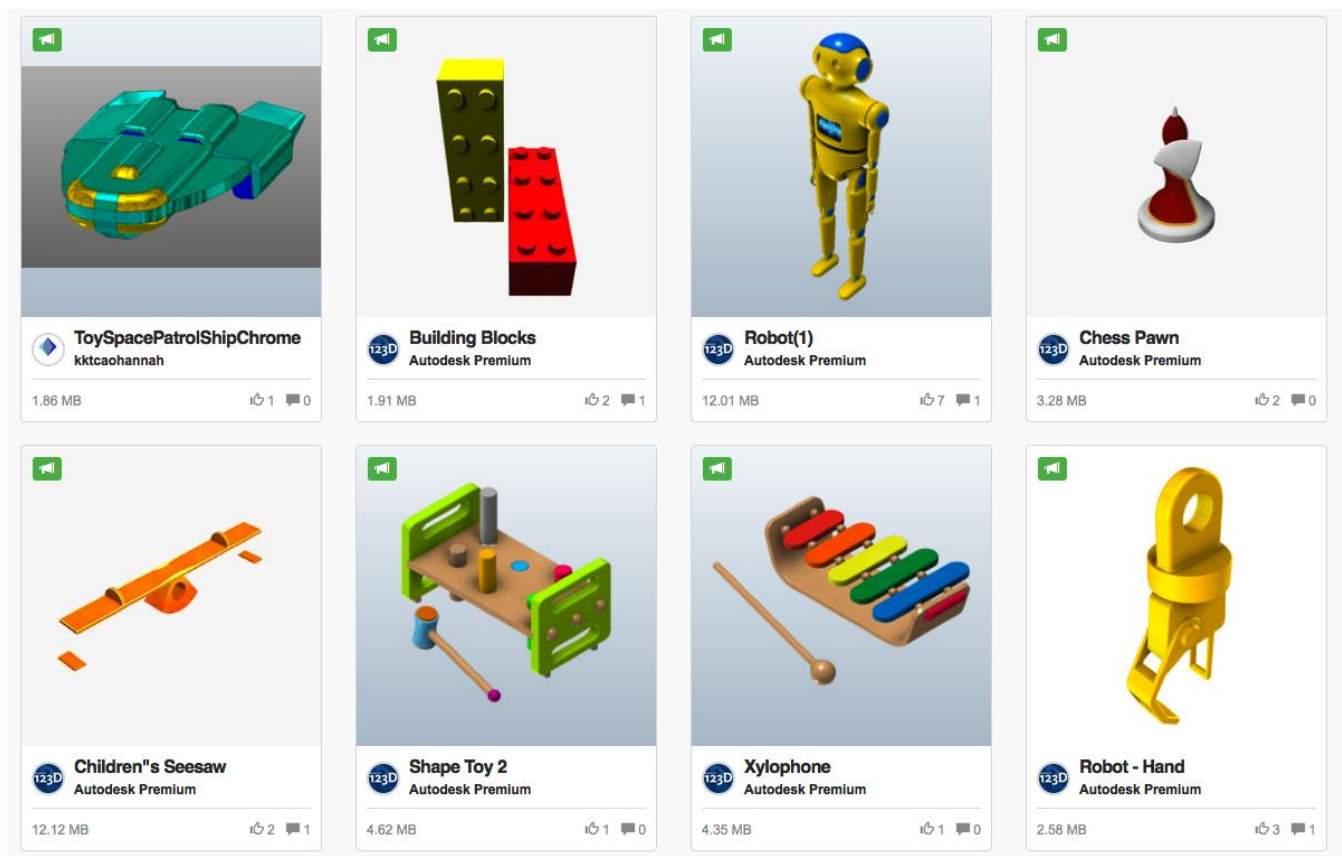
DEFCAD

Si tratta di un motore di ricerca di modelli 3D sviluppato dalle stesse persone che hanno disegnato la prima pistola stampabile al mondo. E' open source e permette a chi entra di collegare files senza scaricarli direttamente da lì, probabilmente nel tentativo di rendere meno tracciabili coloro che si scaricano il modello di un'arma da fuoco. Il sito è quindi, sotto certi aspetti, passibile di dispute sulla sua legalità. Per usi educativi sarebbe un sito da evitare, specialmente perché il download più popolare è – per l'appunto- un'arma.



Autodesk 123D

Come già detto nella sezione che tratta il software 3D, Autodesk 123D è un pacchetto software di applicazioni che permettono di scaricare, modificare e quindi pubblicare modelli. C'è una discreta gamma di oggetti disponibili ma non certo al livello di Thingiverse.



Instructables

Molto più di una libreria di stampa 3D. Contiene oggetti stampabili ma anche una grande varietà di progetti “fai da te” che vanno dalle ricette per gli hamburger ai cappelli “Burt and Bernie”.

3DVIA

Ospitare, gestire e commercializzare le risorse digitali ovunque, in qualsiasi momento, in 3D. Questo è l'obiettivo di 3DVIA. Questo sito permette di caricare contenuto 3D in oltre 30 formati, tra cui i popolari tipi di file CAD e DCC. Integrare i file digitali in coinvolgenti, applicazioni web già pronte per la

piattaforma mobile Apple Ipad. Creare collezioni personalizzate di risorse digitali e poi invitare altri utenti a visualizzare e condividere questi file. Scegli tra una varietà di impostazioni per garantire che solo gli utenti autorizzati possono visualizzare i file, gruppi e applicazioni. (Tratto da sito web 3DVIA.)

Cubehero

Negozi che vendono componenti 3D con una community alla base. Ciò consente anche agli utenti di comunicare su progetti e questioni connesse. C'è anche la possibilità di effettuare richieste in modo che progettisti o altri utenti possano realizzare componenti che, per qualsiasi motivo, l'utilizzatore finale non ha voluto o potuto creare.

Bld3r

Questo è simile a un motore di ricerca che collega una serie di librerie di stampa 3D insieme. La ricerca di un modello consente di esaminare risultati da Thingiverse, Instructables e altri siti, così come la libreria propria del sito.

Sproutform

Sproutform è una comunità per la condivisione di progetti 3D stampabili. Sproutform sta cercando di creare un sito a larga partecipazione di massa con disegni molto accurati e utilizzabili. Non sono interessati a giocattoli o bigiotteria e richiedono disegni di qualche significato e utilità. Questi sono i vantaggi che essa promuove:

"una libreria di disegni filtrata dall'esistenza di una comunità consente di trovare il materiale migliore per la stampa: Sproutform impara quello che ti piace e te ne mostra ancora di più: la condivisione di disegni all'interno della comunità. Sproutform si impegna a non accampare pretese di possedere o condividere i vostri disegni senza conferma."

Shapeways

Shapeways è principalmente un negozio online che vende oggetti 3D già stampati. È possibile contattare i progettisti che saranno in grado di disegnare e realizzare il prodotto richiesto. Poiché si tratta di un sito commerciale sembra essere inappropriato per uso didattico.

Cults

Un sito di provenienza francese che ospita una libreria di stampa 3D. annovera designer che si possono essere consultati e seguiti.

RascomRas

RascomRas è un sito spagnolo che permette agli utenti di caricare e condividere file di modelli 3D.

Repables

Repables è un sito di upload e download.

ShapeDo

Questa è un'altra comunità di scambio, upload e download.

Fabribles

Fabribles offre parti di ricambio per stampanti RepRap 3DR Delta.

Capitolo 8. Creazione del Teachers Team e dei progetti di sperimentazione

8.1 Il Teachers Team

Il gruppo di docenti (Teachers Team) che conducono le attività di stampa 3D in argomenti di materie STEM deve includere almeno un docente per materia STEM allo scopo di lavorare con approccio interdisciplinare nell'insegnamento di argomenti e con approccio tecnico innovativo.

I docenti dovranno sottoporsi a formazione allo scopo di familiarizzare e diventare abili con tutte le mole di indicazioni descrittive e prescrittive per gestire una sperimentazione, per tale motivo dovrebbero riunirsi innanzitutto per conoscere dettagli delle stampanti. Anche docenti di informatica e di disegno tecnico dovranno far parte del gruppo interdisciplinare di docenti. Tutti insieme potranno supportarsi a vicenda e portare a termine con successo l'innovazione didattica che ci si auspica (*e si sta testando nel presente progetto*).

I docenti dovranno prepararsi molto tempo prima dell'utilizzo pratico della stampante con gli studenti, analizzando insieme tutti gli aspetti interdisciplinari tra le materie STEM, allo scopo di costruire le migliori sperimentazioni possibili a beneficio degli studenti e dell'apprendimento di competenze di tipo pratico, dell'acquisizione di comprensione profonda di quell'interrelazione che esiste tra vita reale e concetti/formule teorici e astratti tipici delle materie STEM.

La stampa 3D sta diventando non solo sempre più comune ma anche di vitale importanza in alcune aree della vita moderna. Sta aprendo nuove opportunità continuamente e procede alla sostituzione di alcuni processi di produzione tradizionali, consentendo ai progettisti di pensare in molti modi nuovi e diversi.

Sarebbe sbagliato per le scuole e qualsiasi altro istituto formativo ignorare l'applicazione di questa tecnologia e non usarlo per sostenere ed entusiasmare i propri allievi.

Non sto dicendo di sostituire i metodi tradizionali di insegnamento né di concentrarsi esclusivamente sulla tecnologia di stampa 3D. Ci dev'essere un equilibrio tra questi due metodi di insegnamento. A volte la stampa 3D può risultare troppo esigente in termini di tempo o di difficile attuazione nella didattica, altre volte può fornire una visione reale nel mondo del lavoro o di applicazione di principi scientifici

I progetti devono essere considerati attentamente. Saranno necessari team di esperti STEM per selezionare i progetti appropriati, come insegnare e in che modo incorporare la stampa 3D in questi. Gli insegnanti hanno poco tempo per sviluppare progetti e testarli. Questo è il motivo per cui un ampio progetto europeo di questo tipo, che riunisce una serie di insegnanti con background differenti, può essere davvero utile.

Concentrandosi su temi d'esame già esistenti potrebbe essere la via da seguire per più di un motivo. Limitarsi a progetti semplici, ben focalizzati e brevi dovrebbe essere il principali criteri con cui vengono selezionati i progetti. Questo darà il massimo impatto con il minimo tempo sprecato se il progetto non andasse secondo i piani. Aiuterebbe anche a mantenere gli studenti interessati.

Qualunque sia il modo in cui la stampa 3D sarà utilizzata nelle scuole, gli insegnanti devono prima concederle una possibilità per decidere se questa tecnologia sia di supporto o meno.

Il **metodo di analisi DELPHI** utilizzato all'interno del progetto PRINT STEM ha suggerito di giungere a compromessi sugli esperimenti necessari da eseguire e quale tipo di metodologia dovrebbe essere utilizzata per la realizzazione degli stessi. Una soluzione mista a questo problema sarebbe la scelta migliore. Uno dei progetti che è già stato testato ed è stato suggerito da altri docenti è stato inizialmente avviato stampando un oggetto 3D esistente. Effettivamente mediante "reverse engineering" è possibile arrivare ad un metodo per produrre un progetto esistente. Questa tecnica, "reverse engineering", è in realtà un modo valido di produrre una sperimentazione. Il disegno esistente potrebbe poi essere modificato o parti o componenti aggiunti per migliorare la progettazione.

Ci sono una vasta gamma di progetti, pagine web e forum che forniscono modelli 3D già esistenti. Questi non possono essere ignorati in quanto costituiscono un mezzo per motivare gli studenti e lo sviluppo di progetti dell'insegnante. Per la velocità e la facilità d'uso, è possibile utilizzare un progetto esistente e chiedere agli allievi di modificarlo come parte dell'esperienza.

Un altro modo potrebbe essere quello di consentire agli alunni di testare i progetti esistenti. Utilizzando spiegazioni scientifiche fornite dal docente, gli alunni potrebbero poi modificare il prodotto esistente nel tentativo di migliorarne le prestazioni. Questo può poi essere collegato con il testare un prodotto

esistente, procedere a tali modifiche utilizzando principi scientifici e quindi testare il nuovo progetto. Sarebbero quindi necessari test di performance, misurando gli output, calcolando forze, movimento, energia elettrica ecc. Dimostrare l'applicazione di principi scientifici e matematici potrebbe essere reso interessante e pertinente. Questo processo di test, misurazione e interpretazione dei dati, previsione, ri-progettazione, produzione e quindi test è tipico di ciò che viene fatto nel settore industriale.

Dall'esperienza e suggerimenti provenienti anche da altre istituzioni educative mantenere i progetti brevi e semplici è molto importante durante le sperimentazioni iniziali. Garantire che gli insegnanti abbiano il controllo della pedagogia è davvero l'unico modo per garantire il successo. Più tardi, in ulteriori sperimentazioni, l'insegnante, una volta che ottenuto dagli studenti l'apprezzamento per i progetti in corso, può quindi iniziare a passare gradatamente il controllo nelle loro mani.

Un punto interessante è quello della formazione o del consentire agli studenti più interessati di diventare "tecnici junior" come suggerito da Forma Futuro. Questa è un'idea molto interessante. Essa consentirebbe agli alunni di beneficiare di un apprendimento accelerato e di alleviare la pressione sugli insegnanti

.

8.2 Disegni scaricabili o progetti ideati dai docenti

Progetti disegnati dal docente: con questo intendiamo un progetto complessivo e la creazione di un piano di lavoro. Essendo la stampa 3D un fenomeno nuovo all'interno dell'insegnamento introdotto solo di recente ci sono pochi progetti adatti alla didattica che gli insegnanti possano utilizzare. Qui è dove il nostro progetto Erasmus potrebbe diventare qualcosa di importante a livello europeo. La creazione di progetti gestiti dal docente e pronti all'utilizzo è la situazione ideale. Schemi di lavoro, dettagli degli oggetti, competenze chiave e metodologia di lezione sono tutti aspetti molto utili. Il tutto sostenuto dai commenti di un insegnante specialista, i calcoli e la teoria dietro ai principi scientifici utilizzati nel progetto. Ho incluso un esempio tipico del layout di un piano di lavoro.

Inevitabilmente una miscela di entrambi i progetti (quelli propri degli insegnanti e quelli presi dall'esterno) verrà utilizzata. Ho già parlato di reverse engineering, che può essere molto utile, ma ancora più importante sarà un processo semplice e veloce. Sarà tuttavia un ottimo modo di imparare come migliorare il pacchetto di disegno 3D che viene utilizzato.

Gli insegnanti devono concentrarsi sugli obiettivi del progetto Erasmus e per cosa la stampante 3D viene utilizzata: ovvero valorizzare e coinvolgere gli alunni all'interno dei contenuti scientifici. Se gli insegnanti provenienti da un contesto di design possono guidare i progetti di stampa si corre il rischio che il progetto sia troppo sbilanciato sulla modellazione degli oggetti; che è ovviamente importante e una parte fondamentale del progetto, ma non deve oscurare l'aspetto di potenziamento delle discipline scientifiche che puntiamo a fornire attraverso l'insegnamento e la sperimentazione.

Sviluppare progetti pesantemente improntati al design è un aspetto da tenere sotto controllo in quanto può facilmente sfuggire di mano e assumere una portata troppo ampia. Servono progetti veloci, facili da proporre e ben mirati per iniziare: qui che l'acquisizione in file di stampa 3D già esistenti sarebbe vantaggioso. Questo è il motivo per cui la prima sperimentazione, al fine di garantire un funzionamento efficiente, dovrebbe utilizzare un file di stampa esistente.

Piano di lavoro (4 lezioni da un'ora ciascuna)						
Lezione	Obiettivi	Metodi	Contenuti	Sicurezza	Differenziazione	Risorse
1	Introduzione al progetto per le luci LED & Sketch-Up	Discutere esempi. Presentazione di Powerpoint. Mostrare la stampante 3D	Panoramica di esempi progettuali. Sketch-up tasks	N/A	Nessuna	Stampante, campioni di luci a LED, Sketch-up tasks / tutorials.

2	Completare il compito di produzione delle luci LED.	Class complete task.	Usare il CAD per produrre disegni	N/A	Alcuni componenti potrebbero essere già stati fatti	Whiteboard & Computers
3	Stampare un compito in ambito scientifico	Lavoro pratico e lezione teorica frontale tradizionale	Iniziare a stampare. Iniziare lo studio della corrente elettrica, voltaggio, ecc..	Uso della stampante 3D in un workshop.	Buona supervisione e di calcoli esempio.	Whiteboard & Computers
4	Come funzionano le batterie?	Discussioni, esempi, lavoro con la classe	Elettrolisi	N/A	Scheda per compilazione di risposte	Whiteboard & Computers

8.3 Mappatura di progetti STEM

Si presenta una tabella per mostrare come i progetti potrebbero essere utilizzati o pensati per soddisfare i diversi aspetti dei requisiti del programma. Una tabella simile potrebbe essere redatta per l'aspetto scientifico del programma. I problemi si possono verificare se i corsi d'esame non vengono svolti a causa delle sperimentazioni. Questo è il motivo per cui sarà importante assicurare che le sperimentazioni seguano da a ruota i piani di studio degli esami. Griglie semplici come quella qui sotto possono essere utilizzate per visualizzare eventuali sovrapposizioni con altre aree. Le griglie possono essere fatte semplice o dettagliate, a seconda delle necessità.

MATEMATICA		CRITICITA'			PRIORITA'		FATTIBILITA'				
PROGETTO		Abilità matematiche di base	Ragionamento e argomentazioni	Trovare strategie e risolvere problemi	Relazioni geometriche in 2D e 3D	Misurazioni	Misurazioni	Relazioni geometriche	Sistemi di coordinate	Percentuali, rapporti e proporzioni	Numeri e unità
LUCE LED											
RAZZO											
TURBINA AD ACQUA											
TURBINA A VENTO											
BRACCIO ROBOTICO											

8.4 Possibilità d'uso

L'INTELLECTUAL OUTPUT 1 esamina e raccoglie i concetti tipici di matematica, fisica e ingegneria che i docenti ritengono importanti e rilevanti per insegnare. Questi includono l'alfabetizzazione in entrambi i linguaggi: matematico e scientifico.

In sostanza tutti gli insegnanti che sono stati contattati hanno presentato le loro opinioni coprendo una vasta gamma di argomenti facenti capo ai programmi delle discipline STEM. Ogni insegnante ha dato priorità ad aspetti o concetti diversi all'interno della propria materia e basandosi sulle proprie esperienze: in effetti queste esperienze saranno diverse all'interno della stessa Europa.

Una delle sfide chiave del progetto sarà quella di adattare questi progetti di stampa 3D all'interno di schemi di lavoro già esistenti e nei processi di esame. In alcune parti dell'Europa gli insegnanti sono sotto forte pressione per fornire i risultati degli esami ad alunni; genitori e governi. Decidere nell'ambito del progetto ciò che pensiamo sia importante e ciò che abbiamo bisogno di insegnare è un vantaggio importante.

Il progetto deve ottenere la fiducia e l'approvazione da tutto il personale all'interno dell'istituto scolastico oltre a fornire i risultati attesi e necessari. A tal fine i progetti devono essere progettati per sostenere, rafforzare o introdurre inizialmente gli studenti a concetti che sono già sul curriculum scolastico e -forse ancora più importante- nel programma d'esame.

Solo con l'insegnamento e la garanzia che i progetti che vengono proposti contengono materia d'esame il personale vorrà salire "a bordo" del progetto per sostenerlo e, soprattutto, utilizzare la stampa 3D all'interno delle proprie materie, incorporandolo in futuri programmi di lavoro.

A causa di questi fattori importanti dobbiamo affrontare il problema di COSA insegnare esattamente DOVE la stampa 3D può entrare in gioco al fine di migliorare le aree di pertinenza STEM. In sostanza ogni docente deve esaminare il programma che già sta insegnando e vedere come questi aspetti possano iniziare a convergere.

Rendendoci conto di ciò che ogni singola istituzione ha bisogno di insegnare possiamo quindi provare a selezionare i progetti, che consentiranno alla stampa 3D di trovare una ragione di esistenza. Il rischio è quello di creare nuovi problemi, selezionando ad esempio progetti troppo complessi che sarebbe impossibile insegnare entro limiti di tempo ragionevoli.

Il modo più probabile in cui gli argomenti potrebbero essere insegnati con l'uso della stampante 3D è quello di prendere semplici modelli esistenti e poi pensare a quali concetti di area scientifica STEM possono essere insegnati attraverso il modello.

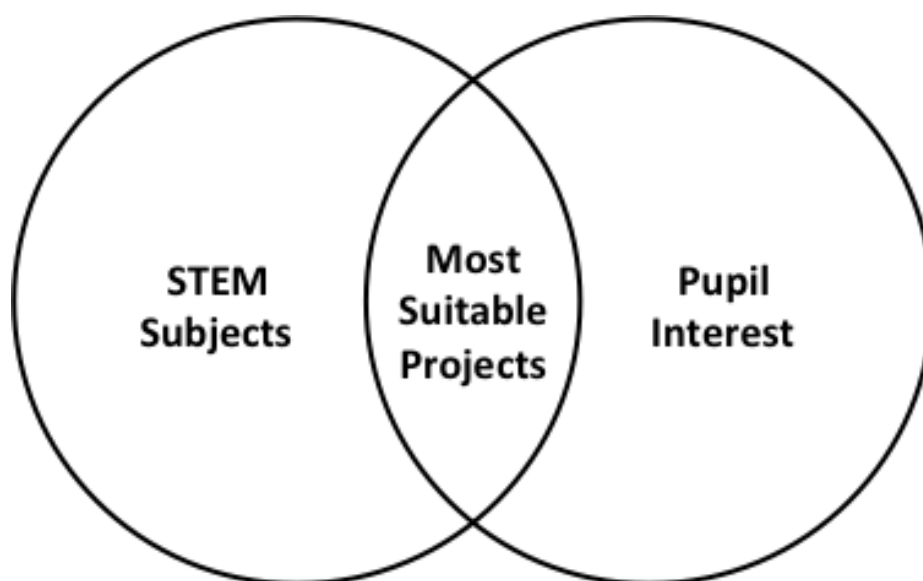
Per il primo progetto l'idea di guardare stampe 3D semplici e poi vedere quali concetti relativi a quel particolare oggetto possono essere insegnati potrebbe essere inizialmente un modo semplice e veloce per lanciare il progetto. Ho mostrato alcuni degli altri fattori chiave che devono essere considerati in un diagramma di Ven più sotto.

8.5 Fattori chiave per la progettazione di attività STEM

Interesse degli allievi

Gli alunni, ovviamente, devono essere coinvolti nel progetto. La stampa 3D andrà parzialmente in questa direzione, ma non basta. Dovrebbero essere cercati il più possibile progetti interessanti relativi alle loro esperienze. Sarebbe utile considerare anche collegamenti provvisori e sperimentali tra materie STEM e stampa 3D, se gli alunni sono entusiasti di quello che hanno fatto. Ad esempio, un semplice distintivo potrebbe essere progettato e fabbricato dall'alunno. La parte STEM del progetto potrebbe quindi concentrarsi su polimeri e di come i polimeri sono prodotti

materie stem - progetti migliori - interesse degli studenti



MATERIE STEM - PROGETTI PIU' ADATTI - INTERESSE DEGLI STUDENTI

Supporto della scuola

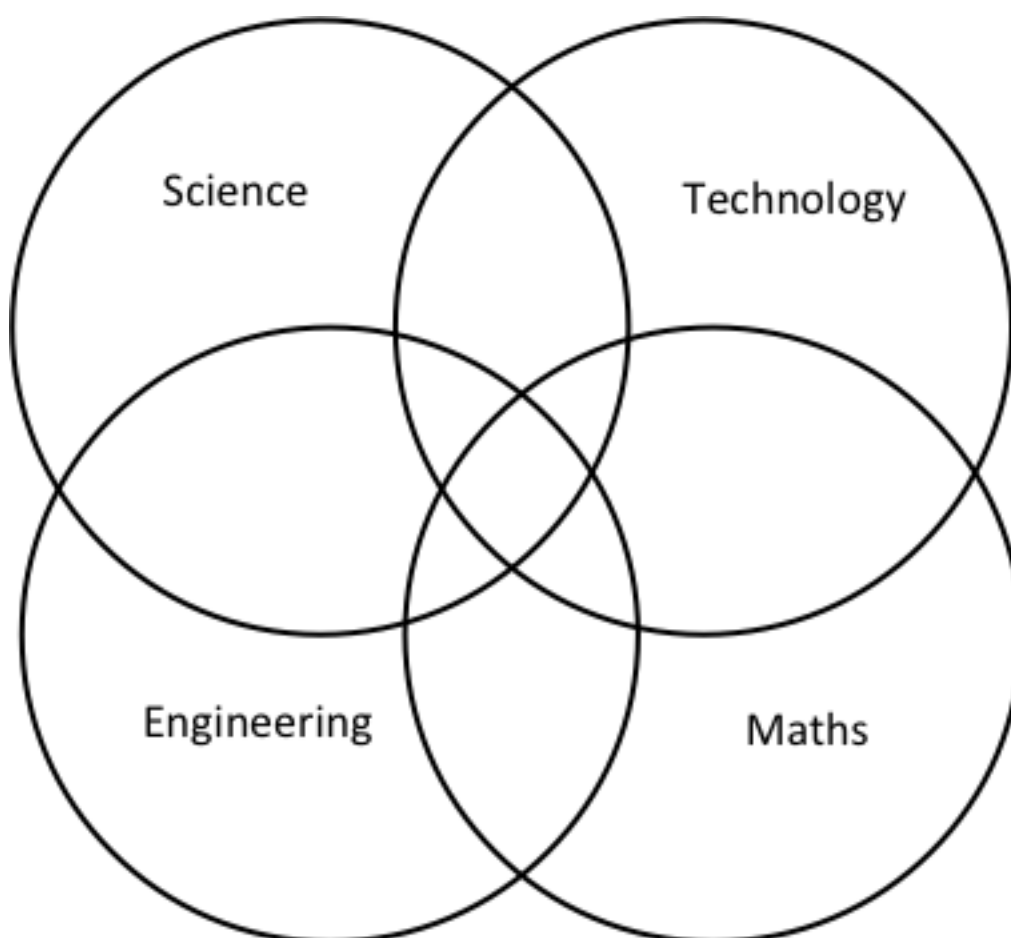
Comunicare in cosa il progetto consiste e che di cosa si stanno occupando i vari dipartimenti scolastici con questa tecnologia sarebbe utile per ottenere il sostegno di tutta la scuola al posto di sguardi sospettosi. Questo potrebbe anche portare ad altre idee o suggerimenti rendendo la tecnologia più diffusa e compresa. Per esempio l'etica della stampa e come potrebbe essere applicata; l'impatto ecologico ed ambientale e il cambiamento che potrebbe avere su paesi emergenti e sui paesi industrializzati sono alcune delle idee discusse nella mia scuola

La cooperazione tra dipartimenti

Senza di questo l'intero progetto sarà molto difficile se non impossibile da far partire. La stampa 3D potrebbe avere un'influenza molto positiva nel portare diversi dipartimenti a collaborare per condividere e sostenere l'apprendimento. Ciò può includere le materie umanistiche e non solo le materie scientifiche STEM.

Al centro del diagramma abbiamo progetti che collegano insieme tutti i dipartimenti e, ancora più importante, coprono concetti rilevanti di tutte le materie STEM. Questi sono i tipi di progetto che dovremmo puntare a insegnare.

visione interdisciplinare delle materie STEM



Rilevanza delle attività curriculari

Aggiungere lavoro extra o metodi alternativi di insegnamento richiede cambiamento, qualcosa di non facile introduzione. Si deve partire con piccoli, semplici progetti o anche un solo progetto semplice e facile da trattare: i docenti acquisiranno fiducia e continueranno a utilizzare o sviluppare ulteriori

progetti. Fornire attività di approfondimento all'interno dei progetti sarà necessario per migliorare e motivare gli studenti più capaci.

Rilevanza del programma d'esame

Questo è forse il settore cruciale. Solo conquistando i docenti delle materie STEM con questo tipo di tecnologia e questo modo leggermente diverso per avvicinarsi all'apprendimento la tecnologia verrà accettata e utilizzata. Come ho sottolineato prima; se un progetto di questo tipo porta ad un miglioramento dei risultati degli esami si convincono gli insegnanti dell'utilità e della pertinenza di questa tecnologia.

Vincoli di tempo e praticità

In molte scuole le materie STEM affrontano concetti molto difficili e il tempo a disposizione è sempre poco. I progetti devono essere efficaci e con risultati garantiti per convincere gli istituti di insegnamento che la stampa 3D è un modo affidabile per insegnare e ottenere risultati migliori. I progetti devono essere brevi e piacevoli. Gli studenti devono essere supportati per quanto possibile in modo che abbiano tutte le informazioni necessarie. Aspettative e risultati devono essere ben chiari e specificati, così come i limiti di tempo. Dovremmo pensare a progetti di una, massimo due ore. Il vantaggio di questo è che se i progetti non funzionano o la teoria è un po' troppo difficile allora il progetto può essere rifinito o sostituito da un altro. Progetti piccoli, brevi e fortemente focalizzati sarebbero la soluzione migliore, almeno inizialmente, dopodiché i risultati possono essere valutati, affinate o estesi.

In Gran Bretagna ad esempio l'attenzione sui risultati ha fatto sì che alcune materie si ritrovassero con un tempo molto limitato per trattare a dovere la materia d'esame. Gli insegnanti saranno inizialmente diffidenti, temendo di perdere ore di insegnamento prezioso per i progetti di stampa 3D. In altre materie di stampo ingegneristico o di design questi progetti potrebbero essere selezionati per affiancare il lavoro svolto in scienze e matematica. Tuttavia questo dipenderà molto dal tipo di scuola in cui i docenti lavorano.

Rilevanza professionale e applicazione pratica

Le scuole dovrebbero prendere in considerazione la pertinenza professionale, rafforzando i collegamenti con i partner industriali e altre scuole. Per gli alunni in difficoltà a causa delle materie STEM la creazione di collegamenti con l'industria per vedere l'applicazione di ciò che stanno imparando in classe è una motivazione forte all'apprendimento e al raggiungimento di qualifiche.

Successo

La stampa 3D può apportare un miglioramento all'insegnamento delle materie STEM? La stampa 3D è già un successo nell'industria, nella medicina, nei viaggi nello spazio e in molte altre applicazioni. L'istruzione deve essere lo specchio dei cambiamenti, che influenzano la vita di tutti i giorni e preparare le future generazioni ai progressi della tecnologia che si verificano nel corso della loro vita. La stampa 3D è un successo e l'educazione scolastica ora deve integrare questo tipo di tecnologia nel suo insegnamento.

Progettare attività di stampa 3D per le materie STEM

Forma Futuro, nel suo ruolo di partner tecnico del progetto PRINT STEM, indica due possibili approcci per l'uso di una stampante 3D nelle scuole: li chiameremo "approccio semplice" e "approccio avanzato". Si farà riferimento a loro con questi stessi nomi in tutto il documento. Vorremmo far notare che la scelta di un metodo non esclude l'uso dell'altro in un secondo momento. In ciascuno di essi il ruolo dello studente è fondamentale: gli alunni non sono semplici osservatori e viene richiesto loro di lavorare, suggerire soluzioni e fare domande per ottenere i migliori risultati. In ambedue i docenti che seguono gli alunni devono avere una buona conoscenza dei software dovranno per usare per la modellazione di oggetti, il loro ridimensionamento e per interagire con la stampante.

APPROCCIO SEMPLICE: riguarda la stampa di un oggetto già modellato. In questo approccio la modellazione 3D non è considerata: semplicemente gli oggetti già e l'attenzione dell'allievo non viene rivolta al modo in cui vengono creati. In questo modo è spinto a scoprire le capacità, le potenzialità ed i risultati che possono essere raggiunti con una stampante 3D. Per questo motivo, anche se può sembrare in contrasto con quanto detto in precedenza e con il concetto di "semplicità", durante questa sperimentazione i docenti potrebbero proporre oggetti molto complessi. Si suggerisce che i primi oggetti mostrati e stampati abbiano caratteristiche strutturali tali che solo una stampante 3D sia in grado di produrli (come il nastro di Möbius o frattali come il Tetraedro di Sierpinsky e la Spugna di Menger). In questo modo, gli allievi sono soddisfatti nel vedere rapidamente come un risultato molto complesso possa essere raggiunto "semplicemente" e, allo stesso tempo, sono invitati a familiarizzare con le opzioni di stampa (dimensioni, riempimento, colore, materiale ...) e con i primi problemi da trattare prima della stampa (il tempo, giusto per sottolineare il più importante). Come compito aggiuntivo, l'allievo può familiarizzare con le operazioni necessarie dopo il termine della stampa, come la rimozione del materiale aggiuntivo utilizzato come supporto strutturale o l'eliminazione di piccole imperfezioni con una lima. Dopo questa fase iniziale, l'allievo viene invitato a stampare da solo oggetti molto semplici (poligoni 3D come cilindri, coni, piramidi) per padroneggiare le principali impostazioni di un software di slicing 3D come CURA.

APPROCCIO AVANZATO: è fondamentalmente un'integrazione dell'APPROCCIO SEMPLICE con la modellazione dell'oggetto da parte dell'alunno stesso. Con questo approccio gli allievi si scontrano, prima di tutto, con la difficoltà di utilizzare un software di modellazione 3D. Data la nostra esperienza personale come insegnanti, l'approccio non deve essere usato in un primo momento: questo per evitare una curva di apprendimento troppo ripida, una procedura molto lunga prima di vedere l'oggetto finale stampato che sicuramente potrebbe portare l'allievo ad una perdita di attenzione e motivazione. Qualora una scuola scegliesse di seguire immediatamente questo percorso, pensiamo che ci sarebbe bisogno di uno sforzo nella scelta del team di docenti coinvolti (deve includere almeno un esperto 3D molto abile) e una pianificazione più accurata del metodo di insegnamento poiché l'aumento del numero di problemi che potrebbero sorgere renderebbe arduo il percorso dello studente verso il risultato finale, mettendo a repentaglio la sua motivazione.

Data la nostra esperienza pratica (Forma Futuro ha a disposizione una stampante POWERWASP EVO 3D che utilizza un filamento di PLA come materiale di stampa) il nostro saggio è scritto pensando ad una scuola che ha a disposizione una stampante sola: per questo motivo, come vedremo chiaramente più avanti, il tempo è la risorsa più preziosa per la stampa 3D. Inoltre, il tempo è una variabile critica durante questa sperimentazione perché il suo dilatarsi potrebbe compromettere l'attenzione dell'allievo, lasciandolo a metà del processo orfano dell'interesse necessario per completare l'operazione. Gli insegnanti devono tenere sveglia l'attenzione degli alunni in due modi:

1. trasformandoli da semplici osservatori a veri e propri "tecnici junior" attivamente coinvolti in ogni fase della sperimentazione.
2. Dividendo la sperimentazione in più step ognuno dei quali produca un piccolo risultato tangibile.

Di seguito una panoramica dei modi in cui i progetti possono essere pensati per migliorare l'apprendimento nelle materie STEM. Come ho suggerito in precedenza ci saranno diversi modi in cui questo può essere affrontato. Suggerisco 3 modi in cui questo può essere fatto. Un approccio lineare, un approccio CAF e un approccio progettuale. Esaminiamo ciascuno di essi.

8.6 Approccio Lineare

Fondamentalmente si tratta di esaminare una materia STEM o un concetto che ne richieda l'insegnamento e poi trovare una stampa 3D che possa spiegarne o dimostrarne i principi. Invertendo l'approccio ci farebbe partire da un oggetto 3D già stampato e vedere quali concetti STEM quella particolare stampa 3D è in grado di spiegare

VANTAGGI:

- Questo approccio è semplice e veloce. Ci sono una vasta gamma di stampe disponibili per gli insegnanti tra cui scegliere. Allo stesso modo ci sarà una vasta gamma di concetti STEM che un insegnante avrà bisogno di spiegare.

- Ha una conclusione sicura. Efficace come "saldare" un progetto di stampa 3D a un concetto STEM. Molto utile
- facilmente controllabile da parte del docente. Questo è ciò che gli insegnanti vogliono: che nulla venga lasciato al caso. Gli insegnanti sono in grado di modificare alcuni aspetti del progetto se le cose iniziano ad andare male.
- Questo procedimento dovrebbe garantire il successo. L'aspetto teorico del progetto può sempre essere affrontato, non importa che cosa succede alla stampa.

SVANTAGGI:

- sconnesso: se la stampa e il concetto non sono scelti con cura appariranno come due progetti separati senza interrelazione. Avrebbe un effetto straniante sugli studenti
- motivazione limitata. Con risultati garantiti e una strada sostanzialmente già tracciata potrebbe mancare l'entusiasmo necessario per stimolare gli studenti.

Idea progettuale 1

Gli studenti seguono un libretto di progettazione che li conduce a progettare e produrre una luce. L'insegnante STEM poi spiega come funzionano le batterie, la conversione di energia chimica in energia elettrica. Potrebbero essere svolti calcoli di corrente e tensione utilizzando la legge Ohm e il flusso di energia elettrica potrebbe essere collegato al concetto di consumo di energia, emissioni di anidride carbonica e quindi l'etica dei paesi sviluppati che utilizzano una quantità spropositata di combustibili fossili.

8.7 Approccio CAF

CAF significa "consider all factors", prendere in considerazione tutti i fattori. Questo può richiedere un team di insegnanti STEM solo per elencare tutti i concetti necessari da insegnare e poi osservare le possibili sovrapposizioni. Serve innanzitutto una stampa 3D o un progetto per modellare questi concetti. L'apporto dell'esperto di design può consistere nel modificare gli aspetti della stampa per fare in modo che il progetto funzioni. Questi cambiamenti potrebbero limitarsi a semplificare la progettazione,

garantire una stampa rapida e di successo o suggerire stampe che possono essere utilizzati dai docenti STEM

VANTAGGI:

- più coerente. I progetti potrebbero, potenzialmente, essere sviluppati in modo da collegare una serie di concetti STEM. Questo approccio sosterrrebbe ogni materia STEM rafforzandone la portata o permettendo di esplorarla più approfonditamente. Se il progetto includesse una parte di matematica ne risulterebbe rafforzata anche la sua applicazione e il suo utilizzo pratico.
- Maggiore copertura teorica: Avere un numero di diverse discipline coinvolte vedrebbe una più ampia gamma di concetti curriculari coperti.
- maggiore probabilità di successo. Quando tutti lavorano insieme e hanno voce nel progetto il tutto ha più alta probabilità di successo.
- supporto. Il personale sarà in grado di aiutarsi e sostenersi nel caso le lezioni non andassero secondo i piani.

SVANTAGGI:

- Nessuno si assume la responsabilità. Vi è il rischio che un gruppo STEM non si assume alcuna responsabilità o che non venga designata una persona per monitorare le attività del gruppo.
- Complesso. Con tutti gli insegnanti STEM che vorrebbero dare maggior voce alla propria materia il progetto potrebbe diventare un po' frammentato e confondere gli alunni.
- disinteresse. Gli insegnanti potrebbero voler continuare ad insegnare nel modo in cui hanno sempre fatto tradizionalmente, mostrando poco entusiasmo nel portare avanti il progetto.
- Dipendente dal tempo: Gli insegnanti avranno difficoltà a impegnarsi in progetti extra e cambiamenti curriculari.

Questo esempio tratto da “AQA GCSE Specifications for Science, Engineering and Maths” mostra un diagramma con gli argomenti che devono essere insegnati e che potrebbero essere tenuti in

considerazione. Evidenziate sono aree in cui un progetto potrebbe trovare terreno fertile e abbracciare tutte e 3 le materie.

Scienze	Tecnologia & Ingegneria	Matematica
Radiazione infrarossa	Progettare e comunicare	Statistica e numeri
Teoria cinetica	Comprendere i prodotti dell'ingegneria	Numeri e algebra
Trasferimenti energetici	Costruzione di un prodotto di ingegneria	Geometria e algebra
Riscaldamento e isolamento	Applicazione di nuove tecnologie	
Trasferimenti energetici ed efficienza	Applicazione di tecnologie	
L'utilità degli elettrodomestici	Sistemi di produzione	
Trasferimento di energie elettriche		
Metodi per generare elettricità		
Generare elettricità		
La rete elettrica nazionale		
Uso delle onde per comunicare		
Proprietà delle onde		

Tratto da "AQA Maths Specification". Gli studenti devono essere in grado di:

- raccogliere i dati:

- distinguere i diversi tipi di dati tra qualitativi, discreti e continui. Utilizzare i dati raggruppati e non raggruppati.
- Identificare le possibili fonti di distorsione
- progettare un esperimento o un sondaggio e capire quali sono i dati primari e quali i secondari
- progettare fogli di raccolta dati che distinguano i diversi tipi di dati tra cui osservazione, esperimento controllato, questionari di registrazione dei dati e indagini.
- estrarre dati da tabelle ed elenchi stampati.

Tratto da “AQA Science Specification, Physics”. Gli studenti devono sapere:

- 1) L'elettricità è distribuita dalle centrali elettriche ai consumatori lungo la rete elettrica nazionale
- 2) Per una data potenza, aumentando la tensione riduce la corrente richiesta e questo riduce le perdite di energia nei cavi.
- 3) L'uso di trasformatori “step-up” e “step-down” nella rete nazionale. Idee suggerite nel lavoro pratico per sviluppare le competenze e la comprensione sono i seguenti:
- 4) indagare l'effetto di cambiare diverse variabili sull'output di celle solari, per esempio la distanza dalla sorgente di luce, l'uso di diversi filtri colorati e l'area delle celle solari
- 5) Progettazione e realizzazione di un'indagine per visualizzare l'effetto di cambiare diverse variabili sull'output di modelli di turbine eoliche, ad esempio il numero o il passo delle pale e la velocità del vento
- 6) Preparare un modello di turbina ad acqua collegata ad un generatore
- 7) Modellare la rete elettrica nazionale

Tratto da “AQA Engineering Specification”. Gli studenti dovrebbero essere in grado di:

- 1) Costruire un prodotto di ingegneria. Creare piani di produzione. Creare un piano di produzione, legato alla produzione di un oggetto "una tantum" o di un intero lotto, per un prodotto di ingegneria.

2) Impatto delle moderne tecnologie

- Descrivere l'impatto delle tecnologie moderne; nell'ingegnerizzazione di un prodotto; sui prodotti di ingegneria; sulle industrie metalmeccaniche; e sulle fasi di assemblaggio di un prodotto.
- Descrivere i vantaggi e gli svantaggi che l'uso della tecnologia moderna ha portato alla società; comprese le questioni ambientali e di sostenibilità.
- Indagare su una serie di prodotti di ingegneria per determinare l'impatto della tecnologia moderna sulla progettazione e sui metodi di produzione

Idea di progetto: turbina eolica

Un progetto di turbina eolica potrebbe essere preso in considerazione per insegnare i concetti evidenziati qui sopra. Il progetto richiede una prova prima di essere insegnato e richiede di essere attentamente pianificato per assicurare quali dati verranno raccolti e come, il livello di accettabilità dei risultati e l'affidabilità dei dati. Bisognerebbe anche tenere conto della velocità della stampante in relazione alla produzione di componenti e a quanto velocemente riuscirebbe a stamparli

8.8 Approccio Design/Progettuale

Questo può essere affrontato da due modi. Nel primo vengono dapprima discussi gli aspetti teorici poi gli studenti devono progettare e realizzare un prodotto utilizzando i dati o la comprensione che hanno tratto. In alternativa, un prodotto può essere stampato e quindi lo studente avrà il compito di migliorarne il design. Mi sentirei di raccomandare questo tipo di progetto ad uso esclusivo di allievi più maturi o con alto rendimento oppure nel caso in cui gli insegnanti vogliano avere uno scambio alla pari con i loro allievi.

VANTAGGI:

- Questo tipo di progetto prevede un finale aperto e ha il potenziale per esplorare una vasta gamma di teorie scientifiche che richiedono un pensiero di alto livello.
- è a tutto vantaggio degli alunni che si sono appassionati al progetto o alle materie coinvolte.
- è inizialmente molto coinvolgente se si parte subito con l'aspetto della manifattura.
- è molto simile ad uno scenario realistico. Le cose possono andare male e le previsioni possono rivelarsi inesatte.

- fa pensare. Quando le cose vanno male è più che probabile che si avvii la ricerca di idee alternative personali

SVANTAGGI:

- Potrebbe diventare un incubo perché, se il progetto diventa più complesso e articolato, richiederà molto più tempo ed energia.
- Progettazione e sperimentazione potrebbero richiedere molto tempo e nascondere problemi imprevisti.
- I risultati possono essere difficili da interpretare e comunque difficilmente mostreranno tutto lo sforzo profuso.
- difficile da gestire proprio perché i risultati non sono prevedibili.

Idea di progetto: Turbina ad acqua

Questo progetto è per gentile concessione del Dr Dave Jermy di Settlebeck. Dave ha realizzato una turbina ad acqua utilizzando la stampante 3D, modificando un progetto esistente. Coinvolgendo un insegnante di matematica che ha lavorato sul lato numerico del progetto per consentire agli alunni di concentrarsi sull'efficienza, la pressione, ecc Il progetto era stato pensato affinché gli studenti sviluppassero le proprie turbine per poi vedere quale fosse la più efficiente. Ciò sarebbe avvenuto misurando l'energia elettrica da una semplice dinamo. Tuttavia durante il test il progetto non è riuscito a produrre risultati misurabili. Il progetto continua a essere sviluppato, ma richiederà ulteriore sviluppo e ulteriori test..

8.8 Specifiche di valutazione

Di seguito si riportano copie di specifiche di esame disponibili per varie commissioni in Europa. Si ritiene che debbano rappresentare il punto di partenza per la maggior parte dei progetti.

Come ho già citato, è possibile pensare a progetti che utilizzano conoscenze acquisite precedentemente o che prevedono l'introduzione dei temi trattati durante lo svolgimento del progetto stesso.

3

1 Data: their importance and limitations

Data are the starting point for scientific enquiry – and the means of testing scientific explanations. But data can never be trusted completely, and scientists need ways of evaluating how good their data are.

	Candidates should understand that:	A candidate who understands this can, for example:
1.1	data are crucial to science. The search for explanations starts from data; and data are collected to test proposed explanations.	- use data rather than opinion if asked to justify an explanation - outline how a proposed scientific explanation has been (or might be) tested, referring appropriately to the role of data.
1.2	we can never be sure that a measurement tells us the true value of the quantity being measured.	suggest reasons why a given measurement may not be the true value of the quantity being measured.
1.3	if we make several measurements of any quantity, these are likely to vary.	- suggest reasons why several measurements of the same quantity may give different values - when asked to evaluate data, make reference to its repeatability and/or reproducibility.
1.4	the mean of several repeat measurements is a good estimate of the true value of the quantity being measured.	- calculate the mean of a set of repeated measurements - from a set of repeated measurements of a quantity, use the mean as the best estimate of the true value - explain why repeating measurements leads to a better estimate of the quantity.
1.5	from a set of repeated measurements of a quantity, it is possible to estimate a range within which the true value probably lies.	- from a set of repeated measurements of a quantity, make a sensible suggestion about the range within which the true value probably lies and explain this - when discussing the evidence that a quantity measured under two different conditions has (or has not) changed, make appropriate reference both to the difference in means and to the variation within each set of measurements.
1.6	if a measurement lies well outside the range within which the others in a set of repeats lie, or is off a graph line on which the others lie, this is a sign that it may be incorrect. If possible, it should be checked. If not, it should be used unless there is a specific reason to doubt its accuracy.	- identify any outliers in a set of data - treat an outlier as data unless there is a reason for doubting its accuracy - discuss and defend the decision to discard or to retain an outlier.

2.3 J567/03 and J567/04: Mathematics Paper 3 (Higher) and Mathematics Paper 4 (Higher)

The Higher tier subsumes the Foundation tier. The content of the Foundation tier Initial and Bronze stages will not be the focus of a question in Higher tier papers, but knowledge of them will be assumed.

2.3.1 Higher Initial Stage

Ref	J517 ref	Subject content - Candidates should be able to...	Notes and examples
		Number	
HIN1	N6.4	Multiply and divide simple fractions. Add and subtract mixed numbers	This does not include multiplication and division of mixed numbers.
HIN2	N5.5	Express one quantity as a fraction or percentage of another.	
HIN3	N5.4	Increase and decrease quantities by a percentage.	
HIN4	N6.3	Use the four operations on decimals without the use of a calculator.	
HIN5	N6.2 N7.4	Use ratio notation including reduction to its simplest form. Understand and use ratio and proportion, including dividing a quantity in a given ratio.	
HIN6	N6.1 N6.5	Use a calculator effectively and efficiently, entering a range of measures including 'time', interpreting the display and rounding off a final answer to a reasonable degree of accuracy. Perform calculations using the order of operations.	This includes using the memory and bracket keys, and function keys for squares and powers where appropriate.

Pensare all'industria e all'università

Lavorare e stringere legami con il mondo del lavoro fornisce un enorme fattore motivazionale per gli alunni che non vedono la scuola di buon occhio o non percepiscono la rilevanza dei contenuti scientifici. Trovare un punto di appoggio nelle aziende può essere difficile per più di una ragione:

- 1) la stampa 3D può essere un processo di fabbricazione non presente nel tessuto industriale locale.
- 2) le società di stampa 3D avranno tempo limitato per lavorare con le scuole.

Le università e le istituzioni educative possono essere in grado di fornire un maggiore sostegno. Molte università avranno già un mandato per organizzare corsi e lavorare con altre istituzioni e imprese. Queste saranno di più facile approccio e potranno offrire un diverso tipo di supporto.

Gli ordini professionali

Questa è un'altra area in cui potrebbe essere stabilito un contatto per vedere se il supporto è disponibile. Molto spesso gli organismi professionali come l'Istituto per ingegneri meccanici sono desiderosi di essere coinvolti in progetti scolastici.

Concorsi

Molte scuole STEM, organizzazioni non governative e ordini professionali indicano concorsi per gli alunni. Se vengono scelti concorsi appropriati la stampa 3D potrebbe essere utilizzato in modo abbastanza efficace.

In definitiva i docenti che lavorano nella scuola dovranno ricercare quali aziende locali; università e istituzioni saranno disponibili e stabilire un contatto per vedere che tipo di sostegno sono in grado di offrire. I progetti potrebbero essere pensati per includere collegamenti ai prodotti e processi del produttore locale, quindi anche una semplice visita per osservare la produzione o la lavorazione potrebbe aiutare gli studenti a vedere l'applicazione e la rilevanza di ciò che stanno imparando e costruendo..