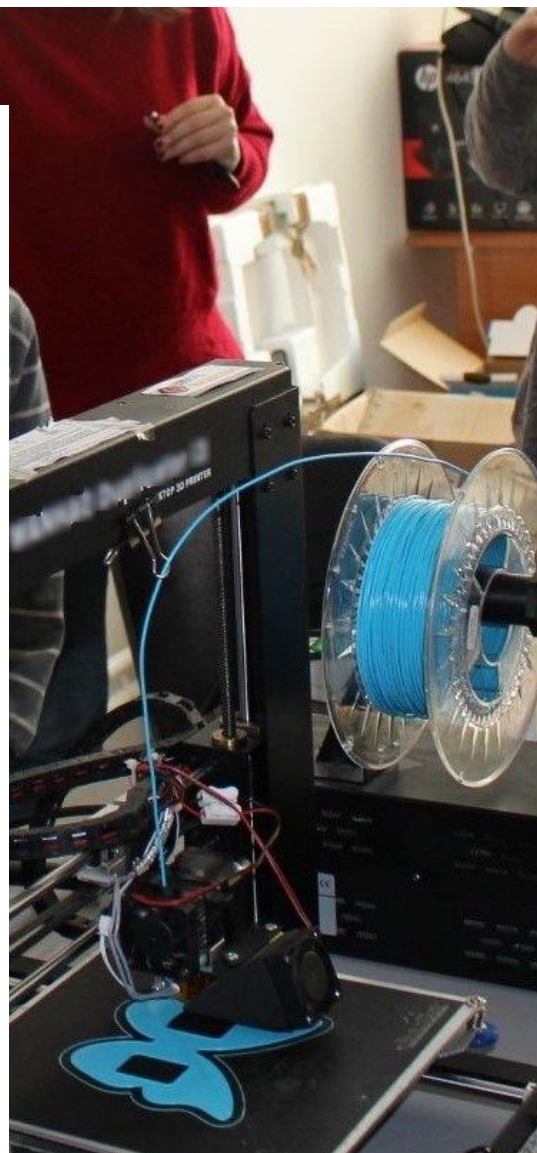


Ghidul Profesorului 3DP



**Profesor 3DP - implementarea
imprimării 3D în educația pentru
viitor**

Proiect nr. 2019-1-PT01-KA201-060833

Sprijinul acordat de Comisia Europeană pentru elaborarea acestei publicații nu constituie o aprobare a conținutului, care reflectă doar opiniile autorilor, iar Comisia nu poate fi trasă la răspundere pentru orice utilizare a informațiilor conținute în aceasta.



Cofinanțat prin
programul Erasmus+
al Uniunii Europene

Cuprins

Introducere în imprimarea 3D	1
Introducere	1
Ce este imprimarea 3D?	2
Modelare prin extrudare termoplastică (FDM)	2
Fluxul de imprimare 3D	4
Obținerea modelului 3D	5
Conversia în fișiere pentru imprimare 3D	6
Pregătirea modelului pentru imprimarea 3D	7
Imprimarea 3D a obiectului	8
Finisarea piesei	9
Aplicații ale imprimării 3D	12
Educație	12
Prototipare și fabricație	14
Medicină	15
Construcții și arhitectură	15
Artă, bijuterii și modă	16
Efectele imprimării 3D asupra pieței	18
Democratizarea tehnologiei	18
Stimularea inovării	18
Personalizare în masă	19
Efectele 3DP asupra pieței forței de muncă	20
Beneficiile imprimării 3D pentru Educație	21
Îmbunătățirea participării elevilor	21
Promovarea învățării active	21
Încurajarea gândirii creative	21
Creșterea interesului elevilor pentru educația STEM	22
Oferirea de oportunități pentru practicarea unor stiluri de învățare diferite	22
Tendențe în imprimarea 3D	23
Concluzii	26

Aspecte tehnice ale utilizării 3D	27
Introducere	27
Principalele componente ale imprimantei 3D	27
Placa de bază.....	27
Cadru	28
Materiale pentru imprimare	29
Sursa de alimentare.....	29
Extrudor / Cap de imprimare.....	29
Masa de imprimare 3D	30
Alegerea unei imprimante 3D	32
Creion de imprimare 3D.....	32
Imprimante 3D pentru școli	33
Cum se folosește în clasă?.....	33
Software de modelare 3D	34
FreeCAD	34
SketchUp.....	35
TinkerCAD	35
Software de secționare	36
Cura	37
SLic3r	38
Netfabb Standard	38
Specificații tehnice ale unor imprimante 3D populare	40
Imprimantă Monoprice MP Select Mini 3D V2	40
Creality Ender 3 Pro	41
Recomandări privind imprimantele 3D pentru aplicații școlare.....	42
Aspecte tehnice al utilizării imprimantei 3D.....	43
Măsuri de siguranță	45
Resurse software suplimentare.....	47
Colecție de studii de caz.....	48
Studiu de caz nr. 1.....	48
Studiu de caz nr. 2.....	48

Studiu de caz nr. 3.....	50
Studiu de caz nr. 4.....	50
Studiu de caz nr. 5.....	51
Studiu de caz nr. 6.....	53
Studiu de caz nr. 7.....	53
Studiu de caz nr. 8.....	55
Studiu de caz nr. 9.....	56
Studiu de caz nr. 10.....	57
Studiu de caz nr. 11.....	58
Studiu de caz nr. 12.....	59
Studiu de caz nr. 13.....	60
Studiu de caz nr. 14.....	61
Studiu de caz nr. 15.....	61
Studiu de caz nr. 16.....	62
Planuri de lecții și recomandări pentru implementări viitoare	64
Plan de lecție nr. 1	64
Plan de lecție nr. 2	67
Plan de lecție nr. 3	71
Plan de lecție nr. 4	74
Plan de lecție nr. 5	76
Plan de lecție nr. 6	79
Resurse adiționale	82

Introducere în imprimarea 3D

Introducere

Imprimarea 3D (3DP) va avea un impact semnificativ asupra multor aspecte ale vieții și muncii noastre în viitorul apropiat. Unele efecte asupra pieței și asupra societății sunt deja vizibile și multe alte transformări sunt așteptate. Piața 3DP se dezvoltă rapid, fiind implementată în multe aplicații din numeroase domenii. Piața muncii este, de asemenea, afectată în mod semnificativ de 3DP și este de așteptat o creștere a numărului de locuri de muncă conexe.

3DP este folosit din ce în ce mai mult în școlile din întreaga lume, iar potențialul său devine recunoscut pe scară largă. Mulți profesori consideră că această inovare în educație este binevenită și necesară, dar adesea nu dispun de cunoștințele specifice necesare pentru a stăpâni tehnologia 3DP. Prezentul material își propune să ofere informații de bază despre 3DP pentru a ajuta profesorii să înțeleagă ce este și cum funcționează, aplicațiile sale în diverse domenii, impactul său asupra pieței, tendințele viitoare și beneficiile pe care le poate aduce educației.

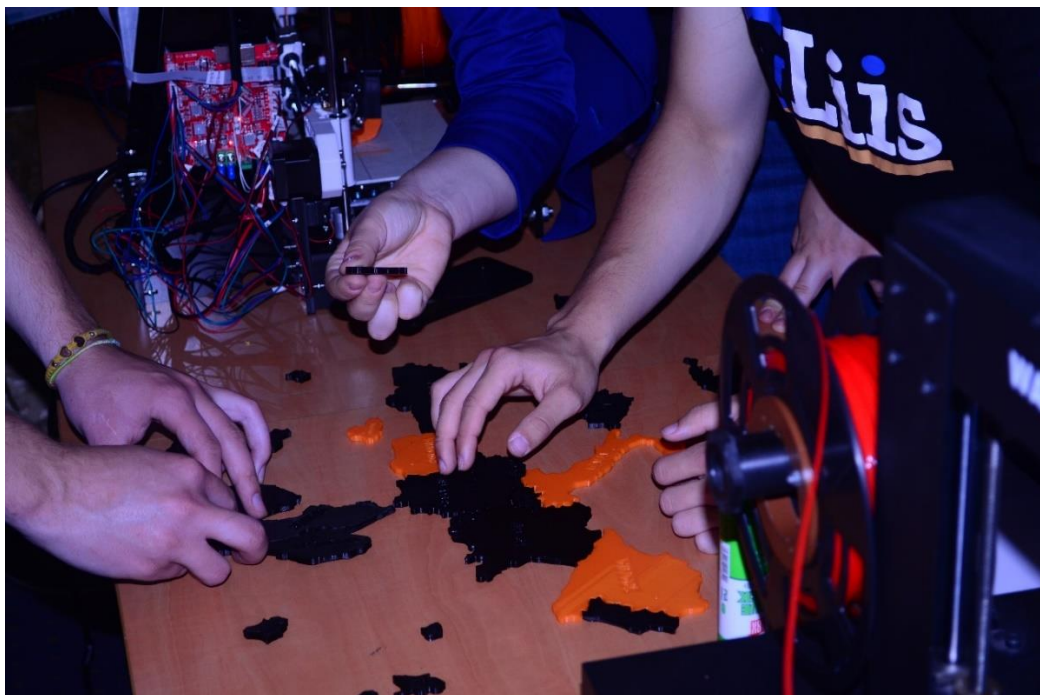


Figura 1 – Elevi și 3DP

Ce este imprimarea 3D?

Imprimarea 3D este un termen general pentru un set de tehnologii care pot construi obiecte tridimensionale dintr-un fișier digital, prin adăugarea de material strat peste strat. În prezent, există numeroase tehnologii 3DP disponibile bazate pe abordări diferite și utilizând diverse materiale (plastic, metal, beton, ciocolată etc.) în mai multe forme (lichid, solid (foi, filament, pelete), pulbere, suspensie).

De exemplu, tehnologiile numite Stereolitografie (SLA) și Digital Light Processing (DLP) creează obiecte prin solidificarea selectivă a unei rășini fotopolimerice folosind o sursă de lumină (un laser sau un proiector), în timp ce Selective Laser Sintering (SLS) utilizează un laser care induce selectiv fuziunea între particulele de pulbere din interiorul zonei de lucru pentru a crea un obiect solid. Alte tehnologii extrudează straturi de ciocolată topită, depun picături de material care apoi sunt întărite selectiv, pulverizează liant peste pulbere etc.

Majoritatea acestor tehnologii nu pot fi utilizate în clasă deoarece sunt prea complicate, foarte costisitoare sau necesită condiții speciale. Cea mai potrivită pentru utilizarea într-un mediu școlar este Modelarea prin Extrudare Termoplastică (Fused Deposition Modelling - FDM) care e, de asemenea, cea mai populară și mai accesibilă tehnologie 3DP.

Modelare prin extrudare termoplastică (FDM)

Modelarea prin Extrudare Termoplastică creează obiecte prin topirea unui fir de plastic (numit filament) și prin aplicarea filamentului, strat peste strat, printr-o duză încălzită.

Procesul este schematizat în Figura 2. Filamentul (2), de obicei înfășurat pe o bobină (1) fixată în lateral sau în spatele imprimantei, este introdus prin mecanismul cu roți dințate al extrudorului (3) care îl împinge spre încălzitorul (4), unde filamentul solid este încălzit până la punctul său de topire. În final, filamentul topit este împins prin duza (6) pe masa de imprimare (7) și depus în geometria dorită. După fiecare strat, masa de imprimare (sau duza) se deplasează pe axa verticală și se adaugă următorul strat. După imprimare, obiectul poate fi îndepărtat manual sau cu ajutorul unui

cutter. Dacă e necesar, piesele pot fi prelucrate ulterior prin șlefuire, lustruire, vopsire etc.

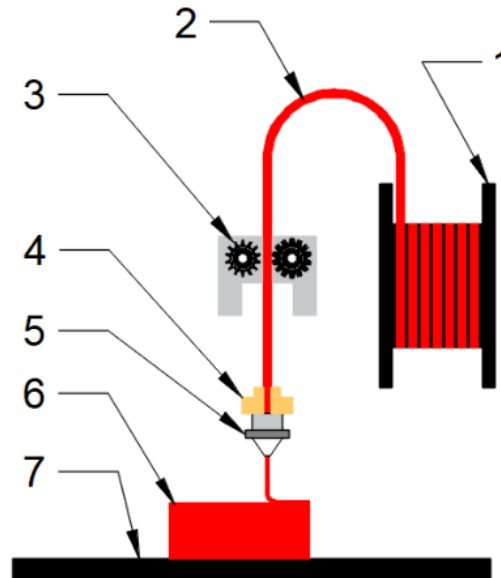


Figura 2 – Proces FDM

1-bobină filament; 2-filament; 3-extruder; 4-încălzitor; 5-duză; 6-obiect imprimat 3D; 7- masă imprimare



Figura 3 – Imprimare 3D prin FDM

Fluxul de imprimare 3D

În general, indiferent de tehnologia specifică, 3DP implică utilizarea unui computer, a unui model digital 3D, a unui software de imprimare 3D, a unei imprimante 3D și a materiilor prime. De obicei, așa cum este schematizat în Figura 4, un proces 3DP este alcătuit din următorii pași:

1. Modelul 3D al obiectului de imprimat 3D se obține prin una din metodele descrise mai jos.
2. Dacă este necesar, modelul 3D este convertit într-un fișier de imprimare 3D, de obicei de tip STL.
3. Fișierul de imprimare 3D este pregătit pentru imprimare, proces finalizat cu generarea unui fișier G-code care cuprinde instrucțiuni cu setări și preferințe specifice ale imprimantei.
4. Fișierul G-code este rulat pe imprimanta 3D, iar modelul este tipărit.
5. Dacă este necesar, piesa este finisată (curățată, șlefuită, vopsită etc.).

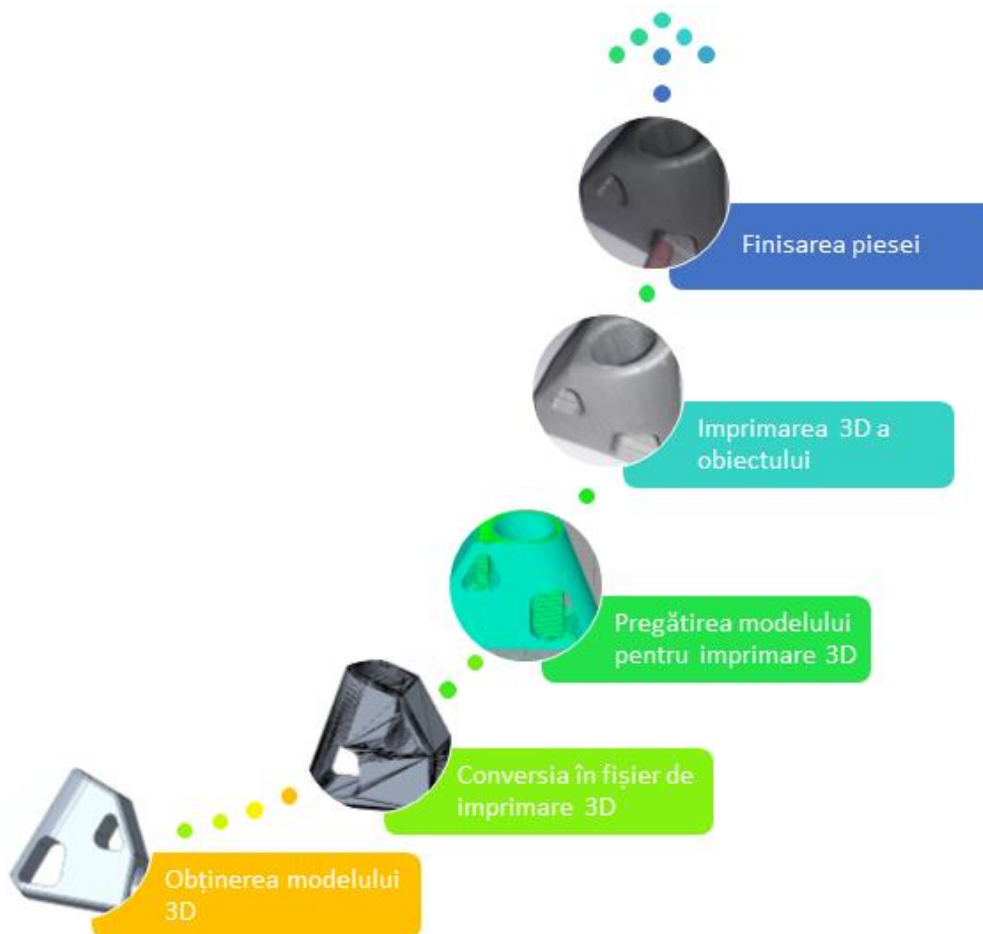


Figura 4 – Pașii 3DP

Obținerea modelului 3D

3DP începe cu modelul 3D al obiectului ce urmează să fie tipărit. Acesta poate fi obținut prin modelare pe computer, prin scanare 3D sau poate fi descărcat dintr-o arhivă on-line de modele 3D. Principalul avantaj al modelării 3D este că astfel se poate proiecta exact obiectul dorit, spre deosebire de scanarea 3D (pot fi scanate doar obiectele care sunt disponibile) sau de descărcarea din arhive on-line.

Modelarea 3D

Sunt disponibile mai multe instrumente software de modelare 3D diferite, de la software industrial, foarte scump, până la software gratuit, de tip open source. Câteva exemple sunt prezentate în tabelul de mai jos. O opțiune foarte bună pentru începători este să folosească TinkerCAD, care este gratuit și nu necesită instalarea pe computer.

Tabel 1 – Software de modelare 3D

Nume	Link	Nivel	Gratis/Cu plată
TinkerCAD	www.tinkercad.com/	Începător	Gratis
Blender	www.blender.org/	Intermediar	Gratis
FreeCAD	www.freecadweb.org/	Intermediar	Gratis
OpenSCAD	www.openscad.org/	Intermediar	Gratis
Autodesk Fusion 360	www.autodesk.com/products/fusion-360	Industrial	Cu plată*
Solidworks	www.3ds.com/	Industrial	Cu plată
Creo	www.ptc.com/en/products/cad/creo	Industrial	Cu plată

*Elevii și profesorii pot obține o licență gratuită Fusion 360 pentru 3 ani.

Scanarea 3D

Scanarea 3D capturează forma unui obiect cu ajutorul unui scanner 3D sau al unui smartphone care are instalată o aplicație adecvată. O astfel de aplicație pentru scanare 3D creează modele 3D din fotografii 2D realizate cu telefonul din diferite unghiuri, utilizând o tehnică numită fotogrammetrie. Câteva exemple de aplicații de scanare 3D sunt prezentate în tabelul următor.

Tabel 2 – Aplicații de scanare 3D

Nume	Sistem de operare	Gratis/Cu plată
Qlone	iOS/Android	Gratis
Trnio	iOS	Cu plată
Scann3D	Android	Gratis
Cappy	iOS	Gratis
Heges	iOS	Gratis
Sony 3D Creator	Android	Gratis
Capture	iOS	Gratis

Arhive on-line cu modele 3D

Cel mai simplu mod de a obține un model 3D este descărcarea acestuia dintr-una din numeroasele arhive on-line disponibile (de exemplu, cele din tabelul de mai jos). Multe dintre aceste modele sunt gratuite, iar unele arhive oferă posibilitatea de a personaliza unele modele.

Tabel 3 – Arhive online cu modele 3D

Nume	Link	Gratis/Cu plată
Thingiverse	www.thingiverse.com	Gratis
MyMiniFactory	www.myminifactory.com	Atât gratis cât și cu plată
YouMagine	www.youmagine.com	Gratis
Cults	https://cults3d.com	Atât gratis cât și cu plată
STL Finder	www.stlfinder.com	Atât gratis cât și cu plată
Pinshape	https://pinshape.com/	Atât gratis cât și cu plată
SetkchFab	https://sketchfab.com/	Gratis
CGTrader	hwww.cgtrader.com	Atât gratis cât și cu plată
Yeggi	www.yeggi.com	Atât gratis cât și cu plată

Conversia în fișiere pentru imprimare 3D

În funcție de modul în care a fost obținut, este posibil ca modelul 3D să trebuiască să fie convertit într-un format de fișier pentru imprimanta 3D. Dacă a fost descărcat dintr-o arhivă de modele 3D specializată în imprimarea 3D, modelul ar trebui să fie

deja disponibil ca fișier de imprimare 3D. Modelele 3D obținute prin modelare sau scanare pot fi exportate direct ca fișiere de imprimare 3D din software-ul care le-a creat. În caz contrar, sunt multe programe software de conversie capabile să transforme orice tip de model 3D digital într-un fișier de imprimare 3D, cum ar fi, de exemplu, www.meshconvert.com sau www.nchsoftware.com/3dconverter.

Cele mai comune formate de fișiere pentru imprimante 3D sunt STL, OBJ, AMF și 3MF, dar STL este utilizat de majoritatea sistemelor și software-urilor 3DP. Pentru aplicațiile FDM din școală, STL este cel mai practic și cel mai recomandat tip de fișier de imprimare 3D.

Un fișier STL stochează informații despre modelul 3D, descriind doar geometria suprafeței sale, fără o reprezentare a culorii, texturii sau a altor atribute. După cum puteți vedea în Figura 5, un fișier STL prezintă un model 3D ca o rețea care descrie, în mod aproximativ, forma acestuia.

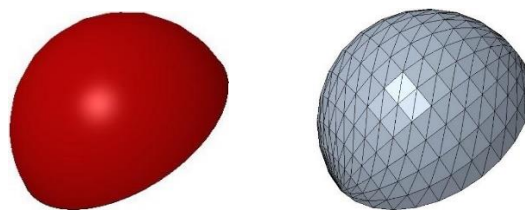


Figura 5 – Un model 3D și reprezentarea sa în format STL

Pregătirea modelului pentru imprimarea 3D

Următorul pas este pregătirea modelului 3D pentru imprimantă și generarea fișierului G-code care conține toate informațiile necesare imprimantei 3D pentru a fabrica obiectul. Acest proces implică o serie de acțiuni:

- Verificarea fișierului pentru imprimare 3D și repararea acestuia, dacă este necesar
- Poziționarea și orientarea modelului 3D pe masa de imprimare
- Setarea parametrilor 3DP, cum ar fi materialul, temperaturile, răcirea, vitezele, grosimea stratului etc.
- Adăugarea structurilor suport, dacă este necesar
- Slicing, adică secționarea modelului într-un set de straturi subțiri
- Generarea fișierului G-code
- Salvarea și trimiterea fișierului G-code la imprimanta 3D

Pregătirea modelului se realizează folosind software de imprimare 3D, numit slicer. Există multe astfel de software-uri disponibile și majoritatea sunt gratuite. Cele mai populare sunt prezentate în tabelul de mai jos.

Table 4 – Software slicer pentru imprimare 3D

Nume	Link	Utilizatori	Gratis/Cu plată
Ultimaker Cura	https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura	Începători, Avansați	Gratis
Simplify3D	www.simplify3d.com	Începători, Avansați	Cu plată
PrusaSlicer	www.prusa3d.com/prusaslicer	Începători, Avansați	Gratis
Slic3r	https://slic3r.org	Avansați, Profesioniști	Gratis
OctoPrint	https://octoprint.org	Intermediari, Avansați	Gratis
AstroPrint	www.astroprint.com	Începători, Avansați	Freemium
3DPrinterOS	www.3dprinter-os.com	Începători, Avansați	Freemium
Repetier	www.repetier.com	Intermediari, Avansați	Gratis

Imprimarea 3D a obiectului

Fișierul G-code este apoi introdus într-o imprimantă 3D care depune straturi succesive de material, strat peste strat, pentru a fabrica obiectul 3D dorit.

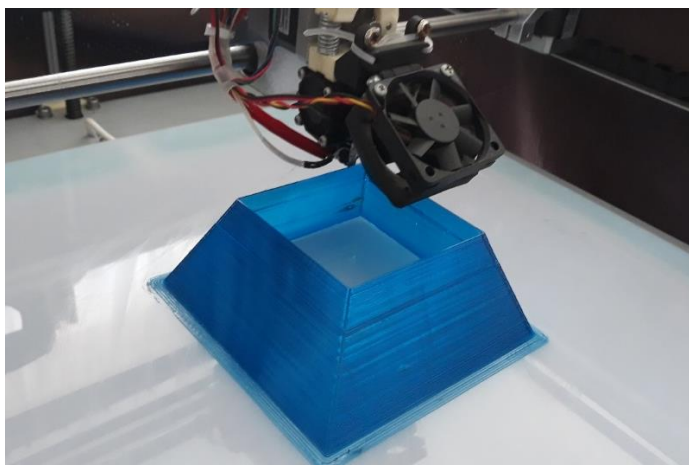


Figura 6 – Imprimarea 3D a unui obiect

Finisarea piesei

Obiectele tipărite 3D pot necesita unele operații suplimentare după finalizarea tipăririi, pentru a le îmbunătăți caracteristicile. Aceste operații pot include:

- îndepărtarea structurilor suport folosind unelte cum ar fi cuțite sau patent

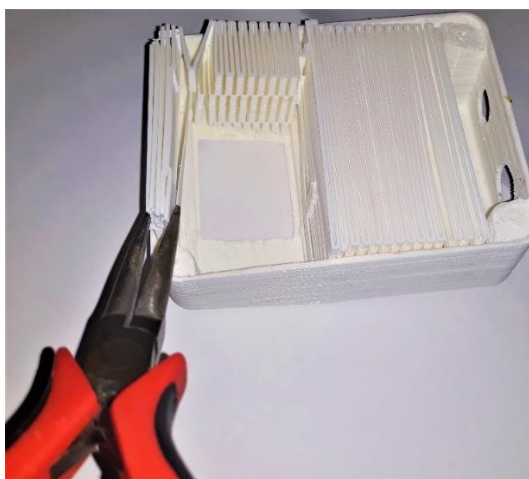


Figura 7 – Îndepărtarea structurilor de sprijin

- îndepărtarea marginilor "brim" (zona plană, cu un singur strat, din jurul bazei piesei, utilizată pentru a preveni deformarea – v. imaginea de mai jos) cu un clește sau un cuțit
- umplerea golurilor din obiect cu material precum rășina epoxidică, chit auto sau soluție de ABS diluat în acetonă
- lustruirea suprafețelor pieselor prin șlefuire sau polizare



Figura 8 – Îndepărtarea bordurilor "brims"

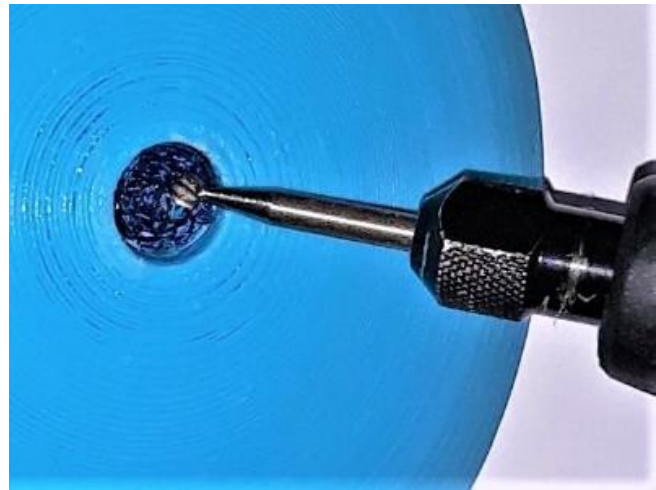


Figura 9 – Finisarea suprafețelor

- netezire chimică sau cu vapori pentru a topi liniile dintre straturi și pentru a oferi un aspect lucios obiectelor imprimate 3D. Acetona este adesea folosită pentru obiectele imprimate cu PLA și ABS.

-



Figura 10 – Obiect imprimat 3D, înainte și după finisarea cu vapori. Sursa: www.geeetech.com

- vopsire cu pensula, aerograf sau prin pulverizare
- acoperire cu rășină epoxidică, metal etc.



Figura 11 – Vopsire piese FDM



Figura 12 – Piesă imprimată 3D placată cu aur. Sursa: <https://i.materialise.com/>

Aplicații ale imprimării 3D

3DP are multe aplicații în diverse sectoare, de la educație la industrie, și în întregul lanț valoric, de la prototipuri până la gestionarea pieselor de schimb. Tehnologia FDM este preferată pentru hobby-uri și în educație, dar e folosită și în anumite domenii profesionale. În această secțiune vom discuta doar câteva dintre aplicațiile 3DP, cu accent pe tehnologia FDM și pe educație.

Educație

3DP este din ce în ce mai implementat în programele educaționale derulate de școli, universități, biblioteci, instituții de învățământ pentru adulți, instituții de învățământ special, makerspace-uri etc. Principalele aplicații sunt:

1. **Instruirea profesorilor în domeniul imprimării 3D.** Acest lucru este foarte important deoarece atitudinile, convingerile cadrelor didactice, precum și cunoștințele și abilitățile lor pot fi bariere în integrarea 3DP în educație.
2. **Instruirea elevilor în domeniul imprimării 3D și dezvoltarea de abilități 3DP.** De obicei elevii învață despre procesul de proiectare 3D, despre software de modelare 3D și funcționarea de bază a 3DP. În plus, elevii sunt încurajați să se implice în rezolvarea problemelor și să își exerseze competențele de comunicare în timp ce lucrează în echipe de proiect.



Figura 13 – Instruire în 3DP

3. **Utilizarea 3DP ca tehnologie de suport în timpul predării.** 3DP îi ajută pe elevi să înțeleagă mai bine anumite subiecte: structură atomică, molecule biologice, geometrie, proprietățile materialelor etc.
4. **Utilizarea 3DP pentru a produce obiecte care ajută la învățare.** Obiectele tipărite 3D sunt folosite în prezent pentru a sprijini predarea anatomiei, chimiei, matematicii, geografiei, fizicii, zoologiei etc. Copii sau modele imprimate 3D ale unor obiecte din patrimoniul cultural pot fi examinate de elevi fără riscul deteriorării originalelor. Modelele tipărite 3D din anatomie și chimie sunt mult mai ieftine decât modelele disponibile comercial.



Figura 14 – Obiecte tipărite 3D folosite pentru predarea anatomiei

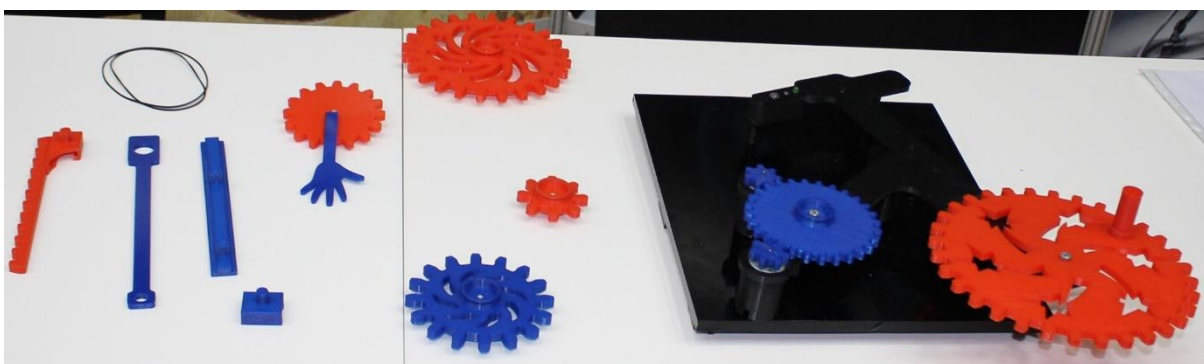


Figura 15 – Obiecte tipărite 3D folosite la predarea fizicii

5. **Crearea de tehnologii de asistență.** 3DP este foarte util în crearea de obiecte pentru elevii cu nevoi speciale de învățare, cum ar fi obiecte didactice tactile, inclusiv materiale grafice pentru a ajuta la predarea programării, matematicii sau la alfabetizare, hărți geografice, hărți astronomice și manuale de istorie.

Tot mai multe școli încorporează 3DP în programelor lor educaționale deoarece ajută la o mai bună pregătire a elevilor pentru viitor. Este un instrument excelent pentru a explica unele concepte abstracte cu ajutorul obiectelor tangibile, pentru a spori motivația elevilor de a studia materiile STEM (Știință, Tehnologie, Inginerie și Matematică) și pentru a le stimula creativitatea facilitând prototipizarea ideilor lor. 3DP promovează dezvoltarea gândirii critice și creative a elevilor, precum și competențele acestora de a rezolva în mod colaborativ probleme.

Numeroase modele educaționale sunt disponibile pentru a fi folosite de profesori la clase. De exemplu, printre cele 1,7 milioane modele 3D încărcate pe Thingiverse există multe modele educaționale. De asemenea, sunt peste 100 de lecții gratuite bazate pe 3DP pe <https://www.thingiverse.com/education> pentru o varietate de niveluri și subiecte.

Prototipare și fabricație

Flexibilitatea și versatilitatea 3DP o fac ideală pentru producția la scară mică și pentru prototipuri. De asemenea, deoarece nu sunt necesare inițial matrițe, dispozitive sau alte instrumente specifice fabricării tradiționale, 3DP este foarte convenabilă pentru producerea de prototipuri, piese unice sau loturi mici. Industrii precum cea auto, a echipamentelor medicale și industria aerospațială utilizează pe scară largă 3DP atât pentru producția de prototipuri cât și pentru producția de piese funcționale.



Figura 16 – Prototip creat prin 3DP



Figura 17 – Piese fabricate prin 3DP

Medicină

Medicina este unul dintre sectoarele care beneficiază cel mai mult de 3DP. Printre aplicații putem număra proteze, implanturi făcute pe măsură, elemente ortodontice, medicamente personalizate sau organe bio-tipărite. Medicii utilizează modele imprimate 3D ale unor părți ale corpului sau organe ale pacienților pentru a stabili tratamente și pentru a vizualiza, planifica și practica intervenții chirurgicale. În prezent, 3DP este utilizat în mod curent în producția de dispozitive medicale cum ar fi proteze de mână, protezele de șold sau coroane și punți dentare.



Figura 18 – 3DP folosit în medicină

Construcții și arhitectură

3DP oferă arhitecților oportunități creative uriașe și schimbă complet modul de realizare a machetelor de arhitectură. Machetele imprimate 3D consumă mult mai puțin timp și necesită mai puțină muncă decât cele tradiționale, permițând schimbări și iterații fără costuri mari.



Figura 19 – Model arhitectural realizat prin 3DP

3DP a fost folosit și pentru construcția de diverse clădiri și poduri. În aceste cazuri, imprimantele 3D folosesc materiale precum beton, ceară, spumă și polimeri. Principalele avantaje sunt legate de complexitatea designului, construirea mai rapidă, de reducerea costurilor cu forța de muncă și de diminuarea risipei.



Figura 20 – Imprimarea 3D a unei clădiri

Artă, bijuterii și modă

Datorită capacității de a crea forme și geometrii complexe, 3DP permite o mare libertate de creație și este adoptată din ce în ce mai mult de către designeri, producători de bijuterii și artiști. Datorită 3DP, este posibil să se experimenteze cu ușurință diferite modele și să se producă piese individuale, unice și personalizate, mult mai ieftin decât cu metodele tradiționale. Materiale precum plasticul, ceramica, aurul sau platina pot fi imprimate 3D pentru a obține obiecte incredibile.



Figura 21 – Brățară imprimată 3D



Figura 22 – Rochii imprimate 3D. Sursa: Financial Review



Figura 23 – Bijuterii imprimate 3D. Sursa: sculpteo.com

Efectele imprimării 3D asupra pieței

3DP afectează structura pieței și are implicații semnificative asupra diferitelor domenii, inclusiv industrie, sănătate, educație, servicii. Nu numai că are efecte directe asupra proceselor de producție ale companiilor, dar a făcut posibilă dezvoltarea unei comunități tot mai mari de "maker"-i care creează și distribuie modele 3D, vând produse imprimate 3D, produc și livrează propriile imprimante 3D pentru utilizare domestică.

Democratizarea tehnologiei

3DP a fost inventată în anii 1980, dar a fost prea scumpă, cu capacități de producție foarte limitate și numai companiile mari au putut să o folosească. De atunci s-au înregistrat progrese uriașe în ceea ce privește capabilitățile, complexitatea și costurile, iar 3DP devine rapid disponibil în masă și este adoptat pe scară largă în foarte multe sectoare industriale.

În prezent, tehnologia 3DP, în special FDM, este accesibilă pe scară largă și are potențialul de a democratiza producția anumitor bunuri. În unele cazuri, consumatorii înșiși pot realiza unele obiecte folosind propria imprimantă 3D sau servicii de imprimare 3D cum ar fi 3D Hubs, Shapeways, Sculpteo etc.

De asemenea, companiile mici și start-up-urile pot acum să-și lanseze produsele pe piață mai repede ca niciodată, fără a construi neapărat linii de producție, și reducând riscurile printr-o producție în serie mică și o prototipare rapidă ieftină.

Stimularea inovării

3DP are capacitatea de a transforma multe industrii, de a deschide noi oportunități pe piață și de a transforma lanțurile de aprovizionare. Capacitatea de a crea prototipuri mai rapid și mai ieftin permite companiilor și persoanelor fizice să-și sporească creativitatea și să inoveze, aducând astfel pe piață produse și soluții noi într-un ritm rapid. Unele domenii, în care 3DP face posibile reduceri de costuri, împreună cu rezultate mai bune, sunt deja transformate: modul de confecționare a modelelor dentare, coroanelor și aliniatoarelor, producția de modele anatomice,

arhitecturale și educaționale, procesul de realizare a bijuteriilor sau a recuzitelor pentru filme.

Personalizare în masă

Deoarece 3DP face rentabilă producția în serie mică, aceasta promovează foarte mult personalizarea în masă, un proces de producție care oferă clienților produse personalizate la prețuri apropiate de cele caracteristice producției de masă. De asemenea, 3DP creează oportunități de co-creare, un proces de proiectare în care contribuțiile clienților și ale altor părți interesate joacă un rol central în dezvoltarea unui produs. De exemplu, compania Local Motors a dezvoltat mai multe mașini care utilizează co-crearea și 3DP.



Figura 24 – Olli, un vehicul electric co-creat. Sursa: <https://localmotors.com>

Deoarece face posibilă producția rapidă și cu costuri reduse a obiectelor personalizate, 3DP a revoluționat numeroase domenii, inclusive piața protezelor.



Figura 25 – Mână protetică imprimată 3D. Sursă: <http://enablingthefuture.org/>

Efectele 3DP asupra pieței forței de muncă

3DP este, de asemenea, un motor puternic al schimbărilor în ocuparea forței de muncă și afectează în diverse moduri piața globală a muncii. Apar frecvent noi slujbe legate de 3DP, pentru ingineri industriali și mecanici, dezvoltatori de software cu expertiză 3DP, ingineri de software specializați în 3DP, designeri familiarizați cu 3DP, tehnicieni pentru imprimante 3D, experți în materiale 3DP, specialiști în post-procesare, consultanți 3DP etc.

Numărul de noi locuri de muncă create datorită 3DP va crește în următorii ani deoarece va fi nevoie de oameni care să fabrice, să vândă, să opereze, să întrețină și să repare echipamente 3DP și să gestioneze lanțurile de aprovizionare, producția și companiile care fac toate acestea.

Software-ul de modelare 3D, software-ul de simulare dedicat 3DP și alte aplicații software specifice creează, de asemenea, noi locuri de muncă pentru programatori, dezvoltatori de software, specialiști TIC etc. În plus, se creează categorii de locuri de muncă complet noi datorită noului val de inovare generat de 3DP precum modelatori biologici și științifici, experți juridici cu expertiză 3DP etc.

Unele locuri de muncă existente vor fi transformate de 3DP, necesitând noi abilități și moduri diferite de lucru. De exemplu, proiectarea pieselor care urmează să fie fabricate prin imprimare 3D necesită cunoștințe și abilități specifice legate de procesul și materialele 3DP.

Fără îndoială, multe locuri de muncă, în special din sectorul producției, vor dispărea. Deoarece 3DP simplifică procesul de producție, liniile de producție vor avea nevoie de mai puțin personal pentru operațiunile de prelucrare, sudare și asamblare. De asemenea, multe locuri de muncă din sectoarele de bijuterii și artizanat sunt expuse riscului, având în vedere capacitățile extraordinare ale 3DP.

3DP are capacitatea de a fabrica în mod eficient produse pe piețele locale, astfel încât este de așteptat ca multe locuri de muncă din industria prelucrătoare externalizate în prezent în China sau în alte țări cu salarii mici să revină în Europa.

Beneficiile imprimării 3D pentru Educație

3DP are potențialul de a facilita învățarea, de a dezvolta abilități, de a inspira creativitate, de a îmbunătăți atitudinile față de tematica și carierele STEM și de a crește implicarea elevilor. În același timp, poate crește și interesul și implicarea profesorilor.

Învățarea cu 3DP este, de asemenea, foarte interesantă deoarece elevii pot experimenta direct a un obiect de studiu, în special din materiile STEM.

Îmbunătățirea participării elevilor

3DP permite profesorilor să illustreze concepte dificile și să sporească implicarea elevilor prin învățare activă. Prin creșterea implicării în clasă, participarea elevilor poate fi îmbunătățită și poate fi creat un mediu de învățare satisfăcător pentru toți. Elevii sunt în mod deosebit implicați când își folosesc mâinile și creează ceva ce pot vedea, atinge, arăta, explica și când pot folosi rezultatele fizice ale eforturilor lor. Toate acestea sunt posibile prin implementarea 3DP în clasă.

Promovarea învățării active

Învățarea activă urmărește să-i implice pe elevi și să-i încurajeze să interacționeze cu procesul de învățare, spre deosebire de preluarea pasivă a informațiilor. 3DP promovează practici active de învățare, permițând elevilor să investigheze, să exploreze, să proiecteze sau să construiască diverse lucruri și să experimenteze obiecte prin atingere și simțire. Când sunt implicați, elevii își pot descoperi talentele și pot dezvolta abilități de gândire critică și de rezolvare a problemelor. De asemenea, 3DP îi ajută pe elevi să înțeleagă că e normal să greșescă și să vadă eșecul ca o oportunitate de a persevera și de a deveni mai buni.

Utilizarea obiectului imprimat 3D în procesul de învățare îi poate ajuta pe elevi să înțeleagă subiectul și să rețină mai ușor informațiile.

Încurajarea gândirii creative

Folosind 3DP, elevii pot experimenta o idee prin încercare și eroare, iar acest lucru îi încurajează să fie inovatori și creativi. Prin urmare, își vor aminti mult mai ușor faptele

și lecțiile învățate. Învățarea este îmbunătățită pe măsură ce, în timpul procesului, încearcă lucruri noi, testează teorii și gândesc mai creativ.

Creșterea interesului elevilor pentru educația STEM

3DP oferă oportunități excepționale de învățare în știință, tehnologie, inginerie, artă și matematică, permițând elevilor să învețe mai ușor concepte complexe și oferind profesorilor instrumente noi.

Elevii sunt adesea plictisiți sau frustrați de orele STEM predate din manuale și nu reușesc să înțeleagă relația dintre aceste materii și aplicațiile din lumea reală. 3DP oferă elevilor șansa de a experimenta subiecte ale materiilor STEM într-un mod captivant, interesant și practic și pot vedea conexiunile dintre acestea și viața reală. 3DP poate inspira curiozitate asupra materiilor STEM și îi poate încuraja să experimenteze și să exploreze ideea unei cariere în științe sau inginerie.

Oferirea de oportunități pentru practicarea unor stiluri de învățare diferite

3DP facilitează punerea în aplicare a unor concepte precum “învățare prin practică”, “învățare experiențială” și “învățare din plăcere”. Încurajează experimentarea creativă, permite inovarea produselor și încurajează spiritul antreprenorial, sprijină integrarea cunoștințelor tehnice de la alte cursuri și facilitează abordările multidisciplinare și interdisciplinare.

3DP nu este doar o modalitate prin care elevii pot experimenta, ci ar putea inspira următoarea generație de ingineri, arhitecți sau designeri. De asemenea, poate ajuta elevii care au dificultăți cu teoriile învățării tradiționale și cu subiectele dintr-un manual, dar sunt mult mai capabili și au mai mult succes atunci când lucrează cu obiecte fizice.

Imprimantele 3D pot reduce decalajul dintre sectoarele științifice și artistice, îmbunătățind învățarea și productivitatea elevilor.

3DP deschide noi posibilități de învățare, permițând elevilor să-și vadă ideile prinzând viață și să interacționeze cu obiectele pe care le-au creat în moduri ce nu erau posibile anterior. De asemenea, profesorii și elevii pot reproduce obiecte de muzeu precum fosile și artefacte istorice pentru a le studia în clasă, pot proiecta și realiza modele 3D

care să ajute la o mai bună înțelegere a noțiunilor din matematică, chimie, biologie, geografie etc.

Deoarece 3DP va fi o parte a viitorului, atât profesional cât și personal, este foarte important să-l introducem în educația școlară.

Tendențe în imprimarea 3D

3DP este o industrie foarte dinamică, cu evoluții rapide în multe domenii diferite: echipamente, software, materiale, aplicații, legislație, piața muncii etc. și va avea un impact semnificativ asupra viitorului oamenilor și al companiilor. În consecință, există numeroase tendințe și direcții posibile de extindere ale 3DP. În acest capitol vom discuta doar despre unele dintre acestea, care sunt relevante pentru grupul nostru țintă: manageri, profesori și elevi din învățământul secundar.

O primă tendință este reducerea continuă a prețurilor imprimantelor 3D și a costurilor materialelor 3DP, combinată cu o îmbunătățire a performanțelor oferite, care face imprimarea 3D tot mai accesibilă. În plus, datorită îmbunătățirilor software și hardware, imprimantele 3D și procesele 3DP vor fi mai simplu de gestionat, modelele 3D mai ușor de obținut (modelare 3D și scanare 3D mai ușoare) și calitatea pieselor finale mult îmbunătățită. Toate acestea vor contribui în continuare la răspândirea 3DP în case, școli și companii, cu efecte importante asupra economiei și societății.

3DP promovează democratizarea producției și tot mai mulți oameni vor putea să fabrice diverse produse, creându-se astfel noi oportunități de inovare și de antreprenariat. Artiști, meșteșugari și designeri vor folosi din ce în ce mai mult imprimarea 3D pentru a crea obiecte de artă, articole de modă, piese unice. Maker-ii vor putea realiza tot mai multe lucruri pe măsură ce capacitățile 3DP se extind.

O creștere semnificativă a pieței globale 3DP este de așteptat în următorii ani. 3DP va fi din ce în ce mai folosită în diferite industrii iar extinderea sa va duce la o creștere a vânzărilor de produse și servicii 3DP precum și la o creștere a numărului de noi locuri de muncă disponibile pentru persoanele cu abilități și cunoștințe relevante pentru

3DP. În consecință, elevii expuși la 3DP în școală vor avea un mare avantaj competitiv pe piața muncii.

În următorii ani 3DP va deveni, în multe cazuri, o alternativă la tehnologiile actuale de fabricație. Deși astăzi 3DP este utilizată în principal pentru prototipuri și fabricarea în serie mică, în următorii ani se așteaptă să fie folosită pe scară largă în toate tipurile de producție.

Tehnologiile 3DP vor continua să se dezvolte într-un ritm rapid, permițând crearea de piese mai rezistente, mai mari și de calitate mai bună, oferind viteze de imprimare mai mari, costuri mai mici, o gamă mai variată de materiale și noi aplicații. Se așteaptă să fie inventate materiale noi, pe lângă o utilizare mai mare a metalelor, materialelor ceramice, materialelor biologice, produselor alimentare etc. De asemenea, este de așteptat să devină realitate imprimarea 3D cu mai multe materiale în același timp.



Figura 26 - Concept pentru o imprimantă 3D foarte mare. Sursa: modix3d.com

3DP face posibilă producția de bunuri unde și când este nevoie. De exemplu, diverse componente și piese de schimb pot fi stocate ca fișiere digitale care pot fi imprimate 3D la cerere, reducând inventarul fizic precum și spațiul, costurile și riscurile relative depozitării. De asemenea, în viitor, este posibil ca în loc de mari fabrici centralizate să existe mici ateliere 3DP locale. Acest lucru va elimina necesitatea transportului mărfurilor fabricate, economisind combustibil, timp și forță de muncă și va reduce poluarea.

Cu 3DP, diverse produse și piese pot fi realizate nu numai în fiecare colț al Pământului, ci chiar și în afara planetei. Există deja o imprimantă 3D pe Stația Spațială Internațională și sunt idei pentru a construi baze pe Lună, Marte sau mai departe, folosind imprimante 3D și materiale locale. Agenția Spațială Europeană (ESA) studiază fezabilitatea imprimării 3D folosind sol lunar, în timp ce NASA a organizat “3D-Printed Habitat Challenge”, o competiție pentru crearea de adăposturi adecvate folosind resursele disponibile la fața locului pe Lună, Marte sau în alte asemenea locații.



Figura 27 – O imprimantă 3D pe Stația Spațială Internațională. Sursa: <https://madeinspace.us>



Figura 28 – Concept de construcție tipărită 3D pe Marte. Sursa: NASA

Pentru ca imprimarea 3D să fie adoptată pe scară cât mai largă, toate aceste progrese tehnice trebuie să fie însoțite de educație și dezvoltarea competențelor. Acest lucru se poate realiza printr-o implementare pe scară largă a 3DP în educație, cu ajutorul profesorilor corespunzător instruiți și cu echipamente, materiale și programe adecvate.

Concluzii

Imprimarea 3D a început să-și pună amprenta asupra multor aspecte ale vieții economice și sociale, iar impactul va fi și mai mare în viitor în ceea ce privește aplicațiile, locurile de muncă, transformarea industriilor, antreprenoriatul etc. Așadar, vor fi necesare abilități și cunoștințe adecvate legate de 3DP pentru a beneficia de oportunitățile rezultate și pentru o bună adaptare la schimbările care vin. Sectorul educației poate susține atât dezvoltarea pieței 3DP, cât și familiarizarea cu tehnologia prin implementarea 3DP în școală, pregătind astfel elevii pentru viitor. Una din cerințele importante pentru a face posibil acest lucru este să avem profesori instruiți corespunzător.



Figura 29 – Profesori și 3DP

Aspecte tehnice ale utilizării 3DP

Introducere

Alegerea imprimantei 3D potrivite poate fi o provocare, mai ales atunci când se cumpără o imprimantă pentru școală. Trebuie să fim atenți, pe de o parte, atât la siguranță, cât și la posibilitățile oferite de imprimantă, iar pe de altă parte să luăm în considerare posibilitățile financiare ale școlii și costurile utilizării imprimantei. Prin urmare, textul de mai jos vă va familiariza cu unele dintre specificațiile și caracteristicile imprimantelor la care merită să fiți atenți pentru a face o achiziție în cunoștință de cauză și pentru a vă asigura că imprimanta va fi utilă în procesul educațional.

Următorul text vă va oferi cunoștințe despre componentele de bază ale unei imprimante 3D, vă va prezenta software-ul de modelare 3D și pe cel necesar secționării modelului 3D într-un format care poate fi printat. Acest capitol vă va oferi, de asemenea, o prezentare generală a pașilor pe care trebuie să-i urmați pentru a pregăti primul model și a-l imprima.

Textul prezintă, de asemenea, exemple de imprimante, specificațiile acestora, creioane 3D, care pot fi o alternativă interesantă, și primul pas în procesul educării elevilor în imprimarea 3D. Textul se încheie cu o scurtă instruire, ca să fiți conștienți de pericolele imprimării 3D, în special în școală.

La final veți găsi adrese utile care vă vor ajuta în munca dumneavoastră.

Principalele componente ale imprimantei 3D

Primul pas pentru a înțelege cum funcționează o imprimantă 3D este cunoașterea elementelor sale principale. Acest capitol va prezenta câteva părți importante ale imprimantei.

Placa de bază

Placa de bază (cunoscută și sub numele de placă de control) este partea principală a imprimantei 3D. Această componentă este responsabilă de gestionarea imprimantei și de citirea G-code*.

Placa de bază influențează calitatea imprimantei. Este adesea numită "creierul" imprimantei¹.

*G-code un set de comenzi simple, iar acestea sunt, la rândul lor, un set de instrucțiuni pentru imprimantă.

¹ <https://pick3dprinter.com/3d-printer-parts/#motherboard-or-controller-board>

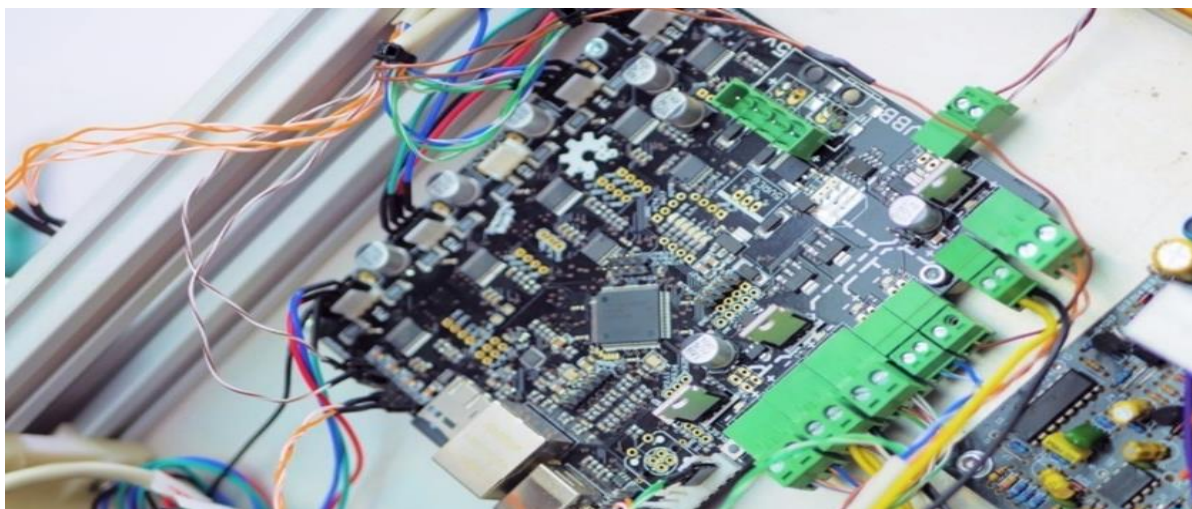


Figura 30 – Placa de bază. Sursa: <https://all3dp.com/2/5-fantastic-3d-printer-controller-boards/>

Cadru

Cadrul este baza pentru toate celelalte componente ale imprimantei. Unul dintre scopurile sale principale este asigurarea stabilității, astfel încât procesul de imprimare să se deruleze în cele mai bune condiții posibile. Desigur, atunci când cumpărați imprimanta este bine să vă uitați cu atenție și să observați durabilitatea cadrului. Practic, puteți găsi acum cadre din metal sau acril. Datorită caracteristicilor metalului, cadrul metalic va fi o alegere bună, cu atât mai mult cu cât imprimantele 3D din gama de prețuri reduse sunt, deja, din ce în ce mai des echipate cu cadru metalic. Un alt lucru care merită atenție legat de tipul de cadru ales, pentru că există cadre închise, deschise (de asemenea, se pot întâlni și cadre semi-închise, dar acest lucru este destul de rar)². Cadrul închis va fi o alegere mai bună (practic necesară) atunci când se lucrează cu material ABS, deoarece o astfel de construcție permite menținerea temperaturii ridicate cerute de acest tip de filament (ceea ce nu e posibil în construcția deschisă).

² <https://pick3dprinter.com/3d-printer-parts/#frame>

Materiale pentru imprimare



Figura 31 - Filamente. Sursa: <https://www.allthat3d.com/3d.com/3d>

Sursa de alimentare

PSU (power supply unit – sursa de alimentare) este adesea deja încorporată în cadrul imprimantei. Poate fi, de asemenea, o componentă separat. Scopul său e de a furniza energie imprimantei 3D. Asigurați-vă că sursa de alimentare este compatibilă cu imprimanta dvs. Atunci când comandați o imprimantă din altă țară (de exemplu, China) asigurați-vă, de asemenea, că alimentatorul e compatibil cu tensiunea utilizată în țara în care locuiți³.

Extrudor / Cap de imprimare

Extrudorul este un dispozitiv al cărui scop este extrudarea filamentului. Este alcătuit din mai multe părți importante, care sunt prezentate în figura de mai jos.

³ <https://3dinsider.com/3d-printer-parts/>

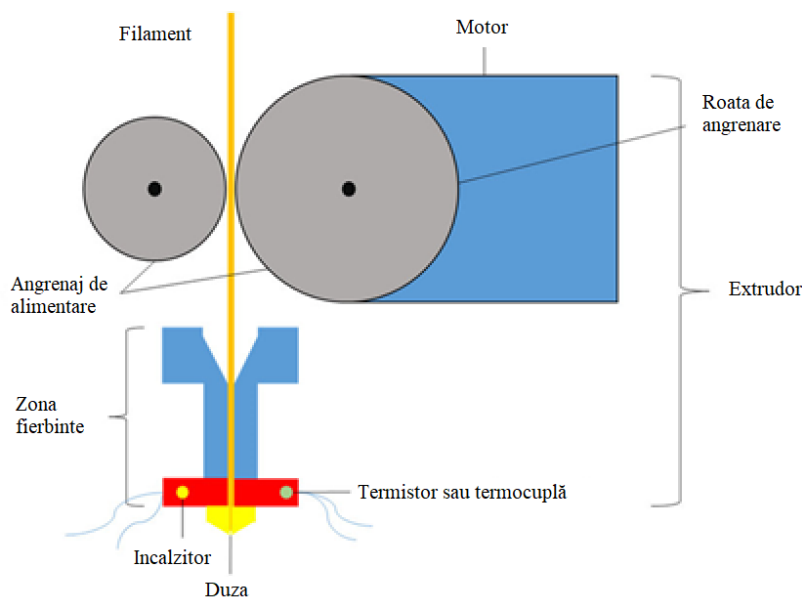


Figura 32 - Extrudor. Sursa: https://www.researchgate.net/figure/Schematic-picture-of-3D-printer-extruder_fig4_311883713

Cel mai important lucru pe care trebuie să-l știți este că extrudorul e practic împărțit în două părți: zona fierbinte (hot end) și zona rece.

Zona rece constă dintr-un motor și un angrenaj de alimentare, care au scopul de a deplasa filamentul către duză. Zona fierbinte constă din încălzitor, duză și un termistor sau o termocuplă. În această zonă, filamentul este încălzit și expulzat prin duză, la temperatura potrivită. Merită să știți că există diverse posibilități atunci când vine vorba de duză. Puteți găsi duze de diferite dimensiuni: mai mari (>0.4mm) și mai mici (<0.4mm). Duzele sunt realizate din diverse materiale și sunt concepute pentru diferite filamente⁴.

Masa de imprimare 3D

Pur și simplu, aici se creează produsul final. Unele imprimante folosesc masa de imprimare încălzită, iar altele nu. Practic, atunci când se utilizează material PLA nu este nevoie de masă de imprimare încălzită. E diferit pentru ABS și alte filamente mai avansate, acolo masa de imprimare încălzită este foarte necesar. Masa de imprimare în sine este fabricată din diferite materiale (de exemplu, sticlă/aluminiu). Merită menționat că sunt mese de imprimare care se calibrează automat pentru tipărire, dar există și mese de imprimare care trebuiesc calibrate manual de către utilizator⁵.

⁴ <https://all3dp.com/2/3d-printer-nozzle-size-material-what-to-know-which-to-buy/>

⁵ <https://www.sculpteo.com/en/glossary/printer-bed-definition/>

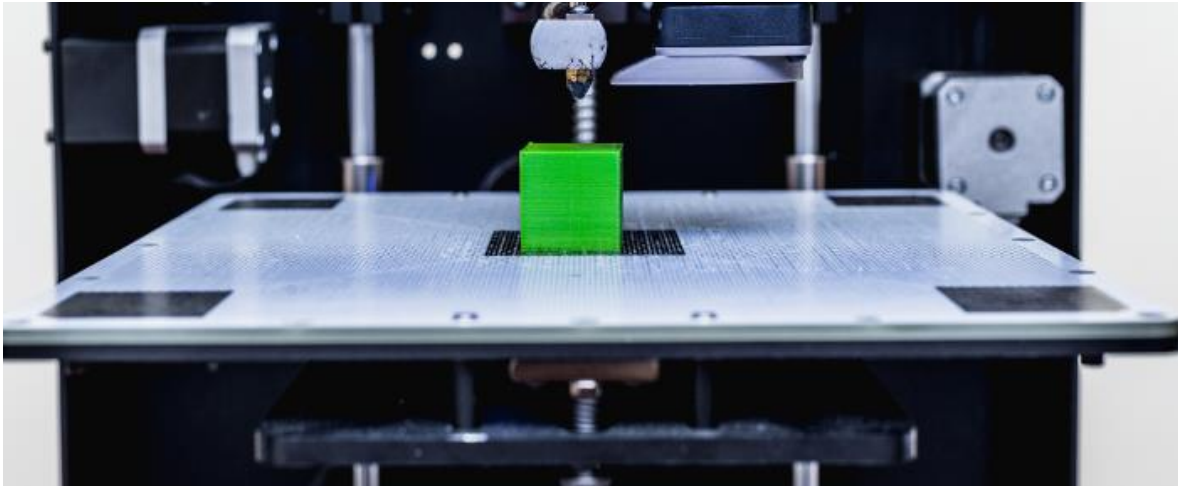


Figura 33 – Masă de imprimare 3D. Sursa: <https://www.sculpteo.com/en/glossary/printer-bed-definition/>

Alegerea unei imprimante 3D

Pentru a putea alege imprimanta potrivită școlii dvs., trebuie mai întâi să înțelegeți ce înseamnă specificațiile individuale enumerate în descrierea produsului. În plus, ar trebui să aveți o viziune asupra modului în care elevii vor lucra în clasă, astfel încât să le puteți îndeplini mai bine așteptările. Mai târziu, în text, veți găsi exemple de imprimante și specificațiile acestora.

Atunci când cumpărați o imprimantă pentru școală, luați în considerare mai degrabă echipamentele pentru amatori decât cele foarte profesionale. În principiu, imprimanta este concepută pentru a preda cu ajutorul ei elementele de bază ale imprimării 3D și pentru a transmite ideile și cunoștințele necesare ce vor ajuta la înțelegerea procesului de imprimare. La acest nivel nu e nevoie de echipamente profesionale.

Așadar să analizăm câteva opțiuni și specificațiile acestora:

Creion de imprimare 3D

Descriere: Primul produs nu este atât o imprimantă, cât un creion, care permite crearea de lucruri în 3D. Principalul său avantaj este prețul. Este ieftin și realizat în așa fel încât elevii să poată înțelege cum funcționează imprimarea 3D. Există un filament special în creion (cel mai adesea va fi ABS - acrilonitril butadien stiren), care e încălzit și "iese" prin vârful creionului sub formă de lichid ce îngheață aproape instantaneu în aer.



Figura 34 – Exemplu de creion 3D. Sursa: <https://3dprint.com/119065/colido-3d-printing-pen/>

Cum îl utilizați în clasă?

Creionul este complet sigur, poate fi folosit și de cei mici și ei pot înțelege cu ușurință cum funcționează imprimarea și își pot exercita abilitățile artistice. Deoarece rezultatele lucrului cu acest creion sunt vizibile imediat și nu trebuie să aștepte timp îndelungat, poate fi foarte eficient. Filamentele sunt relativ ieftine și ușor accesibile. În afară de aceasta, puteți cumpăra șabloane suplimentare care vă permit să creați proiecte atractive și interesante⁶. Este important că unele companii, cum ar fi **3Doodler**, oferă planuri de lecții și pachete de învățare pregătite, pe care școlile le pot folosi.

Exemple de produse:

- **3Doodler**

Shop: <https://intl.the3doodler.com/pages/pricing>

- **3Dximo MultiPro**

Shop: <https://3dsimo.com/multipro>

Imprimante 3D pentru școli

Descriere: Dintre imprimantele 3D care pot fi folosite de amatori sau pentru învățarea imprimării 3D, cel mai bine e să se utilizeze modelele care sunt relativ ieftine, deoarece nu este așa de importantă calitatea ridicată a imprimării, ci mai mult predarea și înțelegerea funcționării acestei tehnologii.

Când vine vorba de produse pentru amatori, merită să vă concentrați asupra câtorva dintre elementele lor, cum ar fi **cadrul** – *asigurați-vă că structura este puternică și cât mai rigidă posibil*, sau **filamentul** – *încredințați-vă că filamentul poate fi montat rapid și ușor pe mâner*.

Cum se folosește în clasă?

Utilizarea imprimării 3D în sala de clasă se poate face pe mai multe niveluri. De la învățarea procesului teoretic de imprimare, la crearea și tipărirea modelelor.

Când vine vorba de tipărirea modelelor de imprimare, acestea pot fi luate, în general, din 5 locuri:

- Le puteți realiza singur;
- Le puteți descărca gratuit de pe internet;
- Puteți cumpăra un proiect de pe internet;
- Rugați pe cineva să vă pregătească un proiect;
- Utilizați un scanner 3D⁷.

⁶ <https://3dpenhub.com/3d-pens-how-do-they-work/>

⁷ <https://3dprintingcenter.net/2020/01/11/5-things-that-need-to-be-considered-when-buying-a-3d-printer/>

Câteva exemple de pagini cu proiecte gratuite și altele cu proiecte contra cost:

- <https://www.thingiverse.com/>
- <https://www.myminifactory.com/store>
- <https://www.instructables.com/>
- <https://www.prusaprinters.org/>
- <https://cults3d.com/en>

După cum puteți vedea, multe modele sunt disponibile pentru a fi descărcate gratuit. Acestea sunt, desigur, modele foarte simple dar foarte potrivite pentru prezentarea imprimării în clasă.

Software de modelare 3D

Dacă doriți să creați propriul model 3D, va trebui să utilizați software gratuit de modelare. Iată câteva programe software pe care le puteți folosi pentru a face acest lucru. Aveți la dispoziție opțiuni atât gratuite, cât și contra cost. În funcție de abilitățile dvs., puteți utiliza și instrumente mai mult sau mai puțin profesionale. Condiția prealabilă pentru acest program este că trebuie să salveze modelul finalizat în format STL.

Format STL – acesta este un format creat pentru fabricarea aditivă de sisteme 3D. Este un produs final de modelare CAD (de obicei). Codifică geometria unui obiect 3D⁸.

FreeCAD

Este un program open-source și este complet gratuit.

Pentru a-l utiliza, trebuie să cunoașteți cerințele pentru versiunea curentă a programului. În acest moment îl puteți descărca pe Windows (minimum Win 7); Mac (minimum Mac OS X 10.11 El Capitan) și Linux⁹. Trebuie doar să descărcați și să-l instalați, apoi puteți începe crearea modelelor dorite.

Preț: Gratuit

Formate de fișiere: STEP, IGES, OBJ, STL, DXF, SVG, DAE etc

⁸ <https://all3dp.com/what-is-stl-file-format-extension-3d-printing/>

⁹ <https://www.freecadweb.org/downloads.php>

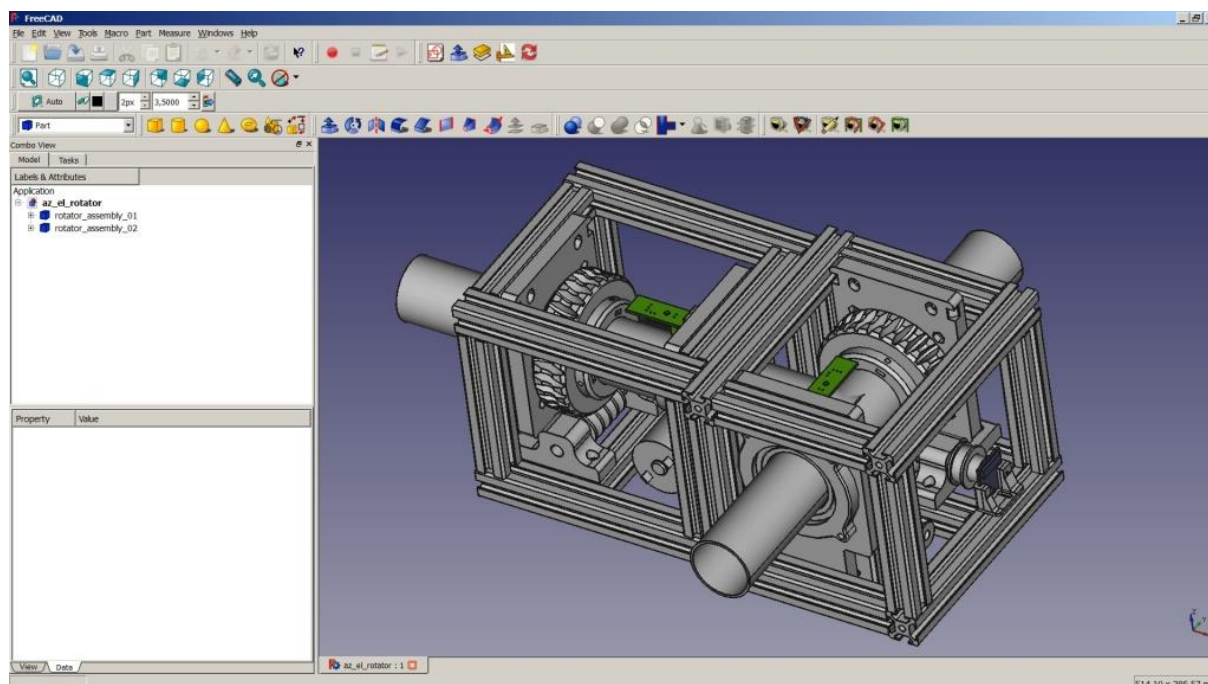


Figura 35 - FreeCAD. Sursa: https://wiki.freecadweb.org/Release_notes_0.16

SketchUp

SketchUp este un alt program care vă oferă posibilitatea de a crea modele 3D. Poate fi folosit gratuit, dar în acest caz este limitat. Există diferite planuri, iar prețurile depind de ce tip de consumator sunteți. Poate fi lansat în browser.

- Pentru uz personal;
- Pentru uz profesional;
- Învățământ superior;
- Învățământ primar și secundar.

Dacă alegeți opțiunea gratuită, singurul lucru pe care trebuie să-l faceți este să vă înregistrați pe platformă.

Preț: opțiunea gratuită este disponibilă, dar limitată.

Formate de fișiere: SKP, STL, PNG

TinkerCAD

TinkerCAD este interesant deoarece nu trebuie să-l descărcați și instalați, puteți proiecta în browser. E un instrument ușor și simplu, foarte potrivit pentru începători ca să învețe. Tot ce trebuie să faceți e să vă creați un cont pe platformă. Așadar, îl puteți folosi la imprimarea 3D.

Puteți utiliza lecții 3D gata făcute pentru a învăța cum să proiectați diferite modele.

Preț: gratuit

Formate de fișiere: OBJ, SVG, STL, PART

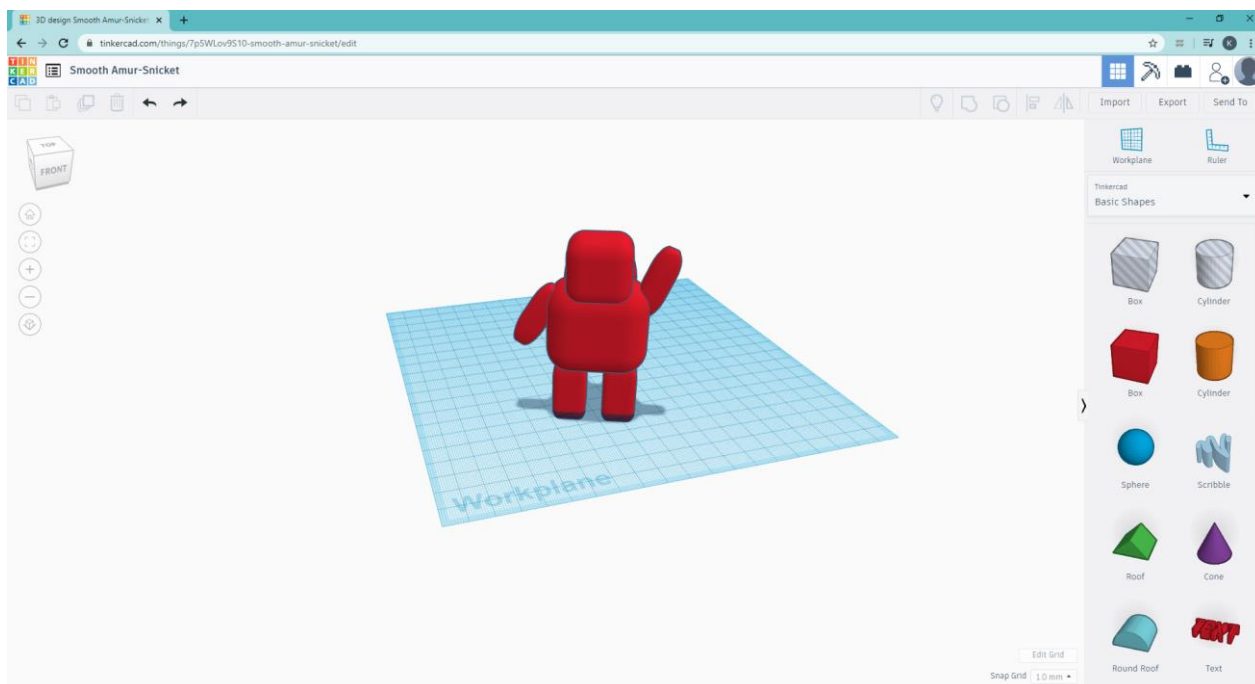


Figura 36 – TinkerCAD

Există mai multe programe / platforme pentru a crea astfel de modele. Alegerea ar trebui să depindă, de obicei, de experiența dvs. și de cât de complexe doriți să fie modelele create. Pentru începătorii total, cea mai bună opțiune este probabil TinkerCAD.

Software de secționare

Odată ce ați pregătit modelul, următorul lucru pe care trebuie să-l faceți este să îl secționați cu ajutorul unui program slicer 3D. Puteți găsi o mulțime de furnizori de astfel de software gratuit.

Scopul acestui software este de a converti modelul pregătit din format STL (cel mai adesea va fi STL, dar pot fi și alte formate, ca de exemplu AMF sau OBJ) într-un fișier cu comenzi pentru imprimantă (G-code). Apoi, se transferă fișierul G-code¹⁰ la imprimantă (de exemplu cu ajutorul unui USB) și se lansează imprimarea modelului propriu-zis.

Software-ul slicer are rolul de a secționa modelul în straturi, dar este responsabil, de exemplu, și pentru crearea structurilor cu rol de suport. Aceste structuri sunt utile dacă forma obiectului imprimat necesită acest lucru, ele asigurând stabilitate în timpul procesului de imprimare și împiedicând scurgerea filamentului. Nu trebuie să plasați structurile suport în timpul procesului de modelare în software-ul dvs., slicer-ul o va face pentru dvs. și va arăta unde sunt necesare. Desigur, după terminarea imprimării, structurile de suport trebuie îndepărtate.

¹⁰ Evans, Brian. Practical 3D Printers: The Science and Art of 3D Printing. apress. ISBN 978-1-4302-4393-9.

De asemenea, slicer-ul vă va permite să gestionați mai multe variabile care afectează calitatea produsului dvs. final, și anume grosimea stratului, grosimea pereților, densitatea de umplere, viteza de imprimare. După stabilirea acestor criterii, secționarea se face automat, iar rezultatul este un fișier G-code.

Există un mare număr de software-uri 3D slicing pe piață ca, de exemplu, cele prezentate în continuare.

Cura



Figura 37 – Cura. Sursa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cura_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Cura_(software))

Cura este un software gratuit și e conceput pentru toate tipurile de utilizatori, de la începători la avansați. Este, cu siguranță, unul din cele mai populare softuri slicer. Cura acceptă formate precum: STL, 3MF și OBJ. O soluție interesantă oferită de Cura este, de exemplu, posibilitatea de a vizualiza timpul de imprimare sau de a vedea o estimare a cantității de material care va fi utilizat¹¹.

¹¹ <https://all3dp.com/1/best-3d-slicer-software-3d-printer/>

Slic3r



Figura 38 – Slic3r. Sursa: <https://amtech3d.com/software/slic3r-logo-with-text/>

Slic3r este un alt software gratuit, foarte popular, dedicat modelelor 3D. Slic3r se caracterizează printr-o mulțime de setări și opțiuni. Multe dintre setările pe care le considerăm standard astăzi își au originea în acest software special¹².

Alte caracteristici ale acestui software – este foarte rapid și ușor de utilizat. Suportă formatele STL, AMF și OBJ. În cazul Slic3ra nu există timp de imprimare afișat și nici nu puteți vedea estimarea cantității de material (așa cum e în Cura).

Netfabb Standard



Figura 39 – Netfabb. Sursa: <https://cimquest-inc.com/netfabb/>

Aceasta este o altă soluție (slicer) care pregătește modele pentru imprimarea 3D. Este foarte complex, dar nu este gratuit. Prețul este de 30 USD/lună (puteți alege, de asemenea, un contract

¹² Ibidem.

mai lung – de exemplu anual, și astfel prețul lunar va scădea). Netfabb oferă și alte produse, cum ar fi Netfabb premium/ultimate. Software-ul este deținut de Autodesk (achiziționat în 2015)¹³. Acest software vă permite, desigur, să gestionați un fișier STL, de exemplu, analizându-l, editându-l și reparându-l. Este un instrument avansat, potrivit mai degrabă pentru utilizatorii profesioniști.

Așadar, indiferent de software-ul pe care decideți să-l utilizați pentru slicing, ceea ce contează este rezultatul final, oglindit în produsul obținut prin imprimare.

Să rezumăm cunoștințele pe care le avem deja și să urmărim procesul de imprimare. Pașii pentru imprimarea modelului 3D sunt:

Pasul 1. Gândiți-vă la ceea ce doriți să creați. De asemenea, trebuie să vă amintiți de limitele tehnologiei de imprimare 3D și ale imprimantei cu care veți lucra (de exemplu, suprafața de imprimare are dimensiuni specifice etc.).

Pasul 2. Pregătiți un model folosind programe de modelare 3D, cum ar fi FreeCAD, SketchUp, TinkerCAD, sau descărcați modelul dorit din arhive on-line specializate și la care aveți acces. Ideal, rezultatul final al modelării ar trebui să fie un fișier .stl sau .obj.

Pasul 3. Utilizați o aplicație slicer, cum ar fi Cura, de exemplu, care vă convertește modelul în fișier G-code, ce poate fi "citit" de o imprimantă 3D. Aici puteți seta o mulțime de variabile care afectează piesa finală (de exemplu, temperatura și viteza de imprimare).

Pasul 4. Imprimarea și obținerea obiectului dorit.

Pasul 5. După imprimare, este posibil să descoperiți că produsul nu este perfect, poate avea defecte mai mici sau mai mari. Va trebui să verificați și să corectați setările, apoi puteți imprima din nou.

¹³ <https://www.autodesk.com/products/netfabb/overview?plc=NETFS&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>

Specificații tehnice ale unor imprimante 3D populare

Imprimantă Monoprice MP Select Mini 3D V2



Figura 40 - Monoprice MP Sursa: https://www.monoprice.com/product?p_id=21711

Imprimanta de mai sus costă aproximativ 200 euro. Este relativ ieftină, iar producătorul său asigură că este cel mai bun preț pentru clasa căreia îi aparține această imprimantă. Are masa de imprimare încălzită și vă permite să lucrați cu diferite tipuri de filament. Vă puteți conecta la această imprimantă și prin WI-FI. Producătorul asigură, de asemenea, că imprimanta este deja calibrată și gata de utilizare, deci nu e nevoie s-o asamblați etc., acest lucru economisind timpul dvs.

Imprimanta este compatibilă cu sistemele de operare Windows și Mac, are un slot pentru card microSD și o intrare USB.

De asemenea, producătorul asigură că imprimanta este compatibilă cu Cura, Repetier etc. În afară de imprimantă, sunt incluse și diverse alte accesorii, cum ar fi cablul micro USB, microSD card, racletă și multe altele. Echipa de asistență vă ajută înainte și după achiziție, oferind asistență tehnică și, de asemenea, puteți să returnați produsul¹⁴.

Tehnică: FDM

Suprafața de printare: 120x120x120 mm

Diametru duză: 0,4 mm

Tip de filament: PLA / PLA+

¹⁴ https://www.monoprice.com/product?p_id=21711

Creality Ender 3 Pro



Figura 41 - Creality Ender 3 Pro. Sursa: https://pl.gearbest.com/3d-printers-3d-printer-kits/pp_009869130016.html

O altă imprimantă prezentată este Creality Ender-3 Pro. Costă aproximativ 300 euro. Are suprafața de printare mai mare decât imprimanta anterioară și mai multe posibilități în ceea ce privește tipul de filament care poate fi folosit. Imprimanta trebuie să fie montată, dar atunci când o cumpărați este parțial montată, deci acest lucru nu e complicat și nu necesită mult timp din partea dvs. Producătorul asigură că încălzirea durează doar 5 minute și puteți relua imprimarea după oprirea acesteia (automat). Producătorul include și diferite accesorii în set¹⁵.

Tehnică: FDM

Suprafața de printare: 220x220x250 mm

Diametru duză: 0,4 mm

Tip de filament: PLA, ABS, cu lemn, TPU, cu gradient de culoare, cu fibră de carbon etc¹⁶.

¹⁵ <https://botland.com.pl/pl/drukarki-3d-creality/13447-drukarka-3d-creality-ender-3-pro.html>

¹⁶ <https://www.drukarki3d.seb-comp.pl/drukarki-3d/273-creality-ender-3-pro.html>

Recomandări privind imprimantele 3D pentru aplicații școlare

Ce pași sunt necesari înainte de a cumpăra o imprimantă 3D?

1. Specificați bugetul

Primul pas în alegerea unei imprimante ar trebui să fie stabilirea bugetului alocat pentru această achiziție. Prin urmare, vă puteți concentra pe segmentul de imprimante care vă este accesibil financiar, pentru că se pot găsi pe piață imprimante care costă de la câteva zeci de euro (cum este creionul 3D), până la altele care costă câțiva mii sau zeci de mii de euro (pentru uz industrial). Prețul va fi unul dintre criteriile principale pentru multe școli.

2. Asistență pentru clienți

Înainte de a cumpăra o imprimantă, este o idee bună să verificați dacă compania care vinde produsul oferă suport tehnic clienților, dacă există posibilitatea de returnare și dacă, de exemplu, există acces ușor la piese de schimb. Acest lucru poate fi foarte important, având în vedere că imprimantele se pot deteriora ușor atunci când sunt folosite în sala de clasă de elevi începători. Un alt aspect este că asistența tehnică poate fi utilă încă din faza de asamblare și de instalare a software-ului, mai ales dacă profesorii nu au avut ocazia să folosească imprimarea 3D înainte și nu au cunoștințe despre electronică și automatizare.

3. Siguranță

Având în vedere că imprimanta va fi utilizată pentru învățarea în sala de clasă și va fi folosită de mai multe persoane, aceasta trebuie să fie sigură pentru operare. Consultați capitolul 4 pentru mai multe informații despre siguranță și la ce trebuie să aveți grijă când lucrați cu echipamentul.

4. Dimensiunea suprafeței de imprimare

Acest lucru ne va spune dimensiunea obiectelor pe care le putem imprima. E important să realizați că nu veți avea nevoie de o suprafață mare pentru a învăța imprimarea 3D. Piese foarte mari au nevoie de mult timp (chiar și câteva zile), iar costul lor (electricitate, materiale) este, de asemenea, foarte ridicat. În plus, în cazul imprimării pieselor foarte mari, există riscul ca modelul să fie deteriorat de o persoană fără experiență¹⁷.

5. Tehnologia de imprimare

Capitolul anterior, *Introducere în 3DP*, vă prezintă diferite tehnologii de imprimare. Studiați-l și gândiți-vă la alegerea dvs. Cea mai ieftină opțiune va fi, probabil, tehnologia FDM.

6. Produs gata de utilizare sau care necesită asamblare

¹⁷ <https://www.tomsguide.com/us/3d-printer-buyers-guide,news-17651.html>

Atunci când cumpărați o imprimantă dintr-o gamă de prețuri mai mici, adesea va fi nevoie să o montați singuri. În plus, trebuie să verificați setările și chiar să le ajustați, lucru care vă poate consuma mult timp. Prin urmare, merită să acordați atenție formei sub care va ajunge la voi imprimanta cumpărată¹⁸.

Aspecte tehnice al utilizării imprimantei 3D

Deocamdată, cea mai populară și mai frecvent utilizată tehnologie pentru realizarea produselor imprimate 3D de către amatori este FDM/FFF. Prin urmare, ne vom concentra asupra ei ca fiind o alegere potrivită pentru școli.

Vom începe cu o explicație, și anume că tehnologia FDM (Fused Deposition Modelling) nu este aceeași cu tehnologia FFF (Fused Filament Fabrication), dar există atât de multe asemănări încât putem găsi adesea ambele forme menționate de către vânzător. Pentru a clarifica acest lucru, trebuie să știți că tehnologia FDM a apărut în 1989 și a fost creată de un cuplu (Scott și Lisa Crump) care a fondat, în același an, și compania Stratasys. În 2005, aceeași tehnologie a fost explorată de Adrian Bowyer (lector universitar britanic), care a creat celebrul proiect de imprimantă "RepRap". Brevetul FDM a expirat în 2008, lucru care i-a oferit lui Bowyer oportunitatea de a-și promova soluția. Deoarece nu putea folosi numele FDM (era brevetat), el și-a descris tehnologia ca fiind FFF¹⁹.

Imprimarea cu această tehnologie se bazează pe faptul că materialul (de exemplu filament ABS) se încălzește mai întâi în capul de imprimare la temperatura necesară (de obicei între 180 - 260 grade Celsius), iar apoi este aplicat pe masa de imprimare, strat peste strat. Lucrul cu tehnologia FDM va necesita adesea adăugarea de structuri de suport suplimentare.

Când vine vorba de imprimarea 3D în școală, această tehnologie va funcționa foarte bine. Deși produsele obținute nu vor fi de cea mai înaltă calitate, ele sunt foarte potrivite scopurilor educaționale.

Să analizăm acum câțiva dintre factorii care vor afecta calitatea și timpul de producție al modelelor. Acest lucru va permite învățarea câtorva caracteristici specifice ale acestei tehnologii.

Suprafața de imprimare.

Mărimea suprafeței de imprimare e dată în 3 dimensiuni: X, Y și Z.

¹⁸ <https://3dinsider.com/guide-buying-3d-printer/>

¹⁹ <https://3dprinterpower.com/fff-vs-fdm/>



Figura 42 – Suprafața de imprimare. Sursa: Bazat pe: <https://shop.prusa3d.com/pl/drukarki-3d/181-drukarka-3d-original-prusa-i3-mk3s.html>

Dimensiunea suprafeței de imprimare va fi direct legată de cât de mari pot fi obiectele imprimate. Un alt factor este grosimea stratului de material aplicat, lucru ce depinde într-o oarecare măsură și de tipul de material folosit pentru imprimare. Trebuie să știți că setarea unei grosimi mai mici a stratului de material va duce la un timp de imprimare mai mare, dar precizia piesei obținute va fi mai bună. Setarea opusă va duce la un produs finit obținut mai rapid, dar de calitate inferioară²⁰. Printre materialele ce pot fi folosite în imprimarea FDM se pot menționa:

- **ABS (Acrilonitril Butadien Stiren)**

Este unul dintre cele mai utilizate materiale, se caracterizează prin rezistență și duritate. Dar, se produc vapori periculoși când se lucrează cu el, așadar imprimarea trebuie să aibă loc într-o camera bine ventilată. O altă caracteristică este contracția ridicată a materialului. Prin urmare ar trebui utilizată o temperatură ridicată (240-260 grade) și suprafața pe care are loc imprimarea trebuie să fie încălzită²¹. Printre dezavantaje se numără și un miros caracteristic neplăcut, rezultat ca urmare a expunerii ABS la temperatura ridicată.

- **PLA**

PLA (acid polilactic) este al doilea (după ABS) cel mai popular material utilizat în imprimarea 3D FDM. Trăsăturile sale caracteristice includ bio-degradabilitatea și contracția redusă în timpul procesării. Este adesea folosit ca material pentru pregătirea pieselor demonstrative. Merită

²⁰ <https://3dprinterpower.com/fff-vs-fdm/>

²¹ <https://centrumdruku3d.pl/krok-10-abs-pla-nylon-i-inne-czyli-przeblad-filamentow-do-drukarek-3d/>

subliniat faptul că PLA nu are nevoie de suprafață de imprimare încălzită, iar imprimarea este destul de rapidă²².



Figura 43 – Comparație între ABS și PLA. Sursa: 3DHubs.com

Alte materiale interesante și care câștigă popularitate:

- Nylon (PA);
- PC (Policarbonat);
- PETG;
- HIPS;
- Titan HT;
- Flex Filament.

În marea majoritate a cazurilor, producătorul fiecărui tip de filament oferă caracteristicile specifice de utilizare (selectarea temperaturii etc).

Măsuri de siguranță

Deși imprimarea 3D este relativ sigură, la fel ca în cazul oricărui instrument, poate provoca daune dacă nu e utilizată corect. În acest capitol vor fi enumerate mai multe tipuri de riscuri pentru utilizatorii de imprimante 3D care trebuie cunoscute pentru a folosi aceste echipamente în mod

²² <https://3dreaktor.pl/Filament-PLA-wlasciwosci-i-drukowanie>

responsabil și sigur. De asemenea, ne vom concentra aici asupra pericolelor utilizării imprimantelor 3D pentru amatori, nu asupra celor industriale.

Primul dintre riscuri este reprezentat de leziunile mecanice. Designul specific, deschis, al modelelor mai ieftine de imprimante 3D permite atingerea imprimantei cu mâna în aproape orice parte. Cu toate că pericolele care rezultă din aceasta sunt destul de mici (tăieturi minore), nu trebuie să atingem cu mâinile piesele mobile în timpul imprimării. Mai periculoasă poate fi, la finalul procesului de imprimare, dezlipirea de pe suprafața de imprimare a piesei obținute. Deoarece primul strat are o aderență foarte bună, este necesară o spatulă, iar manevrarea acesteia, dacă nu e făcută cu atenție, poate produce vătămări²³.

Sfat pentru lucrul în sala de clasă: Luați în considerare pericolele și instruiți-i pe copii să nu atingă cu mâinile imprimanta în timpul funcționării, iar ca bună practică ar fi indicat să fiți dvs. cel care desprinde piesele obținute de pe suprafața de imprimare.

Arsurile reprezintă un alt pericol ce ar putea apărea atunci când lucrați cu imprimante 3D. Cele două elemente principale care pot fi cele mai periculoase la o imprimantă sunt capul de imprimare și zona de imprimare²⁴.

Sfat pentru lucrul în clasă: Asigurați-vă că elevii nu ating aceste părți atunci când imprimanta funcționează.

Defectarea echipamentului

Una dintre cele mai periculoase deteriorări poate fi defectarea echipamentului. În afara cheltuielilor suplimentare de reparație și de pierderea timpului alocat lecției, unele defecțiuni pot avea consecințe destul de grave, se poate ajunge chiar ca imprimanta să ia foc.

Sfat pentru lucrul în clasă: Este important să aveți echipament necesar stingerii unui incendiu. Nu uitați să monitorizați funcționarea imprimantei.

Un risc semnificativ, în special atunci când lucrați cu o imprimantă într-o clasă, e reprezentat de particule și vapori generați în timpul imprimării. Acestea se formează în principal în timpul utilizării tehnologiei FDM. Studiile arată că utilizarea mai multor imprimante 3D într-un birou poate crește particulele ultra-fine de la ~2500 la ~25000, ceea ce poate afecta într-o oarecare măsură sistemul respirator²⁵.

Sfat pentru lucrul în clasă: Analizați amplasarea imprimantei (imprimantelor) dvs. și selectați un filament adecvat cu emisii reduse. Nu uitați să păstrați o distanță de siguranță în timpul imprimării și să utilizați imprimantele numai în încăperi bine ventilate²⁶

²³ <https://www.safetyandhealthmagazine.com/articles/18295-d-printing-and-worker-safety>

²⁴ *Ibidem*

²⁵ Patryk Szyndler, Selected aspects of 3D print technology, Zeszyty Naukowe WSP nr 3/2017 Technologie. Procesy. Bezpieczeństwo. (Red. tomu) M. Chrzęścik, Wyższa Szkoła Promocji, Mediów i Show Businessu, Warszawa 2018

²⁶ https://www.concordia.ca/content/dam/concordia/services/safety/docs/EHS-DOC-148_3DPrinterSafety.pdf

Resurse software suplimentare

Câteva resurse suplimentare pentru a vă pregăti produsele 3D.

Software pentru crearea de modele 3D:

FreeCAD	https://www.freecadweb.org/
SketchUp	https://www.sketchup.com/
Tinkercad	https://www.tinkercad.com/
Meshmixer	http://www.meshmixer.com/

Software slicer pentru modele 3D:

Cura	https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura
Slic3r	https://slic3r.org/
Z-Suite	https://support.zortrax.com/downloads/
IceSL	https://icesl.loria.fr/

Modele 3D gratuite:

Thingiverse	https://www.thingiverse.com/
CGTrader	https://www.cgtrader.com/
PrusaPrinters	https://www.prusaprinters.org/prints
Zortrax	https://library.zortrax.com/
Repables	https://repables.com/
NASA	https://nasa3d.arc.nasa.gov/models/printable

Surse de cunoștințe referitoare la imprimarea 3D:

https://3dprinting.com/
https://3dinsider.com/
https://all3dp.com/

Colecție de studii de caz

Studiu de caz nr. 1

Titlul studiului de caz	Tehnologie de predare cu imprimare 3D
Subiectul lecției	Modelarea unui pion pentru jocuri de masă
Obiective educaționale	Recunoașterea și folosirea materialelor compozite, plastic. Dezvoltarea gândirii și abilităților tehnologice.
Descriere	Un profesor de tehnologie folosește imprimarea 3D pentru a crea pionii folosiți în jocurile de masă.
- Loc	- Școala primară Jan Twardowski , Nowa Wieś
- An	- 2020
- Metode	- Modelul 3D este creat pe baza unei ecuații matematice folosind software-ul Wolfram Mathematica, apoi exportat ca fișier .STL. Mai apoi, .STL file este pregătit cu un slicing software și trimis la o imprimantă 3D.
- Efecte urmărite	- Elevii înțeleg mult mai bine și mai ușor conceptul de imprimare 3D și își pot crea propriile modele de pionii.
- Dificultăți	
Software de modelare utilizat	TinkerCAD - https://www.tinkercad.com
Inovarea abordării	Elevii își pot extinde cunoștințele de bază. Ei își dezvoltă imaginația prin implementarea propriilor proiecte.
Opiniile elevilor	Posibilitatea de a imprima noi forme geometrice.
Imagini, link-uri utile (dacă sunt disponibile)	

Studiu de caz nr. 2

Titlul studiului de caz	Blocuri Lego compatibile – dezvoltarea resurselor.
Subiectul lecției	Proiectarea și imprimarea blocurilor Lego compatibile.
Obiective educaționale	Dezvoltarea gândirii și abilităților tehnologice. Dezvoltarea nelimitată a imaginației prin implementarea propriilor proiecte.

<p>Descriere</p> <ul style="list-style-type: none"> - Loc - An - Metode - Efecte urmărite - Dificultăți 	<p>Un profesor de IT utilizează imprimarea 3D pentru a crea blocuri compatibile ce vor fi utilizate pentru extinderea resurselor existente. Vom imprima partea lipsă a construcției noastre.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Școala primară Jan Twardowski, Nowa Wieś - 2020 - Modelul 3D este creat pe baza unei ecuații matematice folosind software-ul Wolfram Mathematica, apoi exportat ca fișier .STL. Mai apoi, .STL file este pregătit cu un slicing software și trimis la o imprimantă 3D. - Elevii înțeleg mult mai bine și mai ușor conceptul de imprimare 3D.
<p>Software de modelare utilizat</p>	<ul style="list-style-type: none"> - TinkerCAD - https://www.tinkercad.com
<p>Inovarea abordării</p>	<p>Elevii își pot îmbunătăți cunoștințele de bază și își dezvoltă imaginația prin implementarea propriilor proiecte.</p>
<p>Opiniile elevilor</p>	<p>Posibilitatea de a imprima blocuri inexistente, de exemplu roți mari sau angrenaje specifice.</p>
<p>Imagini, link-uri utile (dacă sunt disponibile)</p>	<p>http://www.swiatdruku3d.pl/wydrukuj-wlasne-klocki-mybuild-pasujace-do-lego/</p> <p>https://www.thingiverse.com/thing:2503065</p>  <p>Sursa foto: http://www.swiatdruku3d.pl</p>  <p>Sursa foto: https://www.thingiverse.com/</p>

Studiu de caz nr. 3

Titlul studiului de caz	Înțelegerea legăturii dintre abstract și concret
Subiectul lecției	Filozofie Sprijin pentru elevi cu autism înalt funcțional
Obiective educaționale	Facilitarea înțelegerii legăturii dintre gândirea abstractă și obiect. Înțelegerea legăturii dintre proiect și realizare
Descriere	Activitate multidisciplinară (modelare-artă-desen) și filozofie
- Loc	Liceu artistic – Liceu științific – Liceu clasic
- Metode	Lecție ghidată care evidențiază felul în care modelul 3D poate fi tradus într-un obiect fizic.
- Efecte urmărite	Creșterea abilităților de gândire abstractă și de rezolvare a problemelor
- Dificultăți	Puține imprimante 3D disponibile în școli Instruire tehnică insuficientă a cadrelor didactice cu privire la utilizarea imprimantelor 3D
Software de modelare utilizat	Nu este relevant Seturi de șabloane gata de imprimare ar putea fi utile
Inovarea abordării	Elevii cu dificultăți în înțelegerea gândirii abstracte riscă să nu mai fie concentrați dacă li se cere să construiască modele la scară, utilizarea imprimării 3D elimină faza de construcție manuală a obiectului și evidențiază legătura directă dintre model și obiect
Opiniile elevilor	Nu s-au înregistrat
Imagini, link-uri utile (dacă sunt disponibile)	

Studiu de caz nr. 4

Titlul studiului de caz	Cunoașterea funcționării imprimantelor 3D ca o competență profesională necesară de bază
Subiectul lecției	Modelare și desen tehnic

Scopuri educaționale	Dobândire de competențe profesionale
Descriere <ul style="list-style-type: none"> - Loc - An - Metode - Efecte urmărite - Dificultăți 	Atelier tehnic Loc Liceu științific – Liceu tehnic Metode atelier Efecte urmărite Achiziționarea de competență profesională, experiență de lucru în echipă Dificultăți <ul style="list-style-type: none"> - puține imprimante 3D disponibile în școli - instruire tehnică insuficientă a cadrelor didactice în privința utilizării imprimantelor 3D
Software de modelare utilizat	
Inovarea abordării	Competența cunoașterii și folosirii tehnologiei 3D nu este inclusă în programul școlar oficial. Dobândirea ei va fi utilă elevilor pentru dezvoltare personală și găsirea unui loc de muncă după absolvire.
Opiniile elevilor	Nu s-au înregistrat
Imagini, link-uri utile (dacă sunt disponibile)	

Studiu de caz nr. 5

Titlul studiului de caz	De la hartă la oraș
Subiectul lecției	Creșterea capacității de înțelegere a unei hărți, favorizând autonomia elevului
Obiective educaționale	Sprijin pentru elevi cu autism înalt funcțional Sprijin pentru elevii defavorizați
Descriere <ul style="list-style-type: none"> - Loc - Metode - Efecte urmărite - Dificultăți 	Pornind de la harta orașului, se creează modelul 3D și se face imprimarea. Analiza simbolurilor trasate pe hartă și semnificația lor în lumea fizică. școală atelier Creșterea capacității elevilor de a se orienta în spațiu și a autonomiei lor în oraș <ul style="list-style-type: none"> - puține imprimante 3D disponibile în școli - pregătire tehnică insuficientă a cadrelor didactice în lucrul cu imprimantele 3D
Software de modelare utilizat	nerlevant

Inovarea abordării	Învățare prin experimentare
Opiniile elevilor	Nu s-au înregistrat
Imagini, link-uri utile (dacă sunt disponibile)	

Studiu de caz nr. 6

Titlul studiului de caz	Forma fizică a ecuației matematice
Subiectul lecției	Implică elevii și le trezește interesul asupra unui subiect considerat abstract și îndepărtat de viața reală
Obiective educaționale	Ajutarea elevilor pentru a înțelege sensul ecuației matematice
Descriere	Pornind de la ecuația matematică, se creează model 3D și apoi are loc imprimarea
- Loc	Toate tipurile de școli
- Metode	atelier
- Efecte urmărite	Întărirea efectelor abordării matematice la elevi
- Dificultăți	<ul style="list-style-type: none"> - Puține imprimante 3D disponibile în școli - Instruire tehnică insuficientă a cadrelor didactice în privința lucrului cu imprimante 3D
Software de modelare utilizat	nerlevant
Inovarea abordării	Învățare experimentală
Opiniile elevilor	Nu s-au înregistrat
Imagini, link-uri utile (dacă sunt disponibile)	

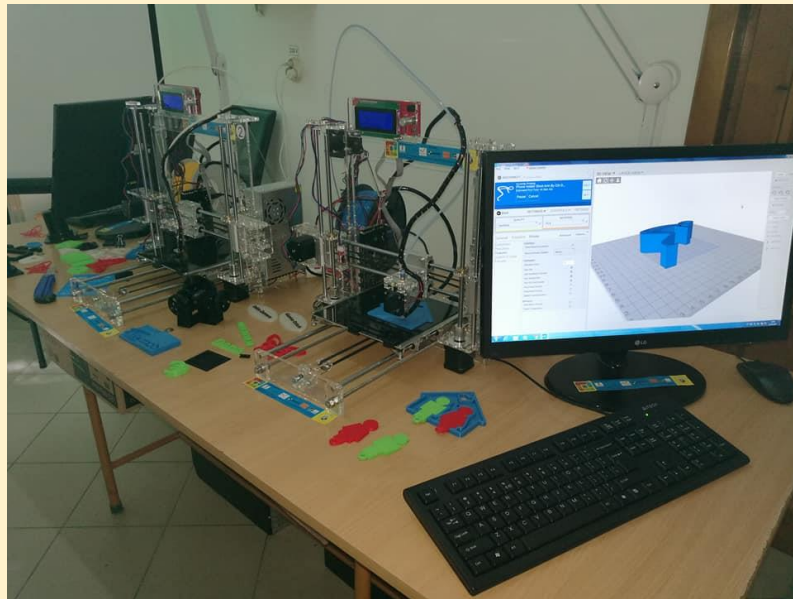
Studiu de caz nr. 7

Titlul studiului de caz	Matematică tactilă – predarea matematicii cu imprimarea 3D
Subiectul lecției	Matematică avansată
Obiective educaționale	Explicarea de concepte matematice avansate folosind materiale didactice vizuale și tactile
Descriere	Un profesor de matematică folosește imprimarea 3D pentru a crea suprafețe complexe care acționează ca ajutoare vizuale pentru o mai bună înțelegere a conceptelor abstracte matematice.
- Loc	- Liceul Torrey Pines, San Diego, USA
- An	- 2019

<ul style="list-style-type: none"> - Metode - Efecte urmărite - Dificultăți 	<ul style="list-style-type: none"> - Modelul 3D este creat pe baza unei ecuații matematice folosind software-ul Wolfram Mathematica, apoi exportat ca .STL file. Pe urmă, fișierul .STL este pregătit pentru imprimare cu un software slicing și trimis la o imprimantă 3D. - Elevii înțeleg mult mai bine și mai ușor concepte matematice - Este posibil să fie necesare unele lucrări de modelare 3D pentru ca modelul matematic să poată fi imprimat; sunt necesare abilități de modelare și imprimare 3D (acestea pot fi externalizate).
<p>Software de modelare folosit</p>	<p>Wolfram Mathematica</p>
<p>Inovarea abordării</p>	<p>Este un mod de a permite elevilor să interacționeze cu probleme de matematică avansată. Folosind modul convențional (scrierea ecuațiilor), elevii se conectează teoretic cu problemele, în timp ce imprimarea 3D permite integrarea învățării vizuale și tactile în planul lecției.</p>
<p>Opiniile elevilor</p>	<p>Elevii au o nouă înțelegere tactică a conceptelor matematice prezentate.</p>
<p>Imagini, link-uri utile (dacă sunt disponibile)</p>	<p>https://www.simplify3d.com/tactile-math-teaching-advanced-mathematics-with-3d-printing/</p>  <p>Sursă imagine: www.simplify3d.com</p>

Studiu de caz nr. 8


Titlul studiului de caz	Atelier de tehnologie
Subiectul lecției	Imprimare 3D
Obiective educaționale	Familiarizarea elevilor cu tehnologia de imprimare 3D
Descriere	A fost creat un atelier de tehnologie într-o școală românească. Îi ajută pe elevi să experimenteze un proces tehnologic complet, începând de la materia primă (filament) până la produsul final, inclusiv reciclarea modelelor imprimate rebutate.
- Loc	- Colegiul tehnic de comunicații “Nicolae Vasilescu Karpen”, Bacău, Romania
- An	- 2019
- Metode	- În școală a fost creat un atelier de imprimare 3D. Acesta include mai multe imprimante 3D, calculatoare, extrudor de filament.
- Efecte urmărite	- Elevii vor învăța despre tehnologia de imprimare 3D și aplicațiile sale. În plus, realizează conexiuni între diferite domenii de cunoaștere și înțeleg mai bine de ce trebuie să învețe, devenind mai motivați în educația și dezvoltarea lor profesională.
- Dificultăți	- Echipamentul a fost destul de scump pentru școală. Problemele au fost rezolvate prin aplicarea și câștigarea unui concurs oferit de “Științescu”, un fond românesc pentru stimularea educației STEM.
Software de modelare utilizat	AutoCAD
Inovarea abordării	Un laborator tehnologic care are ca scop nu numai predarea tehnologiei de imprimare 3D, ci și creșterea motivației pentru studiul STEM, pentru a inspira viitoare cariere și idei de antreprenariat.
Opiniile elevilor	Elevii au fost extrem de interesați de tehnologia de imprimare 3D.
Imagini, link-uri utile (dacă sunt disponibile)	https://stiintescu.ro/mentori/dana-andronic-atelierul-de-tehnologii/



Sursa imaginii: www.stiintescu.ro

Studiu de caz nr. 9

Titlul studiului de caz	Imprimare 3D / Design 3D în școala primară
Subiectul lecției	Imprimare proiect 3D, proiectare 3D, elaborarea unui logo 3D
Scopuri educaționale	<p>Elevii să învețe să lucreze cu software folosit în imprimarea 3D și echipamente tehnologice – imprimante 3D;</p> <p>Crearea unui mediu de învățare inovator, adaptabil la elev, dinamic și interactiv, care stimulează și întărește procesul de predare-învățare;</p>
Descriere	<p>Această lecție a avut loc la Școala primară Ribeira de Neiva, Centrul Școlar din Moure, Școala primară din Freiriz, Centrul Școlar din Lage și Școala primară Parada Gatim. Elevii au fost din clasa a III-a și a IV-a. Lecția a durat 2 ore.</p> <p>În cadrul acestei lecții elevii au învățat despre imprimarea 3D lucrând la proiecte comune. Au înțeles noțiunile de bază și cum funcționează o imprimantă 3D, apoi le-a fost prezentat programul Happy 3D, fiind provocați să creeze un logo de identificare pentru fiecare grup de lucru.</p> <p>La școala primară, o imprimantă 3D a fost lăsată ca elevii să experimenteze și să prezinte apoi obiectele celorlalte grupuri.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Loc - An - Metode - Efecte urmărite - Dificultăți 	

	Profesorii au observat apetitul elevilor pentru manipularea instrumentelor de modelare 3D și au subliniat multe modalități de îmbunătățire a acestei resurse.
Software de modelare utilizat	Happy 3D
Inovarea abordării	Învățare bazată pe proiect
Opiniile elevilor	Elevii s-au arătat foarte interesați de modelarea 3D, arătând un mare entuziasm pentru a răspunde provocării de a crea un logo.
Imagini, link-uri utile (dacă sunt disponibile)	Link: https://www.flashforge.com.br/happy-3d 


Studiu de caz nr. 10

Titlul studiului de caz	Imprimare 3D/ proiectare 3D în școala primară II
Subiectul lecției	Imprimare proiect 3D, proiectare 3D, imprimare 3D a literelor
Scopuri educaționale	Elevii să învețe să lucreze cu software folosit în imprimarea 3D și echipamente tehnologice – imprimante 3D; Crearea unui mediu de învățare inovator, adaptabil la elev, dinamic și interactiv, care stimulează și întărește procesul de predare-învățare;
Descriere - Loc - An - Metode - Efecte urmărite - Dificultăți	Această lecție a avut loc la Școala primară Ribeira de Neiva, Centrul Școlar din Moure, Școala primară din Freiriz, Centrul Școlar din Lage și Școala primară Parada Gatim. Elevii au fost din clasa a III-a și a IV-a. Lecția a durat 2 ore. Această lecție i-a provocat pe elevi să folosească pentru imprimarea 3D un nou instrument on-line. Le-a fost prezentat programul TinkerCAD cu ajutorul căruia le-a fost cerut să-și creeze prima literă a numelui. Profesorii au remarcat interesul elevilor pentru folosirea instrumentelor de desen 3D și au prezentat diverse modalități de îmbunătățire a acestei resurse.

Software de modelare utilizat	TinkerCAD
Inovarea abordării	Învățare bazată pe proiect
Opiniile elevilor	Elevii s-au arătat foarte interesați de modelarea 3D, arătând interes crescut pentru a răspunde provocării de a crea / modela o literă.
Imagini, link-uri utile (dacă sunt disponibile)	Link: https://www.tinkercad.com/ 

Studiu de caz nr. 11

Titlul studiului de caz	Predarea biologiei cu ajutorul imprimării 3D – Bio-printare 3D
Subiectul lecției	Biologie și practici de laborator
Scopuri educaționale	Stimularea și motivarea elevilor să se implice în cursurile practice și să învețe printr-o metodă dinamică
Descriere - Loc - An - Metode - Efecte urmărite - Dificultăți	Bio-printarea este utilizată pentru a crea structuri biologice super-moi utilizate în scopuri medicale. Imprimarea 3D cu ajutorul imprimantelor simple poate fi folosită pentru a imprima părți ale corpului uman sau ale celui animal, pentru o reprezentare adecvată a organelor care nu pot fi reprezentate sau explicate cu ușurință. De exemplu, se pot crea modele anatomiche pentru ca elevii să învețe mai ușor despre corpul uman (schelet). Loc Toate tipurile de școli Metode Cursuri, ateliere, experimente de laborator Efecte urmărite ~ Elevii învață despre corpul uman și organele ce-l alcătuiesc și înțeleg mai bine legăturile dintre aceste organe și funcțiile pe care le îndeplinesc Dificultăți ~ Prețul și accesibilitatea 3D pentru școli

	~ Instruire tehnică insuficientă a cadrelor didactice în 3DP și utilizarea imprimantelor 3D
Software de modelare folosit	nerelevant
Inovarea abordării	Predare prin colaborare
Opiniile elevilor	Nu s-au înregistrat
Imagini, link-uri utile (dacă sunt disponibile)	https://www.europeanpharmaceuticalreview.com/news/71599/3d-printing-biological-structures/ 

Studiu de caz nr. 12

Titlul studiului de caz	Imprimante 3D pentru aplicații sustenabile
Subiectul lecției	Tehnologia sustenabilă
Scopuri educaționale	Sporirea creativității și prezentarea modurilor practice prin care imprimarea 3D poate fi utilizată pentru dezvoltarea durabilă și îmbunătățirea calității vieții
Descriere - Loc - An - Metode - Efecte urmărite - Dificultăți	Prezentarea teoretică și a problemelor referitoare la necesitatea unei dezvoltări durabile. În plus, imprimarea 3D prezentată ca soluție a unor probleme și cheie a dezvoltării durabile și a reducerii deșeurilor. Loc Licee și universități Metode Ateliere, cursuri, vizite la companii care utilizează imprimante 3D Efecte urmărite ~ Discutarea și conștientizarea unor probleme globale. ~ Îmbunătățirea creativității și a imaginației pentru a încerca găsirea de soluții la problemele detectate. ~ Învățarea utilizării corecte a imprimantelor 3D Dificultăți ~ Prețul și accesibilitatea imprimantelor 3D. ~ Instruire tehnică insuficientă.
Software de modelare utilizat	

Inovarea abordării	Predarea prin colaborare și crearea de obiecte
Opiniile elevilor	Nu s-au înregistrat
Imagini, link-uri utile (dacă sunt disponibile)	https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-sustainability-220420194/ https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-sustainable-manufacturing-method-211120185/

Studiu de caz nr. 13

Titlul studiului de caz	Predarea geografiei folosind imprimarea 3D
Subiectul lecției	Activități economice qle europenilor: Agricultura și silvicultura în Europa
Scopuri educaționale	Implicarea și motivarea elevilor asupra unui subiect considerat indiferent și îndepărtat de viața reală
Descriere <ul style="list-style-type: none"> - Loc - An - Metode - Efecte urmărite - Dificultăți 	<p>Plecând de la atribuirea unor zone de vegetație grupurilor de studenți, informațiile relevante le sunt date pentru a cerceta și identifica caracteristicile zonei căreia le aparțin. Se așteaptă ca elevii să imprime obiecte 3D pentru a crea un model al mediului fizic.</p> <p>Loc Toate tipurile de școli</p> <p>Metode atelier</p> <p>Efecte urmărite</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elevii observă principalele caracteristici ale producției agricole - Elevii asociază produsele agricole cu factorii de mediu - Elevii disting zonele de vegetație în care este împărțit continentul european <p>Dificultăți</p> <ul style="list-style-type: none"> - Puține imprimante 3D disponibile în școli - Instruire tehnică insuficientă a cadrelor didactice în domeniul 3DP
Software de modelare utilizat	Nerelevant
Inovarea abordării	Predare prin colaborare Predare prin metoda clasa inversată - Flipped Classroom
Opiniile elevilor	Nu s-au înregistrat
Imagini, link-uri utile (dacă sunt disponibile)	https://edu.ellak.gr/2019/01/18/axiopiisi-tou-3d-ektipoti-sto-gimnasio-krokou-kozanis-didaskontas-geografia-sto-gimnasio-me-tin-chrisi-trisdiastatou-ektipoti/

Studiu de caz nr. 14

Titlul studiului de caz	Utilizarea imprimantei 3D în procesul de predare
Subiectul lecției	Profesorii de diferite specialități dintr-o școală introduc utilizarea imprimantei 3D în secțiuni specifice ale lecțiilor lor
Scopuri educaționale	Implicarea activă a elevilor prin imprimarea de obiecte 3D
Descriere	<p>Profesorii de liceu sunt informați despre funcția și capacitățile imprimării 3D, apoi fiecare profesor concepe un proiect pentru a utiliza 3DP în procesul său de predare</p> <p>Loc Liceu</p> <p>Metode Atelier</p> <p>Efecte urmărite</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elevii discută și imprimă 3D monumente istorice - Elevii concep și realizează 3D un cadran solar - Elevii imprimă un model al tabelului periodic al elementelor chimice - Elevii discută, creează și imprimă 3D componente de construcție - Elevii produc obiecte obișnuite, cum ar fi jocurile puzzle <p>Dificultăți</p> <ul style="list-style-type: none"> - Puține imprimante 3D disponibile în școli - Instruire tehnică insuficientă a cadrelor didactice în domeniul 3DP
Software de modelare utilizat	TinkerCAD
Inovarea abordării	Predare prin colaborare și crearea de obiecte
Opiniile elevilor	Nu s-au înregistrat
Imagini, link-uri utile (dacă sunt disponibile)	https://edu.ellak.gr/wp-content/uploads/sites/11/2017/06/3d_gymnasio-geraki-lakonias.pdf

Studiu de caz nr. 15

Titlul studiului de caz	Eu fabric o imprimantă 3D
Subiectul lecției	Proiectare și producție de imprimante 3D
Scopuri educaționale	Să se fabrice o nouă imprimantă, după propriile modele, din imprimante 3D utilizate în multe domenii; participarea la procesul de producție; crearea unei noi imprimante, după propriul design.
Descriere	Producție de imprimante 3D
- Loc	Sivas Science and Art Center
- An	2019-2020

- Metode	Cercetare, muncă cooperativă, învățare bazată pe proiecte
- Efecte urmărite	Implicarea în procesul de producție, ca și creator, pentru a realiza un nou produs.
Software de modelare utilizat	CURA, Repetier și alt software Open Source Firmware
Inovarea abordării	Proiectele au fost realizate de elevi
Opiniile elevilor	În procesul de producție a imprimantei 3D, am acumulat o mulțime de abilități, cum ar fi abilități de proiectare, abilități de modelare, realizarea producției, transformarea produsului într-un câștig material pe piață.
Imagini, link-uri utile (dacă sunt disponibile)	https://www.eba.gov.tr/videoizle/67074c8cc1e2cd3d8415e8343411074b3b12243204001

Studiu de caz nr. 16

Titlul studiului de caz	National 3D Game Move (Conceput de Bilsem-Since and At Centers)
Subiectul lecției	Dezvoltarea de materiale educaționale gamificate distractive
Scopuri educaționale	Utilizarea motorului de joc 3D și a instrumentelor de modelare 3D
Descriere	
- Loc	Mersin Silifke Yıldırım Beyazıt GSB Youth Camp
- An	02.06.2020-06.06.2020
- Metode	La instruirea în domeniul proiectării jocurilor, modelării 3D și programării jocurilor au participat profesori de arte vizuale, design tehnologic și IT din Turcia.
- Efecte urmărite	Profesorii care participă la instruire au dobândit abilități de bază și li s-a oferit nivelul de predare necesar elevilor lor.
- Dificultăți	Lipsa de timp.
Software de modelare utilizat	Unreal Engine 4.0, Blender 2.8, Adobe Fuse, Mixamo
Inovarea abordării	Diversitatea cognitivă a grupului țintă și studiu interactiv
Opiniile elevilor	S-a subliniat că au putut primi pregătirea necesară la nivel de bază într-un timp scurt și au declarat că vor susține prelegeri la școlile lor, iar software-ul folosit a fost ușor, funcțional și plăcut.

Imagini, link-uri utile
(dacă sunt disponibile)



Planuri de lecții și recomandări pentru implementări viitoare

Plan de lecție nr. 1

Titlu Școala viitorului în 3D

Rezumat Elevii vor învăța funcțiile de bază ale programului TinkerCAD și vor proiecta orice model 3D simplu.

Cuprins	
Materie	<i>Tehnologia informației</i>
Subiect	<i>Învățarea funcțiilor de bază ale programului TinkerCAD.</i>
Vârsta elevilor	9-12
Timp de pregătire	<i>120 minute</i>
Timp de predare	<i>90 minute</i>
Material didactic online / offline	<i>www.tinkercad.com</i>

Integrarea în curriculum

Elevi:

- să utilizeze calculatoare și aplicații informatice dezvoltând capacitatea de a-și exprima gândurile și de a le prezenta individual sau în grup

Scopul lecției

Înțelegerea principiilor utilizării programului de modelare 3D - TinkerCAD.

Activități

Denumirea activității	Procedură	Timp
1. Scopul și subiectul lecției.	Elevii notează subiectul lecției	5 min.
2.Înregistrare pentru programul TinkerCAD.	Elevii își creează conturi și apoi se conectează	10 min.
3. Învățarea modului de deplasare pe suprafața de lucru	Elevii îl urmăresc pe profesor care arată cum se face deplasarea pe suprafața de lucru a programului TinkerCAD folosind mouse-ul și un cub, apoi exersează singuri	10 min.
4. Învățarea modului de aducere a obiectelor pe suprafața de lucru, colorare, dimensionare și schimbare formă.	Elevii observă cum se realizează aceste sarcini, iar apoi exersează	20 min.
5. Învățare operații: întoarcere, ridicare, deplasare, copiere și eliminare blocuri.	Elevii urmăresc profesorul care prezintă aceste abilități și apoi le practică singuri	20 min.
6.Crearea de modele	Elevii își creează propriile modele 3D	20min
7.Tema pentru acasă.	Elevii notează conținutul temei pentru acasă: proiectarea unui model cu 4 elemente	5 min

Evaluare

Agățați trei flipchart-uri cu propoziții neterminate pe tablă și rugați elevii să le termine pe bilețele post-it și apoi lipiți-le pe un poster adecvat:

1. Din lecția de azi îmi voi aminti
2. Cel mai mult mi-a plăcut
3. Cel mai dificil a fost

Recomandări / opiniile profesorilor cu privire la posibilitatea de implementare, beneficii, idei despre modul de utilizare a 3DP în diferite discipline

Licențe

Vă rugăm să indicați mai jos cu ce licență atribuiți materialului dvs. alegând una dintre opțiunile de mai jos. NU recomandăm ultima opțiune - în cazul în care o alegeți, materialul dvs. nu va fi traductibil sau editabil. Dacă includeți imagini în scenariul de învățare, asigurați-vă că adăugați sursa și licențele sub respectivele imagini.

- Atribuire CC BY.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., chiar și în scop comercial, atât timp cât autorul este creditat. Aceasta este una din cele mai adaptabile licențe oferite. Este recomandată pentru o maximă diseminare și utilizare a operelor licențiate.
- Atribuire - Partajare în Condiții Identice CC BY-SA.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., chiar și în scop comercial, atât timp cât autorul este creditat iar noua creație este licențiată sub aceleași prevederi. Aceasta este licența utilizată de Wikipedia și este recomandată pentru materialele care ar beneficia de încorporarea conținutului din Wikipedia și din proiecte licențiate similar.
- Atribuire - FărăModificări CC BY-ND.** Această licență permite distribuirea integrală și fără modificări, comercială și necomercială, cu creditarea autorului.
- Atribuire-NeComercial CC BY-NC.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., necomercial, și, deși noua lor operă trebuie să vă crediteze și să fie necomercială, aceștia nu trebuie să-și licențieze opera sub aceleași prevederi.
- Atribuire-NeComercial- Partajare în Condiții Identice CC BY-NC-SA.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., necomercial, atât timp cât autorul este creditat iar noua creație este licențiată sub aceleași prevederi.
- Atribuire- NeComercial - FărăModificări CC BY-NC-ND.** Această licență este cea mai restrictivă dintre cele 6 licențe, permițând altor utilizatori doar să downloadeze operele și să le distribuie altora atât timp cât vă atribuie opera, fără a o putea modifica sau utiliza în scopuri comerciale.

Plan de lecție nr. 2

Titlu: Școala viitorului în 3D

Rezumat

Scopul este creșterea interesului elevilor pentru informatică și proiectare 3D utilizând aplicația <https://www.tinkercad.com>. Profesorul și elevii vor participa la lecții despre blocuri imprimate 3D compatibile cu Lego Mindstorms. Sub îndrumarea profesorului, elevii vor căuta modele adecvate de blocuri, apoi vor pregăti imprimarea 3D a acestora și vor verifica compatibilitatea blocurilor obținute cu cele deținute de școală.

Cuprins	
Materie	<i>Tehnologia Informației</i>
Subiect	<i>Prima noastră cărămidă Lego</i>
Vârsta elevilor	<i>9-14</i>
Timp de pregătire	<i>90 minute</i>
Timp de predare	<i>140 minute</i>
Material didactic online / offline	<i>Aplicație: https://www.tinkercad.com Imprimantă 3D Un bloc Lego care va fi imprimat sau o fotografie a acestuia Șabler – Necesară pentru a compara blocul imprimat cu originalul</i>

Integrarea în curriculum

E2-PODST-INF-2.0-KLVIII-II.4 - salvează rezultatele muncii sale în diferite formate și pregătește printuri;

E2-PODST-INF-2.0-KLIVVI-II.2 - își testează programele pe computer în ceea ce privește conformitatea cu ipotezele adoptate și, dacă este necesar, le corectează, explică cursul programelor ;

E2-PODST-INF-2.0-KLIVVI-II.4 - colectează, organizează și selectează efectele muncii sale și resursele necesare într-un computer sau alte dispozitive, precum și în medii virtuale (în cloud);

E2-PODST-INF-2.0-KLIVVI-V.1 - utilizează tehnologia în conformitate cu normele adoptate și cu legea; respectă regulile de sănătate și securitate la locul de muncă;

E2-PODST-INF-2.0-KLVIII-IV.1 - pentru a găsi informațiile și resursele de învățare;

E2-PODST-INF-2.0-KLIVVI-IV.2 - identifică și apreciază beneficiile colaborării pentru rezolvarea problemelor împreună;

E2-PODST-INF-2.0-KLVIII-III.3 - folosește corect terminologia legată de IT și tehnologie;

E2-PODST-INF-2.0-KLIVVI-III.2.a - participă la diferite forme de cooperare, cum ar fi: programarea în perechi sau în echipă, implementarea proiectului, participarea la un grup organizat de cursanți, proiectează, creează și prezintă rezultatele muncii comune.

Scopul lecției

Elevul să fie capabil să utilizeze o tabletă, un laptop, pentru a dobândi cunoștințe.

Elevul să cunoască aplicația <https://www.tinkercad.com> și să o poată folosi ca să dobândească cunoștințe și să-și dezvolte abilități noi.

Elevul să poată îndeplini sarcini individual și în echipă.

Elevul să cunoască termenii: imprimare 3D, imprimantă 3D, fișier .stl, model de imprimare.

Elevul să poată căuta un model pe <https://www.tinkercad.com> și să-l poată descărca.

Elevul să știe la ce servește fișierul .stl.

Elevul să știe să exporte un fișier .stl către o imprimantă externă.

Elevul să știe să folosească un șubler.

Elevul să fie capabil să lucreze în echipă la un proiect comun.

Imprimarea unui bloc compatibil cu cel de la Lego Mindstorms folosind programul <https://www.tinkercad.com>.

Activități

Denumirea activității	Procedură	Timp
Reamintire a regulilor de bază atunci când se utilizează o imprimantă 3D	Elevii ascultă expunerea	10 minute
Elevilor le este prezentată tema lecției	Profesorul îi informează pe elevi că în cadrul lecției vor imprima 3D un bloc compatibil cu cele din setul Lego Mindstorms folosind https://www.tinkercad.com	10 minute

Lansarea aplicației pe https://www.tinkercad.com	Elevii rulează aplicația https://www.tinkercad.com pe tablete sau laptopuri. Profesorul folosește proiectorul pentru demonstrație și amintește funcțiile de bază. Elevii urmează instrucțiunile profesorului.	10 minute
Căutarea blocurilor compatibile cu cele din setul Lego Minsdstorms.	Profesorul împarte elevii din clasă în grupuri și le recomandă să găsească un model de bloc compatibil cu Lego Mindstorms pe https://www.tinkercad.com . Elevii urmează instrucțiunile profesorului.	20 minute
Alegerea celui mai bun model.	Elevii prezintă modelele alese și explică de ce s-au oprit la ele, apoi împreună cu profesorul vor alege cel mai bun model.	20 minute
Importarea proiectului în editor.	Profesorul cere elevilor să importe modelul selectat în editorul TinkerCAD. Elevii urmează instrucțiunile și apoi editează modelul.	10 minute
Verificarea dimensiunilor blocului – comparare cu dimensiunea blocului original cu ajutorul unui etrier electronic.	Folosind un șubler, elevii măsoară blocul original și notează toate dimensiunile, apoi folosesc o riglă în editorul TinkerCAD pentru a vedea dacă toate dimensiunile sunt corecte. Profesorul controlează activitatea elevilor - oferă ajutor pentru măsurători, dacă este necesar.	20 minute
Salvarea fișierului .stl terminat și trimiterea acestuia la imprimanta 3D.	Elevii salvează fișierul .stl al modelului și apoi îl trimit la imprimantă. Profesorul le supraveghează acțiunile.	5 minute
Imprimarea modelului ales cu o imprimantă 3D	Profesorul pornește imprimanta. Elevii observă faza inițială de imprimare. După imprimare, elevii verifică compatibilitatea blocului obținut cu setul.	80 minute
Rezumatul lecției	Profesorul și elevii vor rezuma rezultatul muncii lor și vor evalua piesele imprimate 3D.	20 minute

Evaluare

Test evaluare cunoștințe: <https://quizizz.com/admin/quiz/5f1d56106ed34c001b9e725e/wydruk-d>

Recomandări / opinii ale profesorilor cu privire la posibilitățile de implementare, beneficii, idei despre modul de utilizare a 3DP în diferite discipline

Licențe

Vă rugăm să indicați mai jos cu ce licență ați atribuit materialului dvs. alegând una dintre opțiunile de mai jos. NU recomandăm ultima opțiune - în cazul în care o alegeți, materialul dvs. nu va fi traductibil sau editabil. Dacă includeți imagini în scenariul de învățare, asigurați-vă că adăugați sursa și licențele sub respectivele imagini.

- Atribuire CC BY.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., chiar și în scop comercial, atât timp cât autorul este creditat. Aceasta este una din cele mai adaptabile licențe oferite. Este recomandată pentru o maximă diseminare și utilizare a operelor licențiate.
- Atribuire - Partajare în Condiții Identice CC BY-SA.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., chiar și în scop comercial, atât timp cât autorul este creditat iar noua creație este licențiată sub aceleași prevederi. Aceasta este licența utilizată de Wikipedia și este recomandată pentru materialele care ar beneficia de încorporarea conținutului din Wikipedia și din proiecte licențiate similar.
- Atribuire - FărăModificări CC BY-ND.** Această licență permite distribuirea integrală și fără modificări, comercială și necomercială, cu creditarea autorului.
- Atribuire-NeComercial CC BY-NC.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., necomercial, și, deși noua lor operă trebuie să vă crediteze și să fie necomercială, aceștia nu trebuie să-și licențieze opera sub aceleași prevederi.
- Atribuire-NeComercial- Partajare în Condiții Identice CC BY-NC-SA.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., necomercial, atât timp cât autorul este creditat iar noua creație este licențiată sub aceleași prevederi.
- Atribuire- NeComercial - FărăModificări CC BY-NC-ND.** Această licență este cea mai restrictivă dintre cele 6 licențe, permițând altor utilizatori doar să downloadeze operele și să le distribuie altora atât timp cât vă atribuie opera, fără a o putea modifica sau utiliza în scopuri comerciale.

Plan de lecție nr. 3

Titlu

Proiectare

Autor(i)

Rezumat

O instruire de bază le este oferită profesorilor care lucrează în centre științifice și de artă în domeniul tehnologiilor informaționale, design vizual și design tehnologic, proiectare jocuri 3D, proiectare muzee 3D și dezvoltare de materiale educaționale. Unreal Engine 4.0 și Blender 2.8 sunt folosite în acest training. Programele sunt prezentate participanților, la nivel de bază, și apoi se trece la formarea practică.

Cuprins

Materie	<i>Proiectare 3D și dezvoltare de materiale educaționale cu Unreal Engine și Blender</i>
Subiect	<i>Proiectarea jocurilor 3D, proiectarea muzeelor 3D și dezvoltarea materialelor educaționale, cu Unreal Engine și Blender</i>
Vârsta cursanților	<i>Până la 22 ani</i>
Timp pregătire	<i>Să aibă cunoștințe și abilități de bază în domeniul TIC</i>
Timp de predare	<i>30 de ore</i>
Material didactic online / offline	<i>Unreal Engine 4.0 Blender 2.8</i>

Integrarea în curriculum

Procesul de predare va fi facilitat prin dezvoltarea de materiale tridimensionale adecvate pentru cursurile și atelierile de bază oferite în centrele de știință și artă. În plus, vor fi dezvoltate modele de jocuri tridimensionale și jocuri adecvate curriculei pentru a face mai sustenabil procesul de predare. Muzeele care sunt dificil de vizitat vor fi "înlocuite" cu modele de muzee 3D și vor fi oferite cursanților.

Scopul lecției

Pentru ca profesorii din centrele de știință și artă să poată realiza design de materiale 3D, trebuie să dobândească cunoștințe și abilități de bază pentru proiectarea jocurilor 3D și să aibă competențele necesare pentru a realiza proiectarea muzeelor 3D.

Activități

Denumirea activității	Procedura	Timp
Despre proiectarea 3D	Informații de bază despre proiectarea 3D	2 ore lecție
Proiecte ce pot fi realizate cu programe 3D	Descrierea potențialului de utilizare a programului prin prezentarea de exemple de proiecte ce pot fi realizate astfel	2 ore lecție
Prezentarea design-ului de bază al interfeței	Prezentarea interfeței de bază a programului Blender 2.8	2 ore lecție
Comenzi generale	Descrierea comenzilor generale utilizate în programul Blender 2.8	2 ore lecție
Comenzi suplimentare	Prezentarea comenzilor suplimentare folosite în programul Blender 2.8	2 ore lecție
Iluminare, Scenă și Randare	Prezentarea iluminării, scenei și randării din programul Blender 2.8	2 ore lecție
Modificatori	Prezentarea modificatorilor în programul Blender 2.8	2 ore lecție
Layer	Prezentare practică despre layer în programul Blender 2.8	2 ore lecție
Rigging	Introducere practică despre Rigging în programul Blender 2.8	2 ore lecție
Prezentarea design-ului de bază al interfeței	Prezentarea interfeței de bază a programului Unreal Engine 4.0	2 ore lecție
Informații despre proiect și funcții de bază	Informații despre proiect și prezentarea funcțiilor de bază ale Unreal Engine 4.0	1 oră lecție
Lumina, camera și sunetul	Demonstrație practică lumină, cameră și sunet cu Unreal Engine 4.0	2 ore lecție
Funcții Active Blueprint	Demonstrație practică a funcțiilor active blueprint ale Unreal Engine 4.0	2 ore lecție
Animații și modele	Demonstrație practică animații și modele externe cu Unreal Engine 4.0	2 ore lecție
Consolidarea proiectului	Consolidarea proiectului în Unreal Engine 4.0	1 oră lecție
Finalizare proiect și evaluare	Demonstrație practică despre finalizarea și evaluare proiectului în Unreal Engine 4.0	2 ore lecție

Evaluare

Materialul de instruire aplicat va fi evaluat în ceea ce privește aplicabilitatea sa în educație și adecvarea la nivelul de educație, iar ghidul va fi oferit cursanților.

Licențe

Vă rugăm să indicați mai jos cu ce licență atribuiți materialului dvs. alegând una dintre opțiunile de mai jos. NU recomandăm ultima opțiune - în cazul în care o alegeți, materialul dvs. nu va fi traductibil sau editabil. Dacă includeți imagini în scenariul de învățare, asigurați-vă că adăugați sursa și licențele sub respectivele imagini.

- Atribuire CC BY.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., chiar și în scop comercial, atât timp cât autorul este creditat. Aceasta este una din cele mai adaptabile licențe oferite. Este recomandată pentru o maximă diseminare și utilizare a operelor licențiate.
- Atribuire - Partajare în Condiții Identice CC BY-SA.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., chiar și în scop comercial, atât timp cât autorul este creditat iar noua creație este licențiată sub aceleași prevederi. Aceasta este licența utilizată de Wikipedia și este recomandată pentru materialele care ar beneficia de încorporarea conținutului din Wikipedia și din proiecte licențiate similar.
- Atribuire - FărăModificări CC BY-ND.** Această licență permite distribuirea integrală și fără modificări, comercială și necomercială, cu creditarea autorului.
- Atribuire-NeComercial CC BY-NC.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., necomercial, și, deși noua lor operă trebuie să vă crediteze și să fie necomercială, aceștia nu trebuie să-și licențieze opera sub aceleași prevederi.
- Atribuire-NeComercial- Partajare în Condiții Identice CC BY-NC-SA.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., necomercial, atât timp cât autorul este creditat iar noua creație este licențiată sub aceleași prevederi.
- Atribuire- NeComercial - FărăModificări CC BY-NC-ND.** Această licență este cea mai restrictivă dintre cele 6 licențe, permițând altor utilizatori doar să downloadeze operele și să le distribuie altora atât timp cât vă atribuie opera, fără a o putea modifica sau utiliza în scopuri comerciale.

Plan de lecție nr. 4

Titlu

Eu fabric o imprimantă 3D

Rezumat

Sunt organizate instruirii pentru a fabrica o nouă imprimantă, după propriul proiect, cu imprimante 3D utilizate în multe domenii; participarea la procesul de producție; crearea unei noi imprimante, după propriul design.

Cuprins

Materie	<i>Proiectarea și producerea propriei imprimante 3D</i>
Subiect	
Vârsta elevilor	<i>Până la 14 ani</i>
Timp de pregătire	<i>Să aibă un nivel de bază al cunoștințelor TIC Să aibă nivel de bază al cunoștințelor de proiectare 3D</i>
Timp predare	<i>30 ore lecție</i>
Material didactic online / offline	<i>Imprimantă 3D</i>

Integrarea în curriculum

Imprimantele 3D, care sunt dispozitive ce transformă datele stocate în computer în obiecte fizice reale, sunt utilizate în multe domenii ale educației. Înțelegerea modului cum funcționează, cunoașterea caracteristicilor lor tehnice, proiectarea lor și utilizarea mai eficientă în educație sunt principalele obiective ale instruirii.

Scopul cursului

Scopul cursului este înțelegerea logicii imprimantelor 3D și cunoașterea caracteristicilor lor tehnice pentru a le putea proiecta, construi și utiliza mai eficient în educație.

Activități

Denumirea activității	Procedura	Timp
Logica imprimantelor 3D	Examinarea logicii de lucru a imprimantelor 3D	2 ore lecție
Aspecte tehnice ale imprimantelor 3D	Examinarea caracteristicilor tehnice ale imprimantelor 3D	2 ore lecție
Componente ale imprimantelor 3D	Examinarea imprimantelor 3D și a pieselor componente	2 ore lecție

Dezvoltarea imprimantelor 3D	Brainstorming asupra dezvoltării imprimantelor 3D	2 ore lecție
Dezvoltarea componentelor imprimantei 3D	Dezvoltarea unor piese componente ale imprimantelor 3D, ca rezultat al brainstorming-ului	2 ore lecție
Dezvoltarea componentelor imprimantei 3D	Determinarea materialelor și costurilor necesare pentru producția imprimantei 3D	2 ore lecție
Dezvoltarea componentelor imprimantei 3D	Instruire practică privind implementarea pieselor dezvoltate din designul 3D	4 ore lecție
Dezvoltarea componentelor imprimantei 3D	Instruire practică privind implementarea pieselor dezvoltate din designul 3D	4 ore lecție
Crearea unei imprimante 3D	Instruire practică privind crearea și asamblarea circuitelor electronice în imprimante 3D	2 ore lecție
Crearea unei imprimante 3D	Instruiri practice privind crearea de imprimante 3D	4 ore lecție
Valoarea de piață a imprimantelor	Determinarea valorii de piață a imprimantei 3D generate și determinarea efortului necesar pentru producția de serie	2 ore lecție
Vânzări de imprimante 3D	Determinarea studiilor necesare pentru vânzarea imprimantelor 3D create	2 ore lecție

Evaluare

Aplicațiile vor fi evaluate din punct de vedere al aplicabilității lor în proiectarea și producția imprimantelor 3D și adaptarea acestora la domeniul educației. Cursanților li se vor oferi linii ghid.

Licențe

Vă rugăm să indicați mai jos cu ce licență atributeți materialului dvs. alegând una dintre opțiunile de mai jos. NU recomandăm ultima opțiune - în cazul în care o alegeți, materialul dvs. nu va fi traductibil sau editabil. Dacă includeți imagini în scenariul de învățare, asigurați-vă că adăugați sursa și licențele sub respectivele imagini.

- Atribuire CC BY.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., chiar și în scop comercial, atât timp cât autorul este creditat. Aceasta este una din cele mai adaptabile licențe oferite. Este recomandată pentru o maximă diseminare și utilizare a operelor licențiate.
- Atribuire - Partajare în Condiții Identice CC BY-SA.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., chiar și în scop comercial, atât timp cât autorul este creditat iar noua creație este licențiată sub aceleași prevederi. Aceasta este licența utilizată de Wikipedia și este recomandată pentru materialele care ar beneficia de încorporarea conținutului din Wikipedia și din proiecte licențiate similar.
- Atribuire - Fără Modificări CC BY-ND.** Această licență permite distribuirea integrală și fără modificări, comercială și necomercială, cu creditarea autorului.

- **Atribuire-NeComercial CC BY-NC.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., necomercial, și, deși noua lor operă trebuie să vă crediteze și să fie necomercială, aceștia nu trebuie să-și licențieze opera sub aceleași prevederi.
- **Atribuire-NeComercial- Partajare în Condiții Identice CC BY-NC-SA.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., necomercial, atât timp cât autorul este creditat iar noua creație este licențiată sub aceleași prevederi.
- **Atribuire- NeComercial - FărăModificări CC BY-NC-ND.** Această licență este cea mai restrictivă dintre cele 6 licențe, permițând altor utilizatori doar să downloadeze operele și să le distribuie altora atât timp cât vă atribuie opera, fără a o putea modifica sau utiliza în scopuri comerciale.

Plan de lecție nr. 5

Titlu

Imprimarea 3D: Ce trebuie să știu pentru a începe?

Rezumat

Tipuri de imprimare 3D pe piață, materiale și programe utilizate pentru imprimarea 3D

Cuprins	
Materie	<i>Introducere în imprimarea 3D</i>
Subiect	<i>Cum se folosește o imprimantă 3D</i>
Vârsta elevilor	<i>>10</i>
Timp de pregătire	<i>10 minute</i>
Timp de predare	<i>60 minute</i>
Material didactic online / offline	<i>Online: Google classroom (sau altă platformă educativă) YouTube Căutare Google Formular de căutare Test de evaluare</i>

Integrarea în curriculum

Este destinat să ajute elevii să facă cercetări privind achiziționarea unei imprimante 3D și utilizarea acesteia pentru a crea produse pentru alte discipline, cum ar fi matematica sau științele, de exemplu.

Scopul lecției

Înțelegerea principiilor de funcționare ale unei imprimante 3D, costurile materialelor și echipamentelor și criteriile de comparație între ele.

Activități

Denumirea activității	Procedura	Timp
Introducere	Elevii primesc un ghid privind imprimarea 3D. Ghidul ar trebui să conțină întrebări care îi motivează pe elevi să caute informații despre imprimantele 3D.	5 min.
Cercetare	Ghidul ar trebui să pornească de la ideea că doriți să cumpărați o imprimantă 3D: - imprimantele 3D se disting în principal după felul în care se face imprimarea. Urmăriți pe YouTube o imprimare 3D cu filament și o imprimare cu lumină digitală, cunoscută și sub numele de imprimare cu rășină. - Imprimantele se deosebesc, de asemenea, prin suprafața de imprimare. Care sunt cele mai des întâlnite dimensiuni? - Cum să percepem calitatea imprimării? - Care sunt cele mai vândute imprimante? Opinii, costuri?	15 min.
Provocare	Elevilor li se vor oferi trei scenarii, imaginându-și că sunt vânzători de imprimante: 1 – Un client dorește să cumpere pentru început o imprimantă 3D. Nu are cunoștințe despre aceasta, este o persoană căreia îi place să experimenteze și poate cheltui până la 500 euro pentru achiziționarea echipamentului. 2 – Un client vrea să cumpere o imprimantă pentru școala unde lucrează. El dorește o imprimantă pe care elevii s-o folosească și să experimenteze, folosind-o pentru diferite discipline. Este important ca sistemul să fie sigur, să aibă rețea și diferite programe. Clientul e dispus să cheltuie până la 2000 euro. El nu exclude posibilitatea de a cumpăra două imprimante cu același buget. 3 – Un alt client e interesat de o imprimantă ce folosește filamente solubile PVA pentru structurile de suport ale pieselor imprimate.	30 min.
Chestionar	Elevii completează un chestionar online cu întrebări rapide, ca de exemplu: 1- Imprimantele cu filament sunt cele mai vândute? A 2- Este o imprimantă mai mare mai bună decât una mai mică? F 3- Imprimantele 3D folosesc programe pentru a imprima? V	10 min.

Evaluare

La final se completează un chestionar pentru evaluare.

Recomandările / opiniile profesorilor cu privire la posibilitățile de implementare, beneficii, idei despre modul de utilizare a 3DP în diferite discipline

Licențe

Vă rugăm să indicați mai jos cu ce licență atributeți materialului dvs. alegând una dintre opțiunile de mai jos. NU recomandăm ultima opțiune - în cazul în care o alegeți, materialul dvs. nu va fi traductibil sau editabil. Dacă includeți imagini în scenariul de învățare, asigurați-vă că adăugați sursa și licențele sub respectivele imagini.

- Atribuire CC BY.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., chiar și în scop comercial, atât timp cât autorul este creditat. Aceasta este una din cele mai adaptabile licențe oferite. Este recomandată pentru o maximă diseminare și utilizare a operelor licențiate.
- Atribuire - Partajare în Condiții Identice CC BY-SA.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., chiar și în scop comercial, atât timp cât autorul este creditat iar noua creație este licențiată sub aceleași prevederi. Aceasta este licența utilizată de Wikipedia și este recomandată pentru materialele care ar beneficia de încorporarea conținutului din Wikipedia și din proiecte licențiate similar.
- Atribuire - FărăModificări CC BY-ND.** Această licență permite distribuirea integrală și fără modificări, comercială și necomercială, cu creditarea autorului.
- Atribuire-NeComercial CC BY-NC.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., necomercial, și, deși noua lor operă trebuie să vă crediteze și să fie necomercială, aceștia nu trebuie să-și licențieze opera sub aceleași prevederi.
- Atribuire-NeComercial- Partajare în Condiții Identice CC BY-NC-SA.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., necomercial, atât timp cât autorul este creditat iar noua creație este licențiată sub aceleași prevederi.
- Atribuire- NeComercial - FărăModificări CC BY-NC-ND.** Această licență este cea mai restrictivă dintre cele 6 licențe, permițând altor utilizatori doar să downloadeze operele și să le distribuie altora atât timp cât vă atribuie opera, fără a o putea modifica sau utiliza în scopuri comerciale.

Plan de lecție nr. 6

Titlu

Imprimare 3D: Cum să modelezi?

Rezumat

Programe și platforme de editare a modelelor pentru imprimare 3D

Cuprins

Materie	<i>Introducere în modelarea 3D</i>
Subiect	<i>Învățarea modului de utilizare a modelării 3D</i>
Vârsta elevilor	<i>>10</i>
Timp de pregătire	<i>10 m</i>
Timp de predare	<i>60 m</i>
Material didactic online / offline	<i>Online:</i> <i>Google classroom (sau altă platformă educativă)</i> <i>YouTube</i> <i>Platforme de proiectare 3D gratuite</i> <i>Test de evaluare</i>

Integrare în curriculum

Este destinat să ajute elevii să utilizeze unele instrumente de modelare 3D. Ele pot fi utile pentru materii artistice, de exemplu.

Scopul lecției

Înțelegerea principiilor de funcționare ale unei imprimante 3D și platforme sau programe de modelare 3D.

Activități

Denumirea activității	Procedura	Timp
Introducere	Elevii vor observa o imprimare 3D cu filament și vor fi provocați să proiecteze o piesă simplă.	10 min.

Cercetare	Prin intermediul unui videoclip pregătit în acest scop, elevii observă procesul de modelare 3D, pregătindu-se pentru modelare și imprimare.	5 min.
	https://www.tinkercad.com/learn/designs	
	https://www.youtube.com/watch?time_continue=141&v=Vx0Z6LplaMU&feature=emb_logo	
Provocare	Proiectează un inel de chei cu numele tău – în această sarcină, elevii sunt ghidați pas cu pas pentru a modela o piesă. Ei ar trebui să utilizeze instrumentul de modelare online gratuit www.thinkercad.com sau orice alt instrument pe care-l pot avea pe sistemul de operare (de exemplu, paint 3D)	45 min.
Evaluare	Elevii își trimit piesa pe un site online pentru simularea timpului și a costurilor de imprimare (https://www.omnicalculator.com/other/3d-printing).	10

Evaluare

La final, se va completa un chestionar de evaluare.

Recomandările / opiniile profesorilor cu privire la posibilitățile de implementare, beneficii, idei despre modul de utilizare a 3DP în diferite discipline

Licențe

Vă rugăm să indicați mai jos cu ce licență atributeți materialului dvs. alegând una dintre opțiunile de mai jos. NU recomandăm ultima opțiune - în cazul în care o alegeți, materialul dvs. nu va fi traductibil sau editabil. Dacă includeți imagini în scenariul de învățare, asigurați-vă că adăugați sursa și licențele sub respectivele imagini.

- Atribuire CC BY.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., chiar și în scop comercial, atât timp cât autorul este creditat. Aceasta este una din cele mai adaptabile licențe oferite. Este recomandată pentru o maximă diseminare și utilizare a operelor licențiate.
- Atribuire - Partajare în Condiții Identice CC BY-SA.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., chiar și în scop comercial, atât timp cât autorul este creditat iar noua creație este licențiată sub aceleași prevederi. Aceasta este licența utilizată de Wikipedia și este recomandată pentru materialele care ar beneficia de încorporarea conținutului din Wikipedia și din proiecte licențiate similar.
- Atribuire - Fără Modificări CC BY-ND.** Această licență permite distribuirea integrală și fără modificări, comercială și necomercială, cu creditarea autorului.
- Atribuire-NeComercial CC BY-NC.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., necomercial, și, deși noua lor operă trebuie să vă crediteze și să fie necomercială, aceștia nu trebuie să-și licențieze opera sub aceleași prevederi.

- **Atribuire-NeComercial- Partajare în Condiții Identice CC BY-NC-SA.** Această licență permite altora să distribuie, remixeze, modifice și să creeze pe baza operei dvs., necomercial, atât timp cât autorul este creditat iar noua creație este licențiată sub aceleași prevederi.
- **Atribuire- NeComercial - FărăModificări CC BY-NC-ND.** Această licență este cea mai restrictivă dintre cele 6 licențe, permițând altor utilizatori doar să downloadeze operele și să le distribuie altora atât timp cât vă atribue opera, fără a o putea modifica sau utiliza în scopuri comerciale.

Resurse adiționale

1. Thingiverse Education, <https://www.thingiverse.com/education>
2. “Pregătirea în imprimarea 3D cu scopul de a încuraja inovația și creativitatea”, proiect Erasmus+, <https://3d-p.eu/ro/>
3. Ghidul Makerbot pentru educatori, <https://www.makerbot.com/stories/3d-printing-education/free-ebook-makerbot-educators-guidebook/>
4. Ford, S. and Minshall, T., *Where and how 3D printing is used in teaching and education*, Additive Manufacturing, Volume 25, Pag.131-150, 2019
5. Aflați cum este utilă imprimarea 3D peste tot, www.sculpteo.com/en/applications/
6. Tipuri de tehnologii de imprimare 3D, <https://all3dp.com/1/types-of-3d-printers-3d-printing-technology/>
7. 5 aplicații importante ale imprimării 3D <https://all3dp.com/2/greatest-3d-printing-applications/>
8. Viitorul imprimării 3D: dincolo de 2020, <https://all3dp.com/2/future-of-3d-printing-a-glimpse-at-next-generation-making/>
9. 14 aplicații ale imprimării 3D & exemple, <https://builtin.com/hardware/3d-printing-applications-examples>
10. Aplicații ale imprimării 3D: o nouă eră, www.jabil.com/insights/blog-main/3d-printing-applications.html
11. Top 5 beneficii ale imprimării 3D în educație, www.makerbot.com/stories/3d-printing-education/5-benefits-of-3d-printing/
12. 10 moduri în care profesorii îmbunătățesc învățarea STEM cu imprimarea 3D <https://www.makersempire.com/top-10-stem-3dprinting-education/>