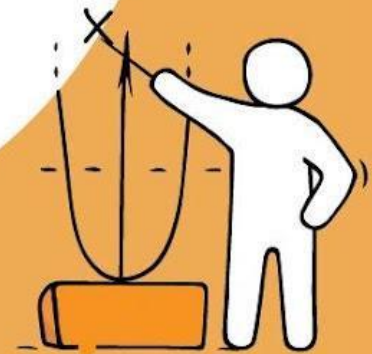




STEAM BUILDERS

$$a^2 + b^2$$

VII



formel og
uformel læring
i
STEAMBooklet



Indholdsfortegnelse

Kapitel 1: Erfaring er viden	4
1. Introduktion til den ikke-formelle metode, hvad er det?	4
2. Redskaber til læring i ikke-formel læring	9
Kapitel 2: To sider af medaljen	13
1. Hvad er forskellen på formel og ikke-formel læring?	13
2. Hvorfor er begge sider af medaljen vigtig?	16
3. 3. Hvordan kan man forbinde ikke-formelle med formelle metoder i STEAM	17
Kapitel 3: Learning by Doing	19
1. Hvad betyder "learning by doing"?	19
2. Hvad er fordelene ved "learning by doing"?	21
3. Implementering af "Learning by Doing"	23
4. STEAM og "Learning by Doing"	24
5. Konklusion	25
Kapitel 4: Alle mand – på dæk	27
1. Hvordan man implementerer en "learning by doing" tilgang / strategi	27
2. Sikkerhed: Generelle retningslinjer for gennemførelse af "learning by doing"-sikkerhed i klassen	37
Kapitel 5: At skabe historie	42
1. Introduktion: Hvorfor forbinde STEAM med historie?	42
Matematikere i det antikke Grækenland	65
Berømte europæiske matematikere	66
2. Konklusion	69
Kapitel 6: Ingen bliver efterladt (inklusion)	70
1. Indlæringsvanskeligheder og hvordan man hjælper	70
2. Multisensorisk læring [visuelle, auditive, læsning/skrivning, kinæstetiske elever]	72
3. Styrken ved ikke-formel undervisning i et inkluderende klasseværelse	75
Kapitel 7: Eksisterende praksis	76
1. Eksisterende praksis i uformel læring / hands-on / eksperimenterende undervisning	76

2. Eksisterende STEAM-Undervisning	81
3. Eksempler på museernes praktiske/ ikke-formelle metoder – Eksperimenter med gamle værktøjer og teknikker.	83
Konklusion	87
Referencer	88

Kapitel 1: Erfaring er viden

1. Introduktion til den ikke-formelle metode, hvad er det?

1.1.1. Definition og forskellige typer af uddannelse



Kilde: @timmossholder

Hvordan kan vi skelne mellem formel læring, uformel læring og ikke-formel uddannelse? Disse områder viser, hvordan man opfatter uddannelse. Er de komplementære, har de fælles mål? Svarer de enkelte uddannelsesformer til et bestemt tidspunkt i livet, eller lærer vi gennem hele livet? Lad os se på definitionerne af disse læringsmetoder for at forstå, hvad der adskiller hver af disse tilgange og samtidig huske på, at vi vender tilbage til disse definitioner mere detaljeret i kapitel 2 i denne booklet.

Formel uddannelse: Skole- eller universitetsuddannelse, der gives på uddannelsesinstitutioner af fastansatte lærere inden for rammerne af en studieplan.

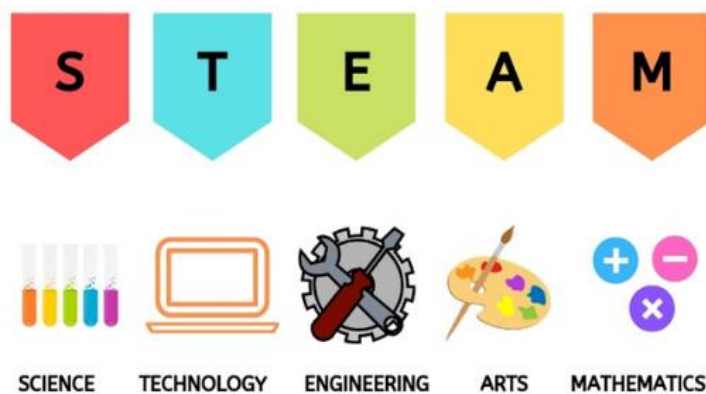
Formel læring henviser til det hierarkisk opbyggede uddannelsessystem. Uddannelsen er kronologisk inddelt, fuldtidsundervisning og består af en række forskellige tekniske og faglige uddannelsesprogrammer og institutioner.

Formel læring (FL): Uddannelse er organiseret for et identificeret publikum med identificerbare uddannelsesmål, for et normalt frivilligt publikum. FL kan foregå både inden for og uden for uddannelsesinstitutioner og kan henvende sig til folk i alle aldre. FL-programmer er ikke nødvendigvis i overensstemmelse med skolesystemet. De kan være af varierende længde og kan eller kan ikke være afsluttet med et bevis for opnåede læringsresultater.

Uformel læring (UFL): Det er en diffus læring, hvor alle tilegner sig holdninger, værdier, færdigheder og viden gennem daglige erfaringer og tilfældigt gennem de uddannelsesmæssige påvirkninger og ressourcer i deres omgivelser. Denne læring er ikke underlagt en streng programmering og finder sted uden for organiserede institutioner og strukturer. Målgrupper og viden er ikke fastlagt på forhånd, men kan oftest identificeres efterfølgende, navnlig gennem validering af tidligere læring.

1.1.2. Hvad er en ikke-formel tilgang til undervisning i STEAM?

Lad os se på den ikke-formelle tilgang i STEAM uddannelsen. Hvad betyder det i praksis? Lad os kort minde dig om, hvad STEAM er: det er en tilgang til læring, der bruger videnskab, teknologi, ingeniørvidenskab, kunst og matematik som adgangspunkter til at lede elevernes undersøgelse, dialog og kritiske tænkning.



 Visit www.differencebetween.com

Vi har også set i STEAMBuilders metodologiske vejledning, at et af hovedformålene med STEAM-metoden er at skabe et funktionelt og tilpasseligt

program for alle typer elever baseret på naturlige læringsmetoder. Videnskab og teknologi fortolkes gennem ingeniørvidenskab og kunst, alt sammen forstået med elementer af matematik.

Det er derfor logisk at anvende UFL i undervisningen i denne tilgang. Denne undervisning er i denne sammenhæng især baseret på manipulation, på læring gennem at eksperimentere. Et projekt baseret på robotteknologi er et glimrende eksempel: Princippet er at arbejde - gennem robotteknologi - på at løse en udfordring ved i fællesskab at tage fat på tekniske, videnskabelige, etiske og kreative dimensioner.



Kilde: [@robowunderkind](#)

På denne måde bliver eleven klar over, at han eller hun har brug for f.eks. begreber inden for naturvidenskab, matematik og programmering for at løse et problem og skriftlig og/eller kunstnerisk udtryksform for at kunne redegøre for sit arbejde. Og alt dette mens der manipuleres!

Denne fremgangsmåde kan også foregå ved besøg på ukonventionelle steder, f.eks. det skandinaviske koncept **udeskole**, som er blevet beskrevet i en norsk sammenhæng af Jordet, i en svensk sammenhæng af Dahlgren og Szczepanski og i en dansk sammenhæng af Mygind.

Udeskole er rettet mod børn i alderen 7-16 år og er kendetegnet ved regelmæssige obligatoriske uddannelsesaktiviteter uden for skolen, f.eks. en dag

om ugen. Udeskole kan finde sted i naturlige og kulturelle omgivelser, f.eks. skove, parker, lokalsamfund, fabrikker, landbrug, gallerier, teatre osv.



Kilde: Children And Nature

1.1.3. Fordele ved at indføre en ikke-formel tilgang i STEAM-didaktikken



Formel læring er en nødvendig del af læring og bidrager til personlig udvikling, især i de tidlige skoleår, men den opfylder ikke nødvendigvis alle målene for STEAM-læring. Det er her, at den ikke-formelle metode viser sit potentiale og tilbyder læring, der er tilpasset de individuelle behov, uanset alder, baggrund eller interesser. Denne tilgang til uddannelse, hvor deltageren indtager en aktiv rolle og er direkte involveret i læringsprocessen, er ikke uden konsekvenser for indholdet af det, der formidles. Uanset indholdet af selve undervisningen, den viden og de færdigheder, som den skal give, giver UFL-metoden mulighed for både autonomi og deltagelse. I denne sammenhæng er gensidig hjælp af afgørende betydning, som vi skal se senere. Den er baseret på barnets spontane

evne til at udveksle med andre, en medfødt tendens, som skal udvikles til gavn for alle.



Kilde: Fermat Science

Denne læringsmetode, der er baseret på frivillighed, sætter eleverne i en situation med større selvforståelse, lærer dem at analysere sig selv og gøre status over deres evner og færdigheder, samtidig med at de vænnes til at tage initiativer i en gruppe og til at måle deres virkning. Det er denne deltagelsesorienterede metode, der gør UFL til en god skole for medborgerskab. Der er ingen pålagte standarder, ingen forpligtelse til at svare inden for en begrænset tid og ingen sanktioner. Den enkeltes personlige udvikling respekteres. Udfordringen er ikke at få en god karakter, at behage læreren eller forældrene, men at glæde sig over at opdage noget og dermed have tilfredsstillelsen ved at overvinde en forhindring og få adgang til viden.

Desuden gør det at være aktivt involveret i sin egen uddannelse det muligt for eleverne at være engagerede og motiverede, hvilket er en af de vigtigste drivkræfter for bedre resultater for eleverne. Motivationen til at lære er faktisk en vigtig faktor for elevernes resultater.

En positiv holdning til naturvidenskabelige fag og tillid til at lære STEAM går faktisk hånd i hånd med bedre resultater i disse fag. Motivation i disse forskellige aspekter påvirker beslutningerne om deltagelse i skoleforløb eller

studieprogrammer, hvor STEAM er et vigtigt emne. Disse holdninger kan forme elevernes valg af uddannelse og karriere efter ungdomsuddannelsen.

2. Redskaber til læring i ikke-formel læring

Det er ikke let at forstå, hvad begrebet ikke-formelle metoder egentlig indebærer. Det ville faktisk være meget nemmere at forsøge at forstå disse metoder gennem deres karakteristika, idet de kort sagt kan inddeles i fire underkategorier: kommunikationsmetoder, der er baseret på interaktion, dialog og formidling; aktivitetsorienterede metoder, der er baseret på erfaring, praksis og eksperimenter; samfundsorienterede metoder, der er baseret på partnerskab, teamwork og netværkssamarbejde; og selvstyrende metoder, der er baseret på kreativitet, opdagelse og ansvar.

Hvis læreren har til hensigt at bruge en eller endda en kombination af ikke-formelle metoder baseret på ovenstående kategorier for at lette læringsprocessen i forbindelse med et STEAM-relateret koncept, bør han/hun derfor først udforme et omfattende undervisningsredskab, som grundlæggende vil bestå af ikke-formelle metoder.

Derfor finder vi det vigtigt at forklare, hvad et læringsredskab er, hvordan man kan genkende det, og hvilke kriterier et redskab bør opfylde.

1.2.1 Hvad er et læringsredskab?

Et læringsredskab er et undervisningsmiddel, et instrument, som lærerne bruger til at muliggøre læring inden for et bestemt vidensområde.

Et læringsredskab gør et uddannelsesforløb mere effektivt og fremmer udvekslingen med og mellem eleverne. Undervisningsmidler skal tilpasses og vælges i overensstemmelse med undervisningsprojektet.

De har forskellige målsætninger:

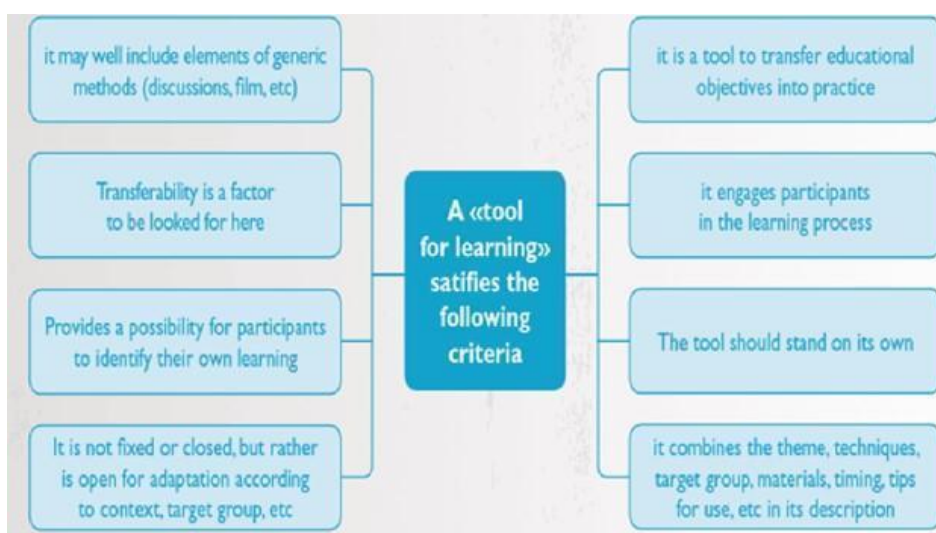
- At informere;
- At opnå færdigheder;
- Ændring af opfattelser.

Et læringsværktøj skal være tilstrækkeligt fleksibelt og åbent, så det kan anvendes i forskellige sammenhænge og altid give mulighed for at blive tilpasset, kombineret og udviklet i overensstemmelse med de faktiske forhold og det miljø, hvor det anvendes. Denne iboende egenskab ved et redskab - som samtidig er et af dets grundlæggende mål - kaldes **overførbarehed**.

Oftest er et læringsredskab forbundet med en fysisk genstand eller et fysisk materiale. Der er mange kriterier at tage hensyn til, når man skal vælge et undervisningsmiddel.

1.2.2 Kriterier for valg af et undervisningsredskab

De kriterier eller principper, som et værktøj skal overholde, er vist i følgende diagram:



Ifølge diagrammet bør et godt læringsredskab i UFL kombinere alle otte kriterier på samme tid. Derudover er der nedenfor opsummeret nogle andre nyttige punkter, som skal tages i betragtning i processen med at konstruere et undervisningsredskab. Et læringsredskab:

- Skal give mening;

- Skal skrives i et præcist sprog og skal levere præcise budskaber;
- Skal være tilpasset den pågældende målgruppe: børn, teenagere, voksne, seniorer, handicappede (se mere i kapitel 6);
- Skal tilpasses til konteksten: sted og tidspunkt for mulig forberedelse og undervisningstid;
- Skal være en invitation til at rejse rundt i alle mulige rum gennem fantasiens og kreativitetens veje;
- Skal tjene idéen om learning by doing.

1.2.3 Betydningen af hjælp / støtte / samarbejde

Et værktøj bør ikke bruges alene. Børn kan godt lide at lære, så længe de bliver hjulpet. Ifølge Céline Alvarez: "Barnet har et meget stærkt læringsprogram, men det har brug for ... vejledning fra en person, der er mere avanceret end barnet selv, og som kan angive de vigtige elementer, der skal observeres og tages i betragtning for at udvikle sig".

Undervisningsmetoderne bestemmer formen af de interaktioner, der finder sted i et klasseværelse eller i et kursuslokale, herunder interaktioner mellem den voksne og en gruppe børn, mellem den voksne og hvert enkelt barn eller mellem små grupper af børn.

Den voksne skal tilskynde til positive udvekslinger og forståelse mellem børnene og sætte grænser for en strukturerende og tryghedsskabende ramme, så hvert enkelt barn kan udvikle den følelse af gensidig hjælp, som er naturlig fra en meget ung alder.

Et eksempel på disse positive udvekslinger er **bâtiTmaths-event** i Frankrig, som er iværksat af Fermat Science: 16-årige elever fra en erhvervsskole uddannes til at give 14-årige elever fra det almene gymnasium matematikværksteder med relation til deres faglige specialer. De ældre bliver aktører. Tilbagemeldingerne er alle meget positive.



Kilde: Fermat Science

Der findes mange ikke-formelle læringsredskaber for børn i forbindelse med STEAM, som giver mulighed for bedre læring.

Uanset om det er teoretisk eller legende, giver hver af dem mulighed for en bedre indlæring og dermed for at være mere tryk ved at lære.

Vi må ikke glemme, at et læringsredskab kombinerer ikke-formelle metoder, som kan være kommunikationsbaserede, aktivitetsbaserede, sociale og/eller autonomibaserede metoder. Et STEAM-relateret læringsredskab kan således være en simuleringsøvelse som f.eks. et rollespil om livet i forhistorisk tid (Hvordan levede stenaldermennesket?), en workshop, der fremmer kreativitet og udvikler imaginære eller fiktive karakteristika (maling af glasmalerier som i middelalderen), en aktivitet, der foregår udendørs, eller en aktivitet, der inddrager erfaringsbaserede processer og fakta fra hverdagslivet.

Et undervisningsredskab kan være et spil (gamle spil som Latronculus eller knokler) eller en interaktiv video om Leonardo da Vincis spektakulære opfindelser. Men det kan også være en historie, en diskussion, en fabrikation, en



film, et foto eller et billede med tekst eller endda en kombination af nogle (eller alle) af ovenstående, altid givet i en logisk rækkefølge og på en måde, der rent faktisk letter læringsoplevelsen.

Kapitel 2: To sider af medaljen

1. Hvad er forskellen på formel og ikke-formel læring?

Som det fremgår af kapitel 1, tænker de fleste af os straks på formel læring, når vi tænker på lærings- og undervisningsmetoder, der anvendes i skoler. Man kan karakterisere den som et disciplineret, organiseret og struktureret system, der har været anvendt i skolernes undervisningsproces fra gammel tid (What Is Formal Education? 2019). Det første koncept for formel uddannelse kan ses lige efter 500 e.Kr. i det antikke Grækenland, det gamle Rom og det gamle Egypten (Broome, 2018). Tale var den vigtigste virkemiddel, hvormed individer lærte og videregav deres viden, hvilket gjorde præcis udenadslære til et afgørende talent. Den antikke græske undervisning skilte sig dog ud på grund af sin mangfoldighed. Grækerne var de første til at etablere det, som vi i dag kalder grundskoler og gymnasier.



Kilde: <https://www.givemehistory.com/education-in-ancient-egypt>

Alligevel udviklede konceptet og praksis for denne verdensomspændende obligatoriske og offentlige uddannelse sig langsomt i Europa fra begyndelsen af det 16. århundrede og op i det 19. århundrede (Huston, 2008).

Formel læring anses for at være en mere konsekvent metode, da alle elever modtager samme uddannelsesstandard. Det er en klasseværelsesbaseret fremgangsmåde, hvor læring og undervisning kommer fra undervisningsmateriale som f.eks. bøger (What Is Formal Education? 2019). Det er en meget genkendelig undervisningsmetode, da en stor procentdel af eleverne rundt om i verden tilbringer de udviklingsmæssige år af deres liv inden for et skolesystem, der bruger formel uddannelse. Eleverne er forpligtet til at være til stede i klasseværelset på et bestemt tidspunkt, arbejde sig igennem pensum og nå alle de mål, som skolen/institutionen har sat ("What Is Formal Learning?", 2016). Formel uddannelse kan yderligere betragtes som den vigtigste kilde til elevernes uddannelsesmæssige udvikling i de fleste lande (Kurtz-Costes, 2001).

Nedenstående tabel viser karakteristika for formel læring sammenlignet med UFL:

Formel læring	Ikke-formel læring
Skolen er engageret	Lang proces
Struktureret hierarkisk	Erfaringsbaseret læring
Ensformig og fuld tid	Fuld tid eller deltid
Fagorienteret og pensum	Justerbar pensum og skema
Uddannelsesbevis/eksamen	Uddannelsesbevis ikke nødvendigt
Planlagt og bevidst	Ingen aldersgrænse

Dette kapitel vil fremhæve den vigtige rolle, som begge sider af medaljen spiller, idet man forsøger at kompensere for manglerne i den formelle uddannelse gennem brugen af UFL på skoler/institutioner (Binazzi, 2016).

Inden for den formelle læring "indsamler" eleverne viden fra kvalificerede undervisere, der tilbyder vurderinger for at sikre deres fremskridt til det næste læringsstadium. Mens mange elever nyder godt af denne uddannelsesmetode, er der nogle få elever, som kan kede sig på grund af det generelt lange tidsforløb mellem den faglige undervisning og det næste niveau ("Types of Education," 2019). Formel læring er ofte statisk og er begrænset til en tidsperiode - eleverne skal opnå viden i den specifikke tid, der er givet - fra undervisnings- og læringsmaterialet. Omvendt fortsætter UFL hele livet og kan betragtes som en fleksibel uddannelsesmetode.

Betydningen af formel og ikke-formel læring gennem en lærers erfaring:

Debono, der er lærer i en sjette klasse på Malta, mener, at når man bruger UFL, er både underviseren og eleverne på lige fod med hinanden. Det drejer sig ikke om at videregive information, men snarere om at fremme en persons videre læring. Desuden er der særlig opmærksomhed på at give eleverne mulighed for at opnå mere, og hver enkelt elev tager sine individuelle erfaringer med sig ind i klasseværelset. Disse elementer skal tages i betragtning, men også værdsættes i læringsprocessen (Spiteri, 2016). Tips til at integrere ikke-formelle metoder i din daglige undervisning:

1. Prøv at åbne dit og dine elevers øjne for alle ikke-formelle muligheder. Disse kan findes overalt, ikke kun i det traditionelle læringslokale.
2. Få eleverne til at tænke over de oplysninger, de har lært. Oplysninger kan findes overalt i verden, men de er ikke altid præcise. Tilskynd derfor eleverne til at dobbelttjekke og udfordre de givne oplysninger med kritisk tænkning og problemløsningsfærdigheder.

3. Stil spørgsmål, og start en diskussion. Gør læring til en engagerende, "tovejs" proces, i stedet for blot at give dem dine noter, og gå over til en mere "dialogbaseret undervisning".
4. UFL handler om at give hver enkelt elev mulighed for at danne sig sine egne synspunkter og tanker og respektere andres holdninger, uanset om de ligger inden for rammerne af formel uddannelse eller ej. Debono udtaler: "Hvis du respekterer en elevs mening og deres ret til at videregive deres viden til dig såvel som omvendt, så åbner du dit klasseværelse op for så meget mere potentiale for udveksling af idéer og ikke-formel læring" (Spiteri, 2016).

2. Hvorfor er begge sider af medaljen vigtig?



Kilde: <https://epale.ec.europa.eu/en/blog/bridging-formal-and-non-formal-professionalisation-and-capacity-building-adult-education>

Effekten og succesen af UFL kan beregnes ud fra den omfattende vækst på verdensplan og den stigende efterspørgsel fra mennesker over hele verden. Denne succes viser endvidere, at formel uddannelse opfylder flere forskellige formål på én gang. På den anden side er ikkeformel læring normalt kendetegnet ved alt det, som formel læring ikke er. Sidstnævnte tilbyder således en lang række forskellige planer og aktiviteter inden for en række forskellige koncepter på verdensplan, som alle har forskellige mål, strategier, metoder, ledelse, finansieringsmidler osv. (Vicente, 1982).

Formel og UFL er lige vigtige, fordi teorien om den viden, der opnås gennem formel læring, giver et perspektiv på, hvordan individer forstår, forbinder og tilpasser deres virkelighed. Uddannelse kan betragtes som en løbende udvikling af et individs forståelse, der er forbundet med interaktion, samt en omformning af dets selvidentitet i forhold til samfundet og miljøet.

Derfor er der kun tale om læring, hvis et individ er bevidst om processen og samtidig har kontrol over den. Desuden konkluderer personer, der gennemfører begge typer læring, at det grundlæggende problem med formel læring er, at eleverne ofte bliver bedt om at opnå ting, som de ikke kan opnå, selv om dette ikke nødvendigvis er et tegn på, at skoleundervisning er værdiløs. Denne forståelse afspejler imidlertid ikke den bredere betydning af skolegang og den indvirkning, den har på eleverne, som derfor rækker videre end metodologien eller endog indholdet af pensum. Teorierne om formel og uFL adskiller sig således ikke kun med hensyn til deres "forskellige læringsmetoder", men også med hensyn til skolens betydning og effektivitet (Vicente, 1982). Når læring og praksis forenes, kan der ske en mere hensigtsmæssig og realistisk forståelse af verden, og derfor kan den feedback, som lærerne giver, udvikle elevernes viden endnu mere. Desuden tilstræber UFL en form for læring inden for rammerne af en betydningsfuld aktivitet, hvilket tyder på motivation og mental tilfredsstillelse. Hvis læring finder sted i et typisk livsmiljø, i overensstemmelse med reelle behov, evner og motivation, og hvis det, der læres, er en personlig beslutning, som man selv har taget til sig, er der større sandsynlighed for individuel udvikling, som igen forventes at bidrage til samfundet som helhed (Vicente, 1982).

3. 3. Hvordan kan man forbinde ikke-formelle med formelle metoder i STEAM

Gennemførelse af en pædagogik, der anvender elementer fra formel uddannelse i et ikke-formelt læringsmiljø, er i modstrid med nogle vigtige principper for en uafhængig elev. Naturligvis mangler den ikke-formelle undervisning ofte en struktur baseret på, hvordan undervisningen styres, og hvordan elevernes læring kan finde sted i et lystbetonet miljø. Ved at kombinere begge typer undervisning kan man hjælpe eleverne med at omsætte information på et bredere plan og etablere strategier for en vedvarende læringsoplevelse ved at tilskynde til refleksion og stille spørgsmål. Desuden vil en sammenkobling af UFL med de formelle metoder i skolens læseplaner give eleverne mulighed for at forvalte de mål, de har opnået gennem deres egen læring, hvilket derfor giver dem mulighed for at formulere deres egen viden (Carlson, 1998). Følgende 5 trin er vigtige, når man forbinder IFU med formel læring:

- Erfaring → ved at lave aktiviteten
- Dele → ved at formidle og observere resultaterne
- Proces → ved at analysere og reflektere erfaringerne
- Generalisere → ved at sammenligne erfaringerne med et eksempel fra den virkelige verden
- Anvend → ved at bruge det, du har lært, i en anden eller lignende situation



Kilde: <https://umaine.edu/news/blog/2016/02/29/nsf-teaching-fellowship-program-to-improve-stem-education-in-rural-schools/>

I betragtning af at UFL i vid udstrækning anvender formidlingsværktøjer i aktiviteterne, peger det på en mere håndgribelig tilgang sammenlignet med den formelle uddannelse og anvender kognitive værktøjer, som tilskynder til et mere aktivt input i aktiviteten fra de involverede (Bekerman & Silberman-Keller, 2004). Som følge heraf kan både formel og UFL kombineres for at danne og levere det fælles formål at udstyre eleverne med vigtige færdigheder og begreber. En ligevægt mellem formel og ikke-formel pædagogik, hvor man nøje vurderer deres ambitioner og anvendelighed i forhold til læringskonteksten og læringsmålene, kan resultere i en kombineret, altomfattende læringsoplevelse for eleverne. Anvendelse af begge pædagogikker bør afhænge af både kulturen og læringens art, af elevernes profiler og logistiske begrænsninger og af, hvordan disse pædagogikker kan tilpasses særlige læringsformål og metoder til at opnå de vigtigste mål med uddannelse (Ng, 2018).

Her er det muligt at erkende, at der kan være en vis fleksibilitet i den stramme struktur, der opfattes som værende den formelle uddannelsesstruktur. Derfor kan vi skelne mellem forskellige grader af formalitet i traditionel uddannelse og gradvis skifte fra en formel til en ikke-formel metode ved at skabe mere fleksible strukturer eller endog ved at erstatte eller fjerne andre (Dib, 1988).

Kapitel 3: Learning by Doing

1. Hvad betyder "learning by doing"?

Udgangspunktet bag learning by doing er, at vi lærer bedre, når vi virkelig "gør" noget. Aktiv deltagelse understøtter dybdegående læring og byder fejltagelser, og hvordan man lærer af dem, velkommen. John Dewey, en amerikansk filosof, var den første til at popularisere learning by doing. Denne metode krævede for

Dewey et stærkt fokus på elevernes engagement. Den gik også imod den konventionelle visdom om, at læring opnås gennem forelæsninger og udenadslære. Dewey gjorde sig bemærket ved at sige, at vi lærer bedst, når vi fordyber os fuldt ud i stoffet. Han mente, at den bedste måde at opnå dette på var at give et realistisk pensum, der var relevant for elevernes liv og erfaringer. Deweys koncept, som er næsten hundrede år gammelt, er ved at genopstå i takt med, at moderne forskere objektivt viser betydningen af learning by doing.

For at være effektiv skal du først lægge grunden til learning by doing. Ifølge nyere forskning virker det, når det sker på det rigtige tidspunkt i læringsprocessen. Hvad betyder det helt præcist? For det første er det afgørende at understrege betydningen af læring som en proces. Læring bygger på sig selv, og hvis man introducerer learning by doing for tidligt, kan det overvælde folk. Dette giver intuitiv mening i virkelige situationer. Det fungerer, fordi teknikken kræver, at den enkelte aktivt engagerer sig i materialet og skaber sin egen viden, trin for trin.

Mange lærere er optaget af at formidle viden til eleverne; de ser sig selv som værende i stand til at "putte information ind i elevernes hjerner". Indlæring af videnskabelige begreber viser imidlertid, at eleverne selv skal konstruere viden, og i mange tilfælde ville effektiv læring bedre kunne beskrives som en proces, hvor man "trækker information ud af elevernes hoveder". Næste gang du læser en ny tekst, så stil dig selv følgende spørgsmål: Hvad er emnet for denne tekst?

Hvad er det, forfatteren forsøger at sige? Er der noget her, som du finder forvirrende? Disse spørgsmål retter din opmærksomhed mod materialets indhold og guider dig gennem processen med learning-by-doing. Selv om nogle lærebøger måske indeholder "læseforståelsesspørgsmål" i slutningen af hvert kapitel, vil du lære meget mere, hvis du stiller dig selv denne type spørgsmål

oftere. De mest effektive indlæringsmetoder er aktivt engagement og teknikker, der tvinger dig til at arbejde hårdere for at huske stoffet.

2. Hvad er fordelene ved "learning by doing"?

Learning by doing har været praktiseret i årtusinder. Aristoteles sagde: "De ting, som vi skal lære, før vi kan gøre dem, lærer vi ved at gøre dem." Denne tankegang udviklede sig og ændrede sig med tiden, og den gik tabt i en periode, da computerne blev indført i skolerne. Denne teknik er først for nylig blevet genindført i skolerne. Det er let at se, hvorfor lærerne opfordrer til dette, fordi det har fem store fordele:

1. Det er mere interessant og indtryksfuldt. Den første fordel er, at det er mere interessant og indtryksfuldt. Dette er vigtigt, fordi de studerende tidligere lærte fra forelæsninger, bøger eller artikler, og de lærende kunne nemt læse - eller ikke læse - teksten og gå derfra uden nogen viden overhovedet. Når eleverne er tvunget til at gøre det, de skal lære, er det lettere at huske det, de har lært. Hver handling giver personlige læringsoplevelser, og det er her, motivationen udvikles. Denne motivation hænger sammen med det, man lærer og føler. Det indgyder eleverne vigtigheden af læring, der er både relevant og meningsfuld. Bortset fra det giver denne erfaring eleverne mulighed for at gennemgå læringscyklussen, som omfatter udvidet indsats, fejl og refleksion efterfulgt af strategiforbedring.

2. Det er mere personligt. Hvis vi vender tilbage til cyklussen med anstrengelser, fejl, refleksion og forbedring, er denne cyklus kun mulig gennem personlige følelser - motivationen og opnåelsen af viden om et specifikt emne, der er forbundet med dine værdier og idealer. Denne forbindelse er stærk, og den giver en rigere oplevelse end at læse fra en bog eller en artikel som denne. Denne personlige forbindelse er vigtigere, fordi den opmuntrer elevernes udforskning

og nysgerrighed. De kunne læse om det eller se en video. Selv hvis de begår fejl nu, vil de have en bedre forståelse for, hvad de skal gøre næste gang, de prøver det.

3. Den er relateret til samfundet. Learning by doing indebærer, at eleverne engagerer sig i verden omkring dem i stedet for at studere alene i et klasseværelse eller på et bibliotek. Fordi hele byen teknisk set er klasseværelset, kan eleverne udnytte en lang række ressourcer. De har mulighed for at samle lokale aktiver og partnere og for at forbinde lokale problemer med større globale temaer. De bliver således en del af et samfund, og denne form for læring giver dem mulighed for at interagere og knytte sig mere til det.

4. Den er blevet mere integreret i folks liv. Denne form for læring er også dybt indlejret i vores dagligdag. Dybdegående læring finder bedst sted, når eleverne kan anvende det, de har lært i klasseværelset, til at besvare spørgsmål om deres liv, som de er berørte af. Eleverne spørger ofte: "Hvorfor skal jeg lære det?" Når det drejer sig om læring, er folk mere tilbøjelige til at være interesserede, hvis de tror, at det, de lærer, vil være til gavn for deres livsstil på en eller anden måde. Det kan glemmes, hvis de ikke kan forbinde viden med personlige aspekter af deres liv. Som følge heraf gør learning by doing det lettere at anvende viden.

5. Det er med til at udvikle færdigheder og selvtillid. Den sidste fordel er, at den forbereder eleverne på at få succes. Learning by doing tilskynder eleverne til at opdage noget nyt og til at prøve noget for første gang. De vil naturligvis begå nogle fejl, men de vil ikke gentage fejlene senere. Som følge heraf kan learning by doing hjælpe dem med at udvikle deres nysgerrighed for nye ting og deres vedholdenhed i deres bestræbelser på at vokse og udvikle sig inden for et område. Dette kan også føre til bedre teamhåndtering og samarbejdsevner. Det er alle vigtige aspekter af personlig udvikling, når vi bevæger os fremad.

3. Implementering af "Learning by Doing"

Learning by doing indebærer, at eleverne er aktive, praktiske og engagerede. Målet med denne undervisningsmetode er, at eleverne skal opbygge mentale modeller, der muliggør "højere niveau-præstationer" som f.eks. anvendt problemløsning og overførsel af information og færdigheder (Churchill, 2003). Ved udarbejdelsen af undervisningsforløb bør man i det væsentlige fokusere på at "lave, producere, udføre og observere" øvelser snarere end på lærerstyret undervisning. Nedenfor giver vi en liste over tiltag til gennemførelse af learning by doing:

Gør det muligt for de studerende at samarbejde: Eleverne kan samarbejde om at undersøge vigtige spørgsmål eller udvikle meningsfulde projekter i en lille gruppe. F.eks. for at udvikle et kunstværk. Eleverne kan dele deres erfaringer i samarbejdssammenhænge. Eleverne lærer også at beherske gruppearbejdsevner. Erfaringen forbedrer teamwork, gruppekommunikation, det at indgå kompromiser og at lytte.

Fremme selvstændig udforskning: Med nutidens internet og multimediefunktioner kan man hurtigt finde enorme mængder information. Problemet for børnene er at sortere i den store informationsmængde for at finde ud af, hvad der er sandt, og hvad der ikke er sandt. Opmuntre eleverne til at udvikle kritisk tænkning ved at krydstjekke og bekræfte oplysninger på flere forskellige hjemmesider. Selvstyret undersøgelse tilskynder eleverne til at stole på beviser snarere end på autoriteter (tekst, instruktør, forældre) (Haury og Rillero, 1994). At lære at søge efter oplysninger til en gruppeaktivitet forbedrer evnen til at finde fakta og selvstændighed. Eleverne lærer at besvare deres egne spørgsmål ved hjælp af pålidelige undersøgelsesteknikker og at skelne mellem fakta og fiktion.

Deler resultaterne og produkterne fra den aktivitetsbaserede erfaring: En vigtig del af en vellykket "learning by doing" metode er at give eleverne mulighed for at dele resultaterne af deres oplevelser og selv evaluere deres gruppepræstationer. Når eleverne har fået mulighed for at opsummere deres erfaringer eller dele den viden, de har fået fra en aktivitet, er det en fordel at spørge: "Hvis I kunne gøre aktiviteten igen, hvad ville I så gøre anderledes?" eller "Hvilke forbedringer ville I foretage?" Disse typer af refleksionsspørgsmål giver eleverne mulighed for at identificere områder, der kan forbedres, og udvide deres visionære tænkning.

4. STEAM og "Learning by Doing"

Når det drejer sig om at give den bedste STEAM-uddannelse til morgendagens innovatorer, er det afgørende at inddrage praktiske lektioner og aktiviteter. National Inventors Hall of Fame (NIHF) mener, at den mest effektive måde at lære på er ved at gøre det selv, baseret på effektiviteten af erfaringsbaseret læring, dvs. den proces, hvor elever lærer af direkte erfaringer uden for traditionelle akademiske rammer. Nedenfor er opstillet en liste over fordele:

Opmuntrer til forsøg og fejl: Praktisk læring i modsætning til læring i lærebøgerne tilskynder eleverne til at prøve sig frem. De begår fejl og kan mislykkes som følge af dette. Eleverne kan prøve igen og lære af deres fejl i en praktisk og stressfri atmosfære. Denne forsøgs- og fejlindlæringsmetode giver børnene mulighed for at få en dybere forståelse af STEAM-emnerne.

Forbedret fastholdelse: Når eleverne er aktivt involveret i læringsprocessen, er det nemmere at huske informationerne. Eleverne lærer emner betydeligt hurtigere med håndgribelig, praktisk træning, end hvis de kun læste eller lyttede. STEAM-studerende, der deltog i praktisk læring, forbedrede deres eksamensresultater betydeligt mere end studerende, der deltog i den mere almindelige lytte- og læseindlæringsstil. Eleverne aktiverer flere dele af hjernen

ved at flytte rundt på genstande og deltage i aktiviteter, herunder bevægelse, lytte og tale. Jo flere dele af deres hjerne de bruger, jo større chance har de for at huske ting.

Løsning af problemer og anvendelse af viden: Arbejdet med udfordringer fra den virkelige verden forbedrer elevernes kritiske tænkning og problemløsningsfærdigheder. Eleverne kan tilegne sig samarbejds- og problemløsningsevner ved at deltage i praktiske aktiviteter. Deres deltagelse i læringsprocessen, teamwork og kreativ problemløsning forbedres. Disse færdigheder kan derefter overføres til andre aspekter af deres liv. Eleverne skal være i stand til at bruge deres viden i en række forskellige situationer for at få succes i livet. Praktisk læring hjælper eleverne med at anvende viden på forskellige problemer eller spørgsmål.

Studerende, der er interesserede i at lære: Nogle skolers undervisningsmetoder lægger vægt på traditionelle læringsmetoder i stedet for at skabe en social og aktiv læringsatmosfære. Elevernes kreativitet og opfattelsesevne øges, når de udsættes for praktiske, undersøgelsesbaserede læringsmetoder. Når eleverne arbejder med praktiske projekter, er de mere fokuserede og engagerede.

Fremskridtstankegang: De studerende lærer at tilpasse sig og øge deres kapacitet for at kunne følge med det skiftende miljø omkring dem gennem praktisk træning. Studerende, der har evnen til at udvikle sig, har en fordel i forhold til dem, der er afvisende over for forandringer i en verden i hastig forandring. En praktisk tilgang er en fremragende metode til at dyrke en udviklingsmentalitet.

5. Konklusion

De mest effektive læringsstrategier omfatter aktivt engagement og teknikker, der udfordrer eleverne til at arbejde hårdere for at forbedre deres kompetencer. Lærerne skal dog være forsigtige med, hvornår de bruger disse strategier. Hvis eleverne inddrages for tidligt eller uden det rette materiale og de rette undervisningsmetoder, vil fordelene ved learning by doing gå tabt.

Kapitel 4: Alle mand – på dæk

1. Hvordan man implementerer en “learning by doing” tilgang / strategi

4.1.1 En teori om læring udarbejdet af den amerikanske filosof John Dewey

Før Dewey - traditionel uddannelse

Dewey (1938) beskrev traditionel læring som en læring, der pålægger voksne standarder, faglige emner og metodologier. Han mente, at en sådan traditionel læring var uden for de unge lærendes rækkevidde. Dewey så også traditionel undervisning som hierarkisk og udemokratisk og argumenterede for, at for at fremme udviklingen af et tænksomt og aktivt demokratisk samfundsliv var det nødvendigt, at eleverne i skolerne kunne deltage demokratisk i visse aspekter af skoleprogrammet.

Desværre beskrives undervisning i dag snarere som en traditionel klasselokaleundervisning end som en progressiv skoleundervisning, selv om det er kendt, at det ikke er udviklingsmæssigt hensigtsmæssigt for børn. Generelt er børnene i klasseværelserne ikke personligt involveret, og klassens centrum er læreren og ikke barnet. Det er meget almindeligt, at læreren påtvinger eleverne viden, lærerstyret aktiviteter og indfører for meget akademisk indhold uden sammenhæng med børnenes sociale liv. Dette kan være kedeligt for eleverne, fordi det ikke har nogen betydning for dem, de føler ikke noget engagement i undervisningsmaterialet, og indlæringseffekten er lav. Traditionel uddannelse anvender også standarder med standardiserede prøver, der primært fokuserer på udenadslære og forståelse.

Om Dewey - pædagog, filosof og samfundskritiker

John Dewey var pragmatiker, progressivist, pædagog, filosof og samfundskritiker. Han blev født i 1859 i Burlington, Vermont i USA, i en familie, der var meget aktiv i det politiske samfunds demokratiske visioner og også i de sociale aspekter i samfundet i Vermont. Han har kendt til sociale problemer og politiske aspekter i samfundet og blev påvirket af det til at være en progressiv pædagog og filosof. Dewey mente, at alle mennesker har et ansvar for at gøre verden til et bedre sted at leve gennem uddannelse og sociale reformer, hvilket resulterer i social og moralsk udvikling. Deweys overbevisninger om demokrati, fællesskab og problemløsning spillede en afgørende rolle i udviklingen af hans sociale og pædagogiske filosofi. Hans syn på uddannelse og læring har påvirket utallige pædagoger gennem årene og er vævet ind i mange læringsteorier, som vi vil beskrive senere, og som også bruges i dag.

Redegørelse for teori

Dewey er til dato en af de mest indflydelsesrige pædagogiske filosoffer. Han mente, at den pædagogiske erfaring skal omfatte hele barnets intellektuelle, sociale, følelsesmæssige, fysiske og åndelige udvikling.

Hans teorier bygger på Kolbs The Experiential Learning Cycle, som mener, at "læring er den proces, hvorved viden skabes gennem omdannelse af erfaring".

Ud fra Deweys synspunkt bør skolen også være en social institution og repræsentere elevernes naturlige sociale miljø. Klasseværelset som en social enhed lærer børnene at forstå læring og problemløsning sammen som et fællesskab.

Dewey mener, at alle studerende er unikke elever, og at deres interesser er de centrale punkter, der styrer lærernes undervisning. Derfor bør hele undervisningsprocessen fokusere på eleverne og ikke på undervisningens indhold.

I hans teori skulle uddannelse være en "livsproces og ikke en forberedelse til et fremtidigt liv". Læringsaktiviteterne i klasseværelset bør forberedes til at

repræsentere situationer i det virkelige liv, hvor eleverne aktivt inddrages og deltager i aktiviteterne på en vekslende og fleksibel måde i forskellige sociale sammenhænge.

Dewey foreslog, at oplevelser er lærerige, hvis de førte til yderligere udvikling, intellektuelt og moralsk, hvis de var til gavn for samfundet, og hvis oplevelsen resulterede i affektive kvaliteter, der førte til fortsat udvikling, såsom nysgerrighed, initiativ og en følelse af målrettethed. Hvis dette ikke er tilfældet, og oplevelsen står alene, har den ingen uddannelsesmæssig betydning.

Videreudvikling og gennemførelse (Det lydhøre klasseværelse, Montessori-skoler, stedbaseret undervisning og filosofi for børn)

Det lydhøre klasseværelse

Undervisningsplanen i et lydhørt klasseværelse ligner på mange måder Deweys overbevisninger. Denne undervisningstilgang bygger på vigtigheden af et sikkert og lystbetonet læringsfællesskab, hvor der er positive sociale relationer mellem elever og lærere. Det er en forskningsbaseret undervisningstilgang med definerede rammer for omgivelserne, som f.eks. at skabe et varmt klima og en tone i klasseværelset, hvor eleverne føler sig trygge. I klasseværelset er der udarbejdet skemaer og rutiner for skoledagen, herunder elevernes adfærdsmæssige forventninger, for at vise dem deres fysiske læringsrum og de materialer, som de skal bruge, og lære dem, hvordan de skal passe på det. Der fastlægges også indlæringsmæssige forventninger til skoleåret i begyndelsen af året. De bruger morgenmøder og afrundende møder (for at starte og afslutte skoledagen med en positiv, respektfuld og tillidsfuld læringsatmosfære) og aktivitetspauser (korte 3-minutters aktiviteter til en mental pause, leg og fysisk aktivitet). Desuden løses disciplinære problemer på en positiv måde, hvilket har til formål at hjælpe børnene med at udvikle selvkontrol og social ansvarlighed.

Eleverne lærer bedst gennem positive sociale interaktioner, og opbygningen af et positivt socialt klasseklima er med til at øge elevernes præstationer.

Montessori-skoler

Montessori-læreplanen er udviklet på baggrund af nøje observation af eleverne og baseret på elevernes talenter, personlige interesser og deres fysiske og sociale behov og ikke på pædagogers, administratorer eller politikeres interesser. Ligesom Dewey mente Montessoriskolens grundlægger, Maria Montessori, også, at traditionelle skoler var uninspirerende, kedelige og monotone institutioner, der kvæler elevernes kreativitet. Hun observerede, at lærerne fik eleverne til at arbejde og var stærkt afhængige af belønnings- og straffeordninger. Montessoriskolen er opdelt i aldersgrupper, så lærerne kan blive hos den samme gruppe af elever i nogle få år ad gangen, så de fuldt ud forstår deres behov, interesser, fremskridt og udvikling. Klasselokalerne tilbyder børnene et miljø, der tilskynder til frihed til at vælge læringsaktiviteter, og børnene forventes at bruge alle materialer i klasseværelset frit, hvilket sikrer, at de har et valg i deres læringsopgaver. Materialerne er fortløbende og designet til at være selvkorrigerende, så der er ikke behov for konstant voksenindgriben, og eleverne kan lære og rette det. Eleverne arbejder mere selvstændigt og opbygger selvtillid med de læringsaktiviteter, der passer bedst til deres behov. Montessori-pædagogikken tilskynder til legende læring, fordi den er engagerende og selvmotiverende, også for yngre børn. Lærerne bruger ikke belønninger i deres klasseværelser.

Stedbaseret undervisning

Denne uddannelse blev oprettet med henblik på professionel udvikling, som skulle føre til forbedringer i en undervisningssituation. Grundlaget for læringskonteksten i denne uddannelsesstilgang er brugen af lokalsamfundenes ressourcer, problematikker og værdier. Denne tilgang kaldes også samfundsbaseret læring, servicelæring, bæredygtig uddannelse og

projektbaseret læring. Den sigter mod tværfaglig undervisning med autentiske læringsaktiviteter uden for skolens mure og med vægt på aktuelle miljøspørgsmål. I denne tilgang kan vi også finde komponenter af Deweys teori om social læring. Eleverne opbygger et forhold til hinanden, deres region og deres nærmiljø. En sådan undervisning forbinder teoretisk læring med erfaringer fra den virkelige verden og resulterer i at skabe meningsfulde forbindelser mellem kulturelle, politiske og samfundsmæssige spørgsmål, hvilket skaber socialt ansvarlige borgere.

Filosofi for børn

Der blev udviklet en innovativ undervisningsmetode, som skulle fremme kritisk tænkning og skabe et undersøgelsesfællesskab blandt de studerende. Den er baseret på undersøgelsesbaseret læring, som omfatter skriftlige tekster og noveller, der er udformet til at introducere eleverne til filosofiske spørgsmål og dække dybere og til tider følsomme globale emner som f.eks. fattigdom, krig, frihed og forurening. Eleverne kan frit indlede diskussionerne med deres baggrundsviden og overbevisninger, mens lærerne blot er dygtige formidlere blandt dem. Eleverne bliver engagerede og reflekterende lyttere, som respekterer og udfordrer deres jævnaldrende elevers forskellige holdninger som passende social adfærd. Det fremmer gensidigt samarbejde, tillid, tolerance, retfærdighedsfølelse og en øget grad af følsomhed over for deres jævnaldrende og øger bevidstheden om globale og moralske spørgsmål. Dette program tilskynder eleverne til at tænke selv og tage ansvar for deres læring, adfærd og beslutningstagning.

4.1.2 Implementering af learning by doing I klassen

Principper ved learning by doing

Princippet om learning by doing er læring fra erfaringer, der er et direkte resultat af ens handlinger, og ikke læring ved at se andre udføre noget, læse og lytte til deres foredrag eller instruktioner. Det vigtige er, at den lærende aktivt udfører en aktivitet og er i sanselig kontakt med resultaterne af denne aktivitet.

Learning-by-doing-princippet er blevet anbefalet bredt og i mange former, herunder learn-by-doing, prøv-og-fejl-læring eller " bevis ved øvelse ", hvor øvelse betyder en målrettet adfærd.

Alle læringsfærdigheder udvikles - skiløb, madlavning, skrivning, kritisk tænkning eller løsning af matematiske problemer - ved at øve sig: man prøver noget, ser, hvor godt eller dårligt det virker, reflekterer over, hvordan man kan gøre det anderledes, og prøver det så igen og ser, om det virker bedre.

Implementeringstrin

Hovedformålet med praktisk undervisning er at vise eleverne, at de selv er i stand til at tilegne sig viden, hvilket giver dem selvtillid og styrke til at anvende den i en anden sammenhæng. Eleverne skal lære at gøre tingene i stedet for at få fortalt, hvad andre har gjort. De skal vide, at uden erfaring kan man ikke lære noget. Så hvis du ønsker at vide noget - PRØV DET.

Først skal underviseren identificere elevgruppen - hvilken type elever er der i klassen, hvor meget erfaring har de med materialet og opgaverne? Hver lektion skal skræddersyes til at opfylde elevernes behov.

Derefter kan man følge en femtrins-metode til generelt at vejlede elevernes læring.

1. OPLEVE / UDFORSKE / GØRE

I det første trin arbejder eleverne med aktiviteten og gennemfører den. Den vigtigste del af den udforskende læring er oplevelsen, så eleverne skal udføre deres opgaver med lidt eller ingen hjælp fra læreren, som blot vejleder. Det

vigtigste er, hvad eleverne lærer af oplevelsen, snarere end kvantiteten eller kvaliteten af oplevelsen.

2. REFLEKSION/DELING OG REFLEKSION OVER "HVAD SKETE DER?"

I det andet trin reflekterer eleverne over det, de har gjort, interagerer og lærer af hinanden og forsøger at se, hvordan forskellige fremgangsmåder påvirker processen. Dette trin omfatter deling af resultaterne, diskussion af følelser om oplevelsen og indhentning af andres reaktioner og observationer.

3. FORARBEJDNING/ANALYSE AF "HVAD ER VIGTIGT?"

Derefter er det tid til en mere dybdegående overvejelse af deres erfaringer. Nu skal eleverne analysere, hvad der skete, og tænke over, hvordan processen kan forbindes med succesen af en afsluttet læringsaktivitet og forbinde den med tidligere og fremtidige lektioner. Der bør også diskuteres spørgsmål og problemer, som de identificerer, når de gennemfører aktiviteten. Diskuter de temaer og aktiviteter, som dukker op for dem, når de gennemfører de tidligere trin i læringsaktiviteten.

4. GENERALISERENDE "OG HVAD SÅ?"

Når eleverne reflekterer over deres arbejde og tænker dybt over det, kan de vurdere betydningen af den opnåede viden. Eleverne skal forbinde den med eksempler fra den virkelige verden, hvor og hvordan de kan anvende det, de har lært.

5. ANVENDELSEN "HVAD NU?"

Eleverne skal anvende den nyligt opnåede viden i en anden sammenhæng. De skal overveje, hvordan de kan bruge den - i et lignende eller meget anderledes miljø, i en lignende eller ny sammenhæng. Eleverne skal også tænke på problemer og spørgsmål, der kan opstå, når de udfører opgaver under nye arbejdsforhold. Underviserne bør vejlede dem i dette trin, men ikke med direkte instruktioner - de bør blot hjælpe dem med fordomsfrie idéer og fremgangsmåder.

Målet er at give tilstrækkelig relevant erfaring, der gør det muligt at tilegne sig den indlærte viden og tænke videre - om vanskeligheder, hvis der er en undtagelse, hvis der er behov for mere øvelse. En lærer kan foreslå at overveje nye data, at prøve en ny oplevelse, og når han bliver spurgt, kan han give svar med fakta. Men at prøve, overveje og tænke - det er elevens rolle.

Eksempler på implementering i klassen

1. Laboratorie-, workshop- eller studiearbejde

Det giver eleverne praktisk erfaring med at vælge og bruge almindeligt videnskabeligt, teknisk eller håndværksmæssigt udstyr på passende vis og giver dem samtidig en bedre forståelse af fordelene og begrænsningerne ved laboratorieforsøg. Det giver dem mulighed for at se videnskabeligt, teknisk eller fagligt arbejde "i praksis", afprøve hypoteser og se, hvor godt koncepter, teorier og procedurer fungerer, når de afprøves under laboratorieforhold.

2. Udforskning af forskelligt baseret læring:

- Problembaseret læring

Eleverne arbejder i grupper og identificerer, hvad, hvordan og hvor de kan få adgang til nye oplysninger, der kan føre til løsningen af problemet. Instruktørens rolle (normalt kaldet en vejleder) er afgørende for at lette og vejlede læringsprocessen. Følger som regel en stærkt systematiseret tilgang til problemløsning. Problembaseret læring er bedre til at fastholde stoffet på lang sigt og udvikle "reproducerbare" færdigheder samt til at forbedre elevernes holdning til læring.

- Case-baseret læring

Eleverne udvikler færdigheder i analytisk tænkning og reflekterende vurdering ved at læse og diskutere komplekse, virkelige scenarier. Der anvendes en guidet undersøgelsesmetode, men det kræver normalt, at de studerende har forudgående viden, som de aktivt kan inddrage i diskussionen, analysen og

anbefalingerne vedrørende sagen. Den skaber også et samarbejdsorienteret læringsmiljø, hvor alle synspunkter respekteres.

- Projekt-based læring

Den er som regel længere og bredere end casebaseret læring og har større selvstændighed og ansvar - de studerende vælger underemner, organiserer deres arbejde og vælger metoder. Den er baseret på problemer fra den virkelige verden, hvilket giver eleverne en følelse af personligt engagement og ansvar. Det kræver omhyggelig planlægning og overvågning fra underviserens side for at holde fokus på projektet og for at dække væsentlige læringsmål og vigtige indholdsområder.

- Undersøgelsesbaseret læring

Det ligner projektbaseret læring, men lærerens rolle er mindre aktiv. Den lærende udforsker et tema og vælger et emne til forskning, udvikler en plan og når frem til konklusioner, selv om en underviser normalt er til rådighed for at give hjælp og vejledning, når det er nødvendigt.

3. Erfaringsbaseret læring i online læringsmiljøer

Der er sammenhænge, hvor online læring kan bruges meget effektivt til at støtte eller udvikle erfaringsbaseret læring i alle dens variationer: delvist eller fuldt ud online ved at bruge online multimedieressourcer til at udarbejde rapporter, præsentationer, research om emnet og asynkrone værktøjer, e-porteføljer og multimedier til rapportering.

Fordele og ulemper ved implementering

Fordele

En stor fordel ved erfaringsbaseret læring er, at den er meget engagerende for eleverne, som er motiverede og føler sig positive over for denne form for læring. Den opmuntrer deres naturlige evne til at lære gennem udforskning.

Erfaringsbaseret læring fører til dybere forståelse og bedre langtidshukommelse og udvikler færdigheder, der er afgørende for den digitale tidsalder, såsom

problemløsning, kritisk tænkning, forbedrede kommunikationsfærdigheder, videnstyring og andre samfundsmæssige holdninger og adfærdsformer, såsom socialt ansvar, tolerance, respektfuldhed, samfundstjeneste, udholdenhed osv. De lærende er bevidste om, at viden kan gå på tværs af fagområder og grænser og kan forvaltes og anvendes i en række forskellige situationer.

Med øvelse bliver eleverne mere handlekraftige med de nødvendige materialer og det nødvendige udstyr, hvilket giver dem selvtillid. Eleverne vil også besidde en vis frihed i undervisningen, så de vil arbejde mere engageret og tage risici mere frit.

De nye teknologier tilbyder også mange forskellige metoder til erfaringsbaseret læring - brug af Virtual Reality og Augmented Reality, 3D-printing, brug af undervisningsprogrammer på smartphones og tablets og mange flere. Nogle af dem kræver særligt udstyr (f.eks. 3D-printere eller virtual reality-sæt), men nogle ting kan også gøres med minimale omkostninger - brug af tablets eller smartphones, som mange elever allerede har).

Ulemper

Mange mennesker er meget skeptiske over for effektiviteten af denne metode. Underviseren bør vide, hvad og hvordan han skal vejlede eleverne for at få mest muligt ud af læringsaktiviteterne - uden vejledning og støtte er opgaverne ineffektive. Selv om praktisk læring kan have mange fordele for eleverne, er der et problem med at vurdere den indlærte viden. Meget af det, der læres, kan måske ikke vurderes på standardiserede test, som er baseret på forståelse og udenadslære af fakta. I prøverne bør lærerne også medtage målinger af færdigheder, der er udviklet ved hjælp af erfaringsbaseret læring.

Hvis de er gode, kræver erfaringsbaserede læringsmetoder en betydelig omstrukturering af undervisningen og en omfattende og detaljeret planlægning, hvis pensum skal dækkes fuldt ud. Det kræver tid til at planlægge og gennemføre aktiviteten og også nogle omkostninger, hvis der er behov for særligt materiale,

udstyr eller transport.

Alt i alt er brugen af praktisk læring til at udvikle den viden og de færdigheder, der er nødvendige i dag, meget effektiv, hvis den gennemføres på en hensigtsmæssig og effektiv måde. Hele kulturen bør gentænke definitionen af læring og være opmærksom på at se læring på en mere praktisk måde, hvor de studerende skal tilbydes erfaring og refleksion som centrale elementer.

2. Sikkerhed: Generelle retningslinjer for gennemførelse af "learning by doing"-sikkerhed i klassen

Et trygt rum i det erfaringsbaserede klasseværelse

Praktisk læring kan være meget mere effektiv, hvis den foregår på et "sikkert" sted for børnene. Det er lærerens rolle at styre rummet, så her er nogle retningslinjer for, hvordan et trygt rum kan se ud:

Rummet, som består af passende fysiske rammer, bør også omfatte tillid, respekt, ingen fordømmelse og censur, vilje til at dele og god lydhørhed, som giver børnene plads og mulighed for frit at dele deres meninger, idéer og viden mellem jævnaldrende og også med lærerne. Det foreslås, at et trygt rum kan udvikles og opretholdes ved tidligt at skabe et stærkt miljø, fastlægge spilleregler, give undervisning i at lytte og overvære, undervise ved at gå foran med et godt eksempel og udvikle en reflektiv holdning. Når det er bedst, er det erfaringsbaserede klasseværelse et rum, der kan tillade intense situationer med frustration, vrede og konflikter såvel som legesyge og tillade, at opdagelser kan opstå, men også at de kan rummes. Det er et rum, hvor både studerende og underviser måske ikke føler sig perfekte, men i det mindste "gode nok".

At skabe dette trygge rum - og sikre, at det tilpasser sig den skiftende læringssituation - er ikke en sluttilstand eller et mål, men snarere en løbende proces. Et trygt rum er ikke altid behageligt at være i, selv om ubehag - selv om det er intenst - vil være tilladt, men begrænset, og ingen situationer må degenerere til et punkt, hvor de bliver destruktive.

Retningslinjer for at skabe et trygt læringsmiljø

Et trygt miljø er med til at fremme elevernes motivation og lærings succes.

Læreren skal skabe et stærkt læringsmiljø fra begyndelsen gennem en fast og gennemsigtig styring af undervisningsforløbet. Der bør opstilles grundregler for at skabe en positiv atmosfære, der tilskynder til klassesamtaler og inddragelse og skaber de betingelser, der fremmer en læringsalliance.

1. Fysiske aspekter. Rumtemperaturen, belysningen og møblerne kan også bidrage til trivsel og til at føle sig godt tilpas i klasseværelset. Find ud af, hvilket design der passer bedst til jeres klasseværelse.
2. Tid og timing. For at skabe et trygt og ikke-dømmende miljø er det vigtigt at tage sig tid til at fordøje og reflektere over undervisningsoplevelsen. Skynd jer ikke, for refleksion bør være mindst lige så vigtig som selve aktiviteten. Timing er også afgørende, når følsomme emner skal tages op.
3. Ingen fordømmelse eller censur. Åbne sind og frit at give udtryk for individuelle idéer og fortolkninger er nøglebegreberne i erfaringsbaseret læring. Alle meninger og vurderinger er velkomne og kan trygt udtrykkes, så længe respekten for andre bevares.
4. Gensidig tillid og respekt. Sikker erfaringsbaseret læring kræver et højt niveau af tillid i klasseværelset, både mellem instruktøren og eleverne og mellem eleverne indbyrdes.

5. Egenskaber ved at lytte. At etablere åbne kommunikationslinjer skal være en udfordring for både den studerende og underviseren. Det bør omfatte dyb lydhørhed og også en intuitiv forståelse af det, der ikke bliver sagt direkte.
6. Reflektion. Hver gang skal fokus være på eleverne som mennesker og ikke på dem som en del af de færdigheder, de skal tilegne sig.

Uddannelse er et økosystem, der er udformet under hensyntagen til miljø, elever, ressourcer, lærere eller formidlere, værktøjer, og når vi taler om STEAM-aktiviteter, skal vi tænke på at inddrage ressourcer til kildevalg, elektronik og teknologier til overkommelige priser, crowdsourcing og deltagelseskultur, fokus på STEAM-uddannelse, adgang til information og DiWO-metodologier til inklusion.

Det miljø, hvor aktiviteten finder sted, kan støtte processen og motivere til at udtrykke sig, skabe og kommunikere. Et venligt rum giver folk mulighed for at udforske. Her vil vi give nogle råd om, hvordan man skaber et sådant rum.

En uddannelsesfremmende aktivitet eller en STEAM-aktivitet er en aktivitet, der kombinerer kreative og innovative processer med et uddannelsesperspektiv og lægger vægt på praktisk læring under processen, og som omfatter teknologi i hele eller en del af processen. Det er længe blevet hævdet, at børn og unge kan lære ved at lege og bygge med interessante værktøjer og materialer (Montessori, 1912).

Der er tale om aktiviteter, der arbejder inden for rammerne af samarbejde, respekt for hinanden, teamwork, inklusion, fremme af kreativitet, learning by doing og innovation.

At udøve noget og kreativitet er ikke nye begreber, men ved at fokusere på learning by doing er der indført en ny form for praktisk pædagogik. En pædagogik, der fremmer kommunikation, fællesskab og samarbejde (en DiT-

mentalitet "Do it Together"), delt læring, overskridelse af grænser og en modtagelig og fleksibel undervisningspraksis.

Fysiske kreativiteter kan også give mulighed for socialt engagement gennem en fælles indsats. Dette kan bringe mere og mindre erfarne deltagere sammen om en fælles opgave - en sammensætning, der ofte viser sig at være frugtbar for læring (Lave & Wenger, 1991; Vygotsky, 1978).

Når man udformer en STEAM-aktivitet, skal man være særlig omhyggelig på visse områder:

- **Formidling:** Alle aktiviteter med elever skal have undervisere, der tilskynder til at aktiviteten gennemføres og når de foruddefinerede mål. Underviserens rolle er lige så vigtig som ethvert andet værktøj. Han eller hun er en guide, ved, hvor aktiviteten starter, og hvor den skal ende, men ved ikke, hvad der sker i løbet af processen, hvilket giver en vis frihedsmargen.
- **Omgivelser:** Aktiviteterne foregår i områder, men nogle gange er disse områder ikke veludstyrede til at modtage dem. Rummet er vigtigt, fordi det hjælper aktiviteten til at udvikle sig. Vi er nødt til at indrette området i overensstemmelse med aktiviteten. Vi skal afmærke forskellige områder til at arbejde sammen eller arbejde med computeren eller værktøj, områder, hvor man kan blive beskidt ... og også identificere og placere materialerne godt, både dem, der er anvendelige, og dem, der ikke er anvendelige.
- **Materialer | Ressourcer:** Det er vigtigt at vælge de materialer, der skal bruges til at udvikle aktiviteten. At arbejde med genbrugte og genanvendte materialer og gøre det på en bæredygtig måde i forhold til miljøet giver merværdi. Æstetik er relativt, når det drejer sig om kreativitet og praktisk læring.
- **Opbrugeligt materiale:** Genbrugsmaterialer er med til at udvide kreativiteten, respektere miljøet og forbedre eksperimenteringsevnerne.

- **Materiale, der ikke kan opbruges:** De ikke-udtømmelige materialer er dem, der er egnede til aktiviteter, og som passer til de anvendelige materialer, der vil blive brugt.
- **Deltagere:** Vi skal tage hensyn til, hvem vores deltagere er. Aktiviteter for børn og unge i alle afskygninger er ikke de samme som for voksne eller ældre. Under alle omstændigheder er mennesker det centrale element i enhver workshop.
- **Indhold:** værkstedsaktiviteten trin for trin. Pædagogisk program med klare mål og detaljeret udvikling.
- **Kommunikation:** kommunikationsplan før, under og efter aktiviteten. Udsendelsesmateriale, billeder, videoer. Få underskrevet en tilladelse til, at deltagerne må bruge billederne.
- **Dokumentation:** Hvem skal registrere aktiviteten, videoer, tekst og fotos, og i hvilke formater.

Du kan finde mere detaljerede oplysninger i Metode for uddannelsesaktiviteter her. (<http://m4inclusion.com/IO-1MethodologyForEducationalMakingActivities.pdf>), som er et resultat af det europæiske projekt Makers for Inclusion, der medfinansieres af Erasmus+-programmet.

Du kan finde mere detaljerede oplysninger i Metode for uddannelsesaktiviteter [here](http://m4inclusion.com/IO-1MethodologyForEducationalMakingActivities.pdf). (<http://m4inclusion.com/IO-1MethodologyForEducationalMakingActivities.pdf>), som er et resultat af det europæiske projekt Makers for Inklusion, der medfinansieres af Erasmus+-programmet.

Kapitel 5: At skabe historie

1. Introduktion: Hvorfor forbinde STEAM med historie?

Undervisning på tværs af læseplaner er en tilgang, der er blevet udforsket mere og mere i den seneste tid. Selv om det ikke længere skal bevises, at den er nyttig, er idéen om at krydse STEAM og historie specifikt ikke et bredt udforsket koncept endnu. Mens STEAM naturligvis forbindes med nutiden og nylige opdagelser, forbindes historie normalt med fortiden, med afsluttede begivenheder og med rutinepræget hukommelse. Kombinationen af begge dele kan ved første øjekast virke langt ude, men det er faktisk mere relevant, end man skulle tro. I dette projekt bruger vi historie til at sammenkæde og forankre STEAM-koncepter i den konkrete virkelighed. Samtidig bruger vi videnskaben til at vise, at vores nutid er mere forbundet med og afhængig af historien, end vi tror, og at de nuværende grundlæggende videnskabelige begreber er forankret i historien. Ved at bruge historiske teknikker og genskabe historiske forandringer til at illustrere og forklare nutidens STEAM-koncepter kontekstualiserer vi abstrakte STEAM-koncepter, gør dem mere konkrete og forankrer dem i virkelige historiske begivenheder. Det historiske aspekt gør disse begreber mere håndfaste og relaterbare, samtidig med at fortiden bringes tættere på eleverne. Eleverne kan så bedre forholde sig til den og føler sig mere knyttet til og involveret i historien.

Fra STEAM-læreplanen til historie, en metode.

Der er forskellige måder, hvorpå STEAM kan forbindes med historie. En af de enkleste måder er at tage et nutidigt STEAM-koncept og gå tilbage til dets historiske rødder. Normalt kan den kontekst, hvori dette koncept blev opdaget eller opfundet, allerede bruges som historisk grundlag, hvormed man kan forklare

konceptet. Nogle gange er en af de senere anvendelser af konceptet mere relevant til at genskabe brugen.

5.1.1. Videnskab og historie

Hvad er historie?

Overordnet set kan historien forstås på to måder: Historie som fortid eller levet historie, og som formidles eller fortalt historie. Historien – forstået som fortid eller levet historie – er i sig selv forsvundet. Samtidig manifesterer fortiden sig overalt i vores liv, samfund og bevidsthed. Fortid eller levet historie har efterladt spor i form af mindesmærker, bygninger, artefakter, infrastruktur, billeder, tekster, film, byrum, kulturlandskaber osv. Fortiden er i ens egen og andres erfaring. Fortiden bliver først historie, når den reflekteres og præsenteres som fortælling.

Som mennesker har vi, lige siden vi fik sprog, altid konstrueret fortællinger og forestillinger om fortid, situationer og sammenhænge, der er sket. Faktisk er mennesket den eneste art, der er i stand til at samle erfaringer over en lang periode - endda generationer - og reflektere over og fortsætte og anvende dem på individet, såvel som kollektivt og socialt, for eksempel på nationalt plan.

Disse historiske fortællinger relaterer sig til en fortid – og forbinder dermed fortid med nutid. Fortællingerne kan være med til at danne og forme kollektive erindringer, skabe mening, identitet og oplevelse af fællesskabsfølelse og tilhørsforhold for det enkelte individ, som dette eksempel:

Fællesskabet kunne være en stenalderboplads, hvor man de lange vinteraftener, sad omkring knitrende bål og fortalte om den seneste jagt på en urokse, der ikke alene gav mad til den næste lange tid, men også skind og materialer til at lave redskaber af. Gruppen af jægere, der deltog i jagten, taler ivrigt om jagten, mens børnene lytter opmærksomt, for beretningen er spændende og især for dem,

der snart vil være store nok til at deltage i jagten. Måske blander en gammel jæger sig i fortællingen, og fortæller om dengang bopladsen sultede i lang tid, før jagtlykken gik deres vej. Den gamle jægers historie er velkendt på bopladsen, men han er en dygtig historiefortæller, og han ændrer historien lidt hver gang, men det betyder ikke noget! Historien styrker følelsen af fællesskab på bopladsen.

Fortalt historie kan have mange former og udtryk: Fra jægeren, der fortæller om jagten på uroksen til historikernes videnskabeligt funderede afhandlinger om fortiden. Indimellem kan man så placere læremidler til skolefaget og historiske spillefilm. Endelig er der forskningens forståelse, der afkoder og fortolker fortidens spor og kilder.

Historie som et fag

Grundlaget for faget blev lagt for næsten 2.500 år siden i Grækenland. "Historia" betød noget i retning af at indsamle, undersøge og behandle iagttagelser. En "histor" var en person, der beskæftigede sig hermed. Grækerne, Herodot (ca. 485-425 f.Kr.), med værker om de persiske krige, og Thukydid (ca. 456-396 f.Kr.) anses for at være fagets fædre. Begge beskæftigede sig med et ønske om at fortælle sandheden og studere historie ud fra flg. tilgang: "Hvad der var sket". På denne måde kunne man ruste sig til fremtiden eller udtrykt på flg. måde af den romerske filosof Cicero (106-43 f.kr.): " Historia magistra vitae" (historie er livets lærer) er almindeligt kendt. Andre vigtige historieskrivere i oldtiden var: Gajus Julius Cæsars "The Bello Gallico" fra 58-51 f.Kr. om Gallien, nutidens Frankrig, området, dens underkastelse er et kendt forsøg på ikke kun at skrive historie, men var også et PR-stunt for Cæsar. Endelig er der Publius Cornelius Tacitus's "Germania" fra 98 e.Kr. er en etnografiske-topografisk skildring af det nordlige Europa og folk uden for Romerriget. Det er den eneste af sin slags fra antikken, der siden er blevet misforstået, fejlfortolket og misbrugt, især i perioden 1920-45.

Indtil begyndelsen af 1800-tallet var det en udbredt opfattelse at fortiden/ levet historie blev betragtet noget absolut, hvis sandhedssøgende historikere kunne finde frem.

I det 19. århundrede blev naturvidenskabernes metoder til at opnå viden efterlignet af humaniora. For at legitimere sig selv som et reelt videnskabeligt emne, emnet skulle have et felt af specifikke videnskabelige metoder.

Studiet af fortiden var delt mellem to forskningsområder: arkæologi og historie. Arkæologens område var primært tiden før fremkomsten af skriftlige kilder, mens historikeren primært beskæftigede sig med perioder, hvor der var skriftlige kilder. Adskillelsen varer dog ikke helt i vores tid.

Arkæologiens indtræden i historien

Arkæologiens og historiens mål og emner er identiske – de søger begge viden om fortiden. Paradoksalt nok er emnerne fraværende og fremmedgjorte over for hinanden. Den historiske baggrund for opsplittningen af de to fag kan findes i perioden ca. 1830-1890, hvor genstande opfattedes som uafhængige kilder. Før da anså ingen studiet af oldsager som væsensforskelligt fra at studere oldskrifter – og man havde heller ikke begreb om den enorme tidsafstand, der kunne være Forhistorisk arkæologi, har som videnskab udviklet sig i takt med fremkomsten af arkæologiske fund og med den stadigt voksende erkendelse, som er baseret på tolkning og aldersbestemmelse af fundene. Danskeren C.J. Thomsen betegnes som grundlæggeren af forhistorisk arkæologi, idet han i 1836-37 brugte tre-periodesystemet til inddeling forhistorien i en sten-, bronze- og jernalder. Først i midten af 1800-tallet var gennembruddet i naturvidenskaben grundlaget for en vurdering af længden af forhistorien og menneskehedens alder. I 1859, samme år som Charles Darwins "Arternes Oprindelse" blev offentliggjort, erkendte man ægtheden af redskaber, fundet vedresterne af nu uddøde dyr, anerkendt. De

første fund af fortidsmennesker banede omtrent samtidig vejen for udforskningen af menneskets tidligste historie.

Eksempler på metoder, der anvendes af historikere:

Kildekritik er en central metode, der anvendes af historikere. Det handler om at afklare: Hvad og hvordan vi kan bruge en kilde i vores historiske undersøgelse. For at præcisere dette, må vi stille nogle spørgsmål til teksten for at nå frem til en troværdig og fagligt baseret fremstilling af kilden. Helt grundlæggende ønsker historikeren at præcisere: Hvad ved vi om fortiden? Hvordan ved vi det? Kan vi stole på den viden, vi har? Som hjælp kan man sætte flg. Standard:

Spørgsmål:

1. Hvad vil vi vide?
2. I hvilken sammenhæng forventer vi, at kilden(e) hjælper med at afklare problemet?

Kildeanalyse:

1. Hvilken slags kilde er det (tekst, billede, lyd osv.)?
2. Er kilden et dokument eller en beretning?
3. Er kilden ægte eller uægte? Dvs. Er kilden, hvad den giver sig ud for at være? to be.
4. Ophavsmanden: Hvem har fremstillet kilden? Hvorfor har forfatteren produceret det (hensigt, formål)? Hvilken rolle spillede forfatteren i forhold til de begivenheder, vedkommende rapporterer om (aktiv deltager, upartisk)? Hvilke forventninger har forfatteren, og hvad ved vedkommende? Hvem henvender man sig til (hvem er modtageren)?
5. Ophavstid og situation?
6. Er det en førstehånds- eller andenhånds kilde?
7. Hvor repræsentativ er kilden til området og i hvilken historisk kontekst?

8. Tekstbestemmelse: Hvordan er kilden overleveret (original eller afskrift)?
9. Tendens: Hvordan viser forfatterens holdninger og værdier sig i kilden?

Et eksempel fra en historikers/arkivars arbejde:

Et billede er blevet indleveret til arkivaren, der ønsker at vide, hvornår billedet er fra. Der er ingen oplysninger på billedet. Derudover vil man gerne vide, hvem billedet viser.



U408	Propri: Carl Christensen, Lendrup pc. Legatar
U409	Fuldm. A. Hansen, Legatar
U411	Propri: Hans Broff, Dybvadgaard pc. Aars
U412	Bagerm. Bro Jensen, Vindblæs St.
U416	Dyrl. J. A. Larsen, Aars
U417	Fabst. N. Jensen, Aars
U418	Repr. Soren Hansen, Legatar
U420	Mekan. L. Andersen, Legatar
U421	Isenk. C. C. Christensen, Aars
U423	Postkontrahent Henrik Larsen, Legatar
U425	Propri: T. Haldrup, Haldrupgd. pc. Legatar
U426	Byraadssek. Th. Skipper, Legatar

1 af 5

18-10-2012 09:14

Det er et lille stykke detektivarbejde, der går i gang. Det er bilens nummerplade, der indeholder løsningen og oplyser, at det er isenkræmmerejer C.C. Christensen, der læner sig op ad bilen med familien. Årstallet kan være sværere at finde frem til... Historikeren vil forsøge at finde ud af, hvilken bilmodel det er, og hvornår den tidligst blev importeret til landet.

Eksempler på videnskabelige metoder, der anvendes i arkæologi

Arkæologien beskæftiger sig med at fortolke og forklare de eksisterende kilder, der er opbevares som genstande på museerne, og om at frembringe nye kilder gennem indsamling og udgravning, således at faget er i konstant udvikling. Det er ofte svært for børn at forstå, at vores forståelse af fortiden er i konstant udvikling, og at de opnåede forskningsresultater viser det, hvad vi ved lige nu!

Arkæologi er ofte forbundet med stenalderen, det antikke Grækenland, Rom osv., Men der er også industriel arkæologi, en gren af nyere tids kulturhistorie, der udforsker produktionsfaciliteterne i den tidlige industrikultur ved hjælp af arkæologiske metoder.

Grundlæggende for alt arkæologisk arbejde er aldersbestemmelse. Her skelnes der mellem absolut og relativ dating, der opnås dels ved iagttagelse af stratigrafi (se illustrationen nedenfor) under udgravning, dels gennem undersøgelse af fund med flere genstande, f.eks. i grave og depoter.

Når det drejer sig om aldersbestemmelse, er det vigtigt at fastslå, at arkæologer bruger flere forskellige metoder i datingen. Arkæologien er som et emne baseret på metoder og resultater fra andre videnskaber — især til geologiske og andre naturvidenskabelige bestemmelser og dateringer. Zoologi og botanik belyser gennem undersøgelse af resterne af vilde og tamme dyr, samt af frø og planter menneskets tilpasning til det naturlige omgivelser

Stratigrafi, der viser placeringen af forskellige lag af kultur, f.eks. ældste tid er dybeste og yngste er øverst.



Figur 1 Viser princippet om stratigrafi: Hver periode har sit "lag" af resultater. I den dybeste del, der også er den ældste er en: dinosaur. Foto: <https://natmus.dk/museer-og-slotte/nationalmuseet/undervisning-paa->

nationalmuseet/undervisningsmaterialer/grundskolen/danmarks-oldtid/undervisningsrollespil/vikingetiden/arkaeologi/

Andre eksempler på relative dateringsmetoder i typologi:

- teknologisk analyse: Skiveøksten er f.eks. typisk for Ertebølle-kulturen,
- hvorimod tyndnakket fire-sidet økse er typisk for bondestenalderen.
- slidspor analyse: Hvordan og hvad et objekt er blevet brugt til?
- spredningsanalyse

Eksempler på absolut aldersbestemmelse, der anvendes af arkæologer:

- Pollenanalyse
- Dendrokronologi/årringedatering
- Tefrakronologi - Askelagsanalyse
- Kulstof -13 – belyser kostvaner hos dyr og mennesker
- Kulstof-14 – belyser genstandens alder og har en halveringstid på 5.730 år
- Fosfatanalyse – belyser bebyggede områder
- DNA-analyse: f.eks. hudfarve, sygdomme, køn osv.
- Strontium isotopanalyse: belyser hvor personer har opholdt sig geografisk

5.1.2. Teknologi og historie

Teknologien styrer vores liv i dag. Smartphones, tablets og computere - vi kan tilsyneladende ikke fungere uden dem. På meget kort tid er teknologien eksploderet, og nu kan mange mennesker ikke forestille sig et liv uden den.

For at forstå, hvordan vi har forladt den mørke middelalder (som i virkeligheden ikke er så længe siden) og er nået dertil, hvor vi er i dag, er det vigtigt at forstå, hvordan teknologien udvikler sig, og hvorfor den har betydning.

Alle teknologier er født ud fra et formål. Kranen blev f.eks. skabt for at kunne løfte mængder af "produkter" op til høje steder eller for at kunne bygge på steder, hvor det ikke var muligt før. Med hver ny opdatering sammensætter teknologien eksisterende teknologier for at skabe noget, der er bedre end det, der blev brugt før.

Vi er vant til at forbinde teknologi med moderne maskiner. Men teknologi er et vidt begreb og betyder meget mere end maskiner. Som defineret i Wikipedia er teknologi ("videnskab om håndværk", af græsk τέχνη, techne, "kunst, færdighed, håndens snilde", og -λογία, -logia) summen af mange teknikker, færdigheder, metoder og processer, der anvendes i produktionen af varer eller tjenesteydelser eller til at nå mål, f.eks. videnskabelige undersøgelser. Teknologi kan være viden om teknikker, processer og lignende, eller den kan være indlejret i maskiner, så de kan fungere uden detaljeret viden om deres funktion.

Teknologi kan henvise til metoder, der spænder fra så tilsyneladende enkle som stenredskaber til den komplekse genteknologi og informationsteknologi, der er opstået siden 1980'erne. Når vi taler om teknologi, tænker vi på de teknikker, færdigheder, metoder og processer, der kan relateres til landbrug, byggeri, kommunikation, information, fremstillingsvirksomhed, medicin, kraft og energi, produktion og transport. Disse teknologier er naturligvis opstået i forskellige perioder af historien og har udviklet sig fra den ene til den anden eller har endda været de samme i lange perioder.

Vi kan finde eksempler på de første teknologier fra stenalderen, som f.eks. de første formede sten. Vi betragter også trådløs kommunikation som teknologi. Hvordan kan vi betragte så forskellige ting som teknologier?

Teknologi er ikke et neutralt ord. Forskellige mennesker vil give det forskellige betydninger afhængigt af deres synspunkt og kontekst. Teknologi drejer sig om at forstå, hvordan viden anvendes kreativt til organiserede opgaver, der involverer mennesker og maskiner, og som opfylder bæredygtige mål.

Der er tre vigtige aspekter ved denne definition:

1. Teknologi drejer sig om at gøre en indsats for at opfylde et menneskeligt behov snarere end blot at forstå, hvordan naturen fungerer, hvilket er målet for videnskaben. Opfindelsen af mikroskopet var drevet af et behov for at udforske de mindste ting i verden. Denne teknologiske løsning på et problem, der har eksisteret længe, har til gengæld gjort det muligt for os at forstå mere om verdens funktion, hvilket igen har ført til udvikling af flere teknologier.
2. Den bruger meget mere end videnskabelig viden og omfatter værdier lige så meget som fakta, praktisk håndværksmæssig viden lige så meget som teoretisk viden. Hjulet er et eksempel på, hvor fysikken i at lave en simpel cirkel ændrer verden.
3. Det drejer sig om organiserede måder at gøre tingene på. Den dækker de tilsigtede og utilsigtede interaktioner mellem produkter (maskiner, udstyr, genstande) og de mennesker og systemer, der fremstiller dem, bruger dem eller påvirkes af dem gennem forskellige processer.

Teknologi er en praktisk sektor, hvor folk skal være dygtige til mange af følgende områder: ingeniørarbejde, kommunikation, design, udvikling og innovation, ledelse, fremstilling, modellering og systemtænkning. Men teknologien giver os også forskellige produkter, som kan bruges til gavn eller skade, eller hvor fordelene er omstridte, og ligeledes betyder de processer, der er involveret i produktion og brug af teknologi, at vi alle bør interessere os for, om den giver os og alle andre en bæredygtig fremtid.

Når man diskuterer teknologi og historie, kan det være nødvendigt at inddele teknologierne i bredere områder for at kunne se dem i perspektiv. Det hjælper os, når vi skal undervise vores elever i disse teknologier, til at relatere dem til de aktiviteter, der skal udvikles.

Måske er begrebet teknologi ikke særlig eksplicit. Når vi nævner ordet teknologi, henviser vi ikke kun til de redskaber, som mennesker har skabt, f.eks. en kran eller

en plov, men også til skabelsen af skrift, papir og til sidst trykpressen i en sammenhængende kæde, der fører tilbage til sig selv.

Det er derfor, vi kan tale om "innovationer" som teknologier. En simpel kategorisering ville have denne rækkefølge:

- Innovationer, der udvider det menneskelige intellekt og dets kreative, udtryksmæssige og endda moralske muligheder. Denne gruppe omfatter trykpressen og papiret og nu naturligvis internettet, pc'en og den underliggende teknologi for den moderne dataalder, halvlederelektronik samt fotografering.
- Innovationer, der er en integreret del af den moderne verdens fysiske og driftsmæssige infrastruktur. Denne gruppe omfatter cement som en afgørende tidlig innovation, "som er grundlaget for den civilisation, som vi kender den - og som ville bryde sammen uden cement". Andre, elektriske systemer, indendørs VVS-anlæg og filtreringssystemer til at skabe drikkevand. Akvædukter, elektricitet og sanitetssystemer.
- Innovationer, der muliggjorde den industrielle revolution og dens efterfølgende bølger af voksende materialeproduktion. Disse omfatter dampmaskinen, industriel stålfremstilling og raffinering og boring af olie.
- Innovationer, der forlænger livet. Denne brede gruppe omfatter de på hinanden følgende revolutioner inden for landbruget: kvælstofbinding, især Haber-Bosch-processen, der er omkring et århundrede gammel, og som gjorde den moderne. Også den grønne revolution, formpladeploven, Archimedesskruen, som trak vand fra vandløb og kanaler til vanding af markerne, og den udbredte brug af ploven, som stadig (med teknologiske forbedringer) er en teknologi, der anvendes i dag. Denne gruppe omfatter også fremskridtene inden for medicinsk viden og behandling, f.eks. vaccination og optiske linser.

- Innovationer, der gjorde det muligt at kommunikere i realtid uden for rækkevidde af en enkelt menneskelig stemme. Internettet bringer naturligvis ny rækkevidde og hastighed til kommunikationen, men det virkelige spring ud over tidligere begrænsninger skete i midten af 1800-tallet med udviklingen af telegraf, efterfulgt af telefonen og derefter radio og tv.
- Innovationer inden for fysisk transport af personer og varer. I løbet af de sidste 150 år har forbrændingsmotoren muliggjort de samfundsmæssige, økonomiske, politiske og miljømæssige virkninger, som bilens tidsalder har medført. Indtil de første forsøgsvisse ballonflyvninger i slutningen af 1700-tallet havde mennesker aldrig set deres omgivelser fra en højere højde end en trætop eller et bjerg. I det 20. århundredes tidsalder med motorflyvning kunne de med egne øjne se de naturlige konturer og menneskeskabte træk, som de havde beskrevet på kort. Dampmaskinen gjorde det muligt at udvikle jernbanen, der ligesom cyklen og sejlbåden (med tilhørende teknologier som astrolabium, kvadrant og senere sekstant og kompas) er teknologier, der har revolutioneret den måde, hvorpå mennesker og varer bevæger sig rundt i verden.

Ved at studere historie uddanner vi os om tidligere civilisationer, ledere og teknologi. Men civilisationer varer ikke evigt, og ledere bliver besejret, dør eller bliver myrdet. Teknologien er det eneste aspekt af historien, der udvikles og fortsætter med at vokse. Årsagen er forholdet mellem verdens skabere og tænkere. Deres interaktioner resulterer i at identificere et problem, formidle en løsning på problemet og skabe ny teknologi. Og i lyset af alt det, der er forklaret ovenfor, kan vi konkludere, at:

At introducere vores unge til STEAM er at sætte dem på banen til bedre at kunne tilpasse sig eller skabe og realisere de ændringer, der vil ske i fremtiden.

Der er helt sikkert en udvikling af koncepter, der er tilpasset moderne teknologi, der er teknologier, som vi har mistet og nu opfatter som innovative, og der er andre, som er bevaret i tiden og har forbedret deres strukturelle teknologi, men som stadig gør det samme arbejde.

Vi må ikke glemme, at teknologi ikke kan adskilles fra kultur, og at kunst og menneskelige værdier derfor har en direkte indvirkning på dens skabelse, ideer og anvendelse. Når vi underviser i disse teknologier i vores undervisningslokaler, vil vi helt sikkert ikke kunne bruge originale elementer, men vi kan generere prototyper med pap, 3D-printere eller andre praktiske elementer for at se, hvordan de fungerer.

Teknologien i dag gør det muligt for os at bevare kulturarven: digitalisering med en scanner, store databaser knyttet til kort eller omfattende biblioteker, bevarelse af viden om elementer på naturlige eller flygtige materialer.

Et eksempel på brugen af teknologi til at bevare kulturarven er genindspilning af gamle "pianolaer", der hidtil har været bevaret på papirruller.

Et pianola er et musikinstrument, der indeholder en klavermekanisme med en række mekaniske og pneumatiske elementer, som gør det muligt at styre klaverhandlingen via programmeret musik indspillet på en perforeret papirrulle (klaverrulle).



De første pianoles var eksterne systemer (små skabstyper), der blev placeret foran et kommercielt klaver (Piano player), mens de senere pianoles allerede var indbygget i klaverets resonanskasse og rullen i højde med pianistens øjne (Player piano).

Et pianola tillader faktisk både den manuelle udførelse af en pianist (optagelse af musik, rulle af perforeret papir, der er optaget) og dens automatiske (semi) udførelse af musikelskere eller begynderpianister ved at rulle perforerede papirudskrifter, der lyder metronomisk, og som omfatter linjer tegnet på papiret, der angiver pianolisten (pianola fortolker) tempoet og dynamikken i stykket, med to forskellige systemer, de såkaldte themodist og metrostyle, som tillod forskellige fortolkninger.

I dag har teknologien gjort det muligt for os at digitalisere disse ruller. Dette bevarer et digitalt billede, der indeholder alle rullens grafiske elementer, og genererer en MIDI-fil uden behandling af tempo- og dynamikoplysninger for at bevare variationen i fortolkningen, som er rullernes vigtigste egenskab. Den resulterende fil kan redigeres med forskellige specifikke programmer for at give den ønskede præstation når som helst. På denne måde kan de antikke ruller bevares, og arven kan bevares uden at reducere udførelsen til en bestemt præstation.

5.1.3. Ingeniørvidenskab og historie

Vi lever i en tid, hvor det er let at tro, at vores generation har opfundet og opdaget næsten alt, men det er ikke virkeligheden. Fremskridt kan ikke betragtes som en uventet og pludselig akkumulering af individuelle hjerner: et sådant geni, der opfinder alt, har aldrig eksisteret i menneskehedens historie. Det, der har eksisteret, er en kontinuerlig og ubegrænset strøm af eksperimenter udført af mænd og kvinder, der blev inspireret af de sjældne succeser, som har ført til vores komfortable moderne virkelighed.

Studiet af ingeniørhistorie er værdifuldt af mange grunde, ikke mindst fordi det kan hjælpe os med at forstå genialiteten hos de videnskabsmænd, ingeniører og håndværkere, der eksisterede århundreder og årtusinder før os, og som løste problemer ved hjælp af deres tiders udstyr og fremstillede maskiner og udstyr, hvis koncept er så moderne, at det tvinger os til at genoverveje vores billede af

fortiden. Kultur består på alle områder af forståelse og ikke blot af knowhow. Derfor er det vigtigt at lære, hvordan et givet fænomen er blevet forstået, og hvordan anvendelsen af denne viden har udviklet sig gennem århundreder. Af samme grund er det vigtigt, at folk i vores generation viderebringer interessen og glæden ved de gamle ingeniørers præstationer ved at finde deres artefakter. Unge meta-ingeniører skal kende fortidens viden, hvis de skal kunne forstå nutiden og fremtiden.

Nogle af opfindelserne er inden for det militære område, da mange opfindelser og teknologiske innovationer (desværre) er blevet udtænkt med udgangspunkt i militære anvendelser.

Mange af fortidens store ingeniørarbejder er centreret omkring Roms storhedstid. For det første blev de fleste af Romerrigets opfindelser og teknologier ikke opfundet af latinske opfindere. Faktisk var det en af romernes fortjenester at anerkende, værdsætte og udnytte andre folkeslags intellektuelle evner. Men mange af de opfindelser, der er forløbere for nutidens opfindelser, blev helt sikkert udviklet i den periode.

De fleste af disse opfindelser er meget gamle, og nogle er forløbere for vores tids viden og opfindelser. Mange af dem afslører desuden en overraskende modernitet i deres udformning, i deres videnskabelige og tekniske design og endog i deres form og funktion.

Romerriget var en af de mest udbredte magter i menneskehedens historie. På den anden side mener de fleste mennesker, at teknologi og videnskab var ret primitive i den periode, og at studiet af dem blev stort set forsømt.

Ingeniørhistorien fortæller os imidlertid noget andet, mekanisk viden var ret avanceret, og det har været muligt at opdage funktionen og betydningen af mange arkæologiske fund og analysere deres funktionsmåde på grundlag af simuleringer og genskabelser. Især har arkæologer og ingeniører i fællesskab

vist, at mange af de apparater, der er i brug i dag, blev opfundet og bygget for 20 århundreder siden eller mere.

Som i det foregående punkt, hvor vi talte om teknologi generelt, skal vi opdele fortidens tekniske innovationer efter indsatsområder.

- **Måling af omgivelser**

Måling af vores omgivelser, afstanden (sammen med måling af masse og kraft) udgør det første skridt i udviklingen af videnskab og teknologi.

- **Måling af masse**

Gamle vægte blev bygget i to former: den ene havde to lige lange arme, den anden havde arme af forskellig længde; den første vil blive betegnet som en "balancevægt", mens den anden vil blive betegnet som en "pendulvægt". Sidstnævnte er også kendt som en romersk vægt, fordi den blev opfundet af romerne omkring det 4. århundrede f.Kr. og blev kaldt "statera".

- **Måling af afstand**

Det er vanskeligt at fastslå, hvornår gromaen, et landmålerinstrument, blev opfundet: den kan have sin oprindelse i Mesopotamien, hvor den kan være blevet overtaget fra grækerne omkring det 4. århundrede f.Kr. og omdøbt til *gnomona* eller lille stjerne. Etruskerne bragte det derefter til Rom, hvor de kaldte det *cranema* eller *ferramentum*. Det bestod af et jern- eller bronzekors, fra hvis arme der gik fire lodlinier nedad. Ved at se gennem de modsatte par kunne landmåleren identificere to vinkelrette retninger, hvilket gjorde det muligt for ham at opdele landet i vinkelrette retninger. Selv om dette instrument går tilbage til meget gamle tider, var det i almindelig brug selv århundreder senere. Beviset findes i resterne af en groma, der blev fundet i Pompeji, og dens illustration på flere gravsteler. Så vidt vi kan se, støttede den ca. 2 m lange stang korset et godt stykke over brugerens øjenhøjde, som derfor kunne se frit gennem lodtrækkene. Instrumentets virkelige begrænsning blev afsløret, når der

var bare en svag vind, da dette fik linjerne til at svinge og forhindrede en korrekt sigtelinje. Eller andre som Surveyor Cross, Chorobate, Dioptré af Heron eller søfartsmåleren.

- **Måling af tid**

Soluret var det første apparat, der blev brugt til at måle (eller visualisere) dagens timer. Vandure, eller clepsydraer, var ret almindelige for 2.000 år siden, men de var generelt meget enkle og ikke særlig nøjagtige. I middelalderen fortsatte muslimske opfindere med at fremstille ure.

- **Gamle beregningsanordninger**

Det, vi i dag kalder " datamaskiner ", blev opfundet og udviklet efter det 16. århundrede, men ældre apparater er uden tvivl legitime forløbere for beregningsteknikken. Abacussen er det ældste regneapparat og findes i næsten alle befolkningsgrupper i alle dele af verden. Blandt andre som Eratosthenes' mesolabio eller Antikythera-mekanismen.

- **Brug af vedvarende energi**

- **Vind**

Ved vindmotorer forstås alle de anordninger, der skaber energi ved hjælp af den kinetiske energi, der frigøres ved bevægelse af en luftig masse.

Turbinen blev først defineret som et simpelt skovlhjul eller, med hensyn til dens primære anvendelse, som en mølle. Andre som vinger på havet: sejlene, fra Lateen-vingerne til den kinesiske junk.

- **Hydraulik**

Vandet, der kræver en moderat energi for at blive hævet, kan til gengæld give en moderat mængde kraft, når det falder på et skovlhjul eller trækker det. Det mest berømte levn fra fortiden af disse systemer er utvivlsomt Venafro-hjulet. Det horisontale akselhjul, der blev drevet fra toppen eller bunden, var paradoksalt

nok et teknologisk tilbageskridt i forhold til det mere arkaiske skrå padlehjul. Men da det var den eneste maskine af uomtvisteligt enkel konstruktion, der kunne levere en betydelig effekt, fortsatte det med at eksistere og er næsten uændret frem til i dag: et eksempel er Pelton-turbinen. Skovlhjulet nåede sit højdepunkt i middelalderen, hvor det blev brugt i alle produktionssammenhænge.

- **Brug af vand**
- Vand er uden tvivl det mest nødvendige element for livets eksistens, og derfor var udstyr til at hente vand fra brønde blandt det allerførste, der blev udtænkt. Behovet for at hente vand i store mængder fra bunden af en brønd eller fra et flodleje, førte til opfindelsen af nogle enkle anordninger, fordi det krævede lang eller endda vedvarende tid. Den arkimediske skrue er den af de opfindelser, der førte til det største antal afledte opfindelser, herunder skruen til boremaskiner, flaskeåbnere, presser, propeller osv. Norias, pumper, akvædukter og dennes afledte VVS-anlæg er andre anordninger, som ikke skal glemmes i dette afsnit.
- **Kommunikation og telekommunikation**
Kommunikationen startede med lyde og udviklede sig med stigende afstand til mere visuelle spørgsmål. Akustiske anordninger til at kommunikere med skibe, fyrtårne, duer og optiske anordninger (romersk stangtelegraf eller stangtelegraf).
- **Løft og transport**
Udviklingen af et transportsystem er et andet vigtigt skridt i retning af modernitet. Begrebet transport kan betyde både vertikal og horisontal bevægelse af ting og mennesker. Kraner og taljer, polipastos, pentapastos, tyngdekraftdrevne elevatorer, den romerske firhulede vogn. Gamle selvkørende køretøjer som Elepoli eller de tidlige padlehjulbåde.

Kabelbaner og flyvemaskiner (fra dragekommunikation i Kina til japanske kæmpesvævefly).

- Maskiner

- Motorer

For grækerne var enhver anordning, der fik en anden genstand til at bevæge sig, en motor; det samme kriterium blev senere anvendt af romerne uden ændringer. Herfra og til vor tids udvikling.

- Sekundære maskiner

De fleste af de gamle sekundære motorer, før opfindelsen af termiske maskiner og elektriske motorer, var fjedermotorer, da de var baseret på princippet om, at mekanisk energi kunne "lagres" ved at deformere et fleksibelt element. Elastiske bevægelsesmotorer med bøjning (bl.a. buer, armbrøster, ballister, katapult, blider). Dampmaskiner som Herons dampturbine, Architronitro.

- Spinding og vævning

Tøj er blandt de vigtigste og mest nyttige genstande i menneskehedens almindelige brug; desuden er udviklingen af stof en milepæl i den menneskelige civilisations historie, da den kan betragtes som det første skridt i retning af teknologi. Spindlen, væven og spinerokken har gennemgået en stor udvikling frem til Samuel Cromptons maskine "Det spinnende muldyr".

- Ild

Opdagelsen af ilden var naturligvis menneskets første erobring, uanset hvordan den fandt sted; den satte gang i menneskehedens overgang fra den simple dyriske fase til den intellektuelle fase; enhver videre udvikling mod civilisation starter med evnen til at håndtere den. Ud over de utallige tekniske og materielle konsekvenser er der andre, som er endnu vigtigere,

men som ved første øjekast helt undslipper os. Ilden knuste mørket og eliminerede kulden: med elimineringen af mørket blev mennesket herre over den anden halvdel af dagen. Anvendt til opvarmning af husholdninger, termisk opvarmning, den bøtiske flammekaster.

- **Automater**

Ideen eller ønsket om at bygge automatiske anordninger er næsten lige så gammel som den tidlige viden inden for mekanikken. Fra den mekanisme, der åbner døre i det antikke Grækenland (bygget ved hjælp af et modvægtssystem) til romernes gentagende katapult, der går over til middelalderens ure til Al-Jazaris automater.

- **Byggeteknikker**

Byggeteknikkerne har varieret meget gennem århundrederne, og det giver en bred vifte af stilarter, teknikker og muligheder. Denne brede sektor omfatter også bymure. Individuelle fæstningsværker eller kasteller. Forsvarsbarrierer i bjergene. Baser til templer eller podier. Vejbyggeri og lignende arbejder. Brolægningssten til militære veje. Betonsokler til opførelse af villaer. Gravhuller og cisterner. Enkeltstående tårne eller "monopyrgi" (isolerede tårne). Støtter til broer og, sjældnere, selve broerne.

STEAM-undervisning (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) har udforsket integration af kunst for at opnå en mere effektiv STEM-læring. Imidlertid er effektiv integration ofte vanskelig at opnå; kunsten bliver undertiden udvandet på grund af velmenende inddragelse i STEM-fagene, og STEM-læring risikerer at blive behandlet på samme overfladiske måde i kunstundervisningen. Eleverne opnår observation, visualisering, praktiske kreative færdigheder og selvtillid med kunst i undervisningsprocessen. Disse færdigheder er også baseret på videnskabelig tænkning (Cantrell, 2015). Kunst

kan lære at observere og tænke dybt over tilfælde, situationer og genstande. For eksempel præsenterer antikke forfattere som Alexander, Heron, Vitruvius, Frontinus og Plinius oplysninger om antik teknologi og ingeniørarbejde. Undersøg fortiden for at forstå nutiden og for at kunne bevare den med nutidens værktøjer. At forstå den tekniske udvikling i sin tid for at kunne få et globalt syn på de elementer, der har gjort os til dem, vi er.

5.1.4. Matematik og historie

Matematikken har en historie, der er næsten lige så gammel som menneskeheden. Matematikken har været central for fremskridt inden for videnskab, teknik og filosofi siden oldtiden. Den har udviklet sig fra simpel tælling, måling og beregning samt systematisk undersøgelse af fysiske objekters form og bevægelser til den brede, komplekse og ofte abstrakte disciplin, vi kender i dag, ved hjælp af abstraktion, fantasi og logik.

Fra de tidlige menneskers udhuggede knogler til Mesopotamien og Egyptens etablerede landbrug og den revolutionære udvikling i det gamle Grækenland og dets hellenistiske imperium, har matematikken en lang og fascinerende historie. Før senmiddelalderen og renæssancen flyttede fokus for matematisk innovation tilbage til Europa,

især fra Kina, Indien og det islamiske imperium. Derefter fulgte en række revolutionerende fremskridt i det 17. og 18. århundredes Europa, som banede vejen for det 19. århundredes stigende kompleksitet og abstraktion og endelig det 20. århundredes vovede og ofte katastrofale opdagelser.

Vores forhistoriske forfædre ville have kendt forskellen mellem et og to dyr. Men det tog lang tid, før det abstrakte begreb "to" blev repræsenteret ved et symbol eller et ord. Nogle få isolerede jæger- og samlerstammer i Amazonas bruger stadig kun ordene "en", "to" og "mange". Et formelt talsystem er unødvendigt uden et fast etableret landbrug og handel. De tidlige mennesker holdt styr på

regelmæssige begivenheder som f.eks. månens faser og årstider. Indskårne knogler fra Afrika viser, at mennesker tænkte på tal for 35.000 til 20.000 år siden. Men det er blot at tælle og tælle sammen, ikke matematik. Sumer (det nuværende Irak) var fødestedet for skrift, landbrug, buen, ploven, vanding og mange andre innovationer. Da sumererne bosatte sig og udviklede landbruget, havde de brug for matematik til at måle jordlodder, beskatte personer osv. Sumererne og Babylonierne havde også brug for at beskrive store tal for at kortlægge nattehimmelen og udvikle deres avancerede månekalender. De var sandsynligvis de første til at tildele symboler til grupper af objekter for at hjælpe med at beskrive større tal. De gik fra at have separate symboler for hvedeneg, oliekrug osv. til at bruge et symbol for specifikke antal af alt muligt. De tidlige egyptere begyndte at registrere månefaser og årstider til landbrugs- og religiøse formål omkring 6000 f.Kr.

En håndflade var håndbredden, og en alen var målet fra albue til fingerspidserne. Senere blev der udviklet et decimalt numerisk system baseret på vores ti fingre. Moskva-papyrus fra det egyptiske mellemste rige omkring 2000-1800 f.Kr. er den ældste matematiske tekst, der hidtil er fundet. Egypterne kan have indført det første fuldt udviklede 10-talsystem så tidligt som

2700 f.Kr. (og sandsynligvis meget tidligere). En streg repræsenterede enheder, et hælknoglesymbol repræsenterede tiere, en rebspole repræsenterede hundreder og en lotusplante repræsenterede tusinder. Større tal var uhåndterlige på grund af den manglende stedværdi (selv om en million kun krævede ét tegn, krævede en million minus én fireoghalvtreds tegn).

Græsk matematik refererer til matematiske værker og idéer, der stammer fra den arkaiske til den hellenistiske og romerske periode, hvor størstedelen af dem eksisterede fra det 7. århundrede f.Kr. til det 4. århundrede e.Kr. langs de østlige Middelhavskyster. Græske matematikere boede i byer i hele det østlige

Middelhavsområde, fra Italien til Nordafrika, men de var bundet sammen af græsk kultur og sprog. Ordet "matematik" stammer fra oldgræsk: máthma, som er romaniseret som mathema, der betyder "undervisningsmateriale" på græsk. Studiet af matematik som et individuelt emne samt anvendelsen af bredere matematiske idéer og beviser adskiller den græske matematik fra tidligere civilisationers matematik. Geometri var grundlaget for det meste af den græske matematik. Thales, en af de syv vismænd fra det antikke Grækenland, som levede på den joniske kyst i Lilleasien i første halvdel af det sjette århundrede f.Kr., anses generelt for at være den første, der fastlagde retningslinjerne for den abstrakte udvikling af geometrien, på trods af at det, vi kender til hans arbejde (f.eks. om ensartede og rette trekantede), i dag forekommer ret elementært. Fra det fjerde til det tolvte århundrede var den europæiske viden om og studier af aritmetik, geometri, astronomi og musik primært begrænset til Boethius' oversættelser af værker af gamle græske mestre som Nikomachus og Euklid. Det romerske talsystem, selv om det var ineffektivt, samt en abakus baseret på græske og romerske modeller blev anvendt til al handel og beregning. Opfindelsen af trykpressen i midten af det 15. århundrede havde også en stor betydning. Der blev udgivet talrige aritmetiske bøger med det formål at lære forretningsfolk at bruge beregningsmetoder til deres kommercielle behov, og matematikken begyndte gradvist at få en vigtigere betydning i undervisningen. Renæssancen var en kulturel, intellektuel og kunstnerisk bevægelse, der begyndte i Italien omkring det 14. århundrede og gradvist spredte sig over det meste af Europa i løbet af de næste to århundreder, hvilket resulterede i en genopblomstring af læring baseret på klassiske kilder. Videnskab og kunst var stadig i høj grad forbundet og blandet sammen på dette tidspunkt, som det fremgår af kunstneres/videnskabsmænds arbejde som Leonardo da Vinci, og det er ikke overraskende, at der ligesom inden for kunsten snart fandt revolutionerende arbejde sted inden for filosofi og videnskab.

Newton og Leibniz' arbejde fyldte det meste af slutningen af det 17. og begyndelsen af det 18. århundrede, hvor de anvendte kalkulationer til at løse problemer inden for fysik, astronomi og teknik. Bernoulli-familien fra Basel i Schweiz har to eller tre generationer af geniale matematikere, især Jacob og Johann Bernoulli.

De var med til at udvikle Leibniz' infinitesimalregning, Pascal og Fermats sandsynligheds- og talteori samt "variationskalkulen", som er en generalisering og udvidelse af regnearterne.

Et andet vigtigt fremskridt inden for matematisk analyse var Joseph Fouriers undersøgelse af uendelige summer med trigonometriske funktioner i begyndelsen af det nittende århundrede. Det tyvende århundrede fortsatte det nittendes tendens til stigende generalisering og abstraktion i matematikken, hvor begrebet aksiomer som "selvindlysende sandheder" i vid udstrækning blev opgivet til fordel for en fremhævelse af logiske begreber som konsistens og fuldstændighed.

Matematikere i det antikke Grækenland

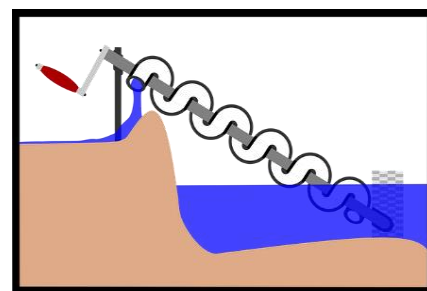
Pythagoras var en af de første græske matematikere, der blev udødeliggjort med sin berømte "Pythagoras-sætning", som stadig har indflydelse på geometrien. Han levede omkring 500 f.Kr. og kom fra en græsk koloni på det nuværende Sicilien. Men han studerede også filosofi og musik. Han havde en gruppe af tilhængere kaldet pythagoræerne, som han delte sin viden med.

Aristoteles er mest kendt for at have studeret på Platons akademi og derefter at have været lærer for Alexander den Store på hans makedonske palads. Han underviste i mange fag, herunder matematik. Hans opgave var at forme Alexanders hjerne til en leders hjerne. Hans teknikker virkede, for Alexander er

udødelig. Som læge var Aristoteles hovedsagelig interesseret i videnskab og videnskabelig tænkning. Han gik metodisk til værks i sine studier. Dette udviklede sig til "den videnskabelige metode". Selv om den ikke er en specialiseret matematisk disciplin, har den haft en betydelig indflydelse på matematikken gennem tiden.

De fleste af **Euklids** optegnelser er gået tabt, hvis de nogensinde har eksisteret. Historiograferne ved, at han kan have gået på Platons akademi og arbejdet på Alexandrias bibliotek. Euklid søgte i bund og grund at opnå viden gennem logik og fornuft. Han helligede sit liv til det og beviste bl.a. Pythagoras' sætning. Han var fader til geometri og ydede mange andre bidrag til videnskaben.

Archimedes voksede op med en stærk følelse af undren over verden. Han var også fysiker, ingeniør, opfinder og astronom. Han udviklede "Pi", et irrationelt tal, der bruges i mange matematiske beregninger. Han opfandt også den arkimediske skrue, som hjalp med at løfte vand fra brønde.



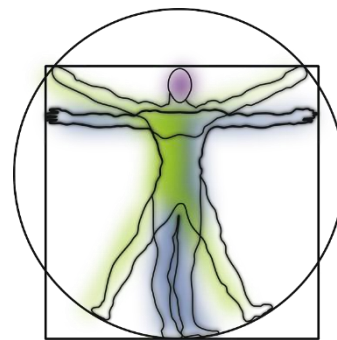
Berømte europæiske matematikere

Fibonacci, også kendt som Leonardo Bonacci, Leonardo af Pisa eller Leonardo Bigollo Pisano ("Leonardo den rejsende fra Pisa"), var en italiensk matematiker fra Pisa, der blev betragtet som "den mest begavede vestlige matematiker i middelalderen". Fibonacci-sekvensen er en ejendommelig talrække fra den klassiske matematik, som har fundet anvendelse inden for avanceret matematik, natur, statistik, datalogi og agil udvikling.

Leonardo da Vinci var en italiensk multikunstner fra højrenæssancen, der var aktiv som maler, tegner, ingeniør, videnskabsmand, teoretiker, billedhugger og arkitekt. Han brugte ofte matematik i sine værker. To af Leonardo da Vincis mest

kendte værker, der anvender matematik, er Den sidste nadver og Mona Lisa.

Hver af dem anvender matematiske principper om perspektiv, det gyldne snit og proportioner i deres komposition. Den "vitruvianske mand" er et visuelt billede af den perfekte menneskelige form ved hjælp af matematik. For folk som Da Vinci var matematikken en universel konstant, der gjorde det muligt at se proportioner over alt.



Kopernikus var en polsk astronom og matematiker, hvis teori om, at Jorden bevægede sig rundt om Solen, ændrede senere arbejderes syn på universet, men blev afvist af den katolske kirke. Kopernikus skabte en ny model, hvor solen er i centrum, og Jorden bevæger sig rundt om den i en cirkel. Han påstod også, at Jorden drejer rundt om sin akse en gang hver dag.

Leonhard Euler dækkede næsten alle aspekter af matematikken, fra geometri til beregning, trigonometri, algebra og talteori, samt optik, astronomi, kartografi, mekanik, vægt og mål og endda musikteori. Eulers vigtige bidrag var så mange, at udtryk som "Eulers formel" eller "Eulers sætning" kan betyde mange forskellige ting afhængigt af konteksten. Bare inden for mekanikken har man Eulers vinkler (til at angive orienteringen af et stift legeme), Eulers sætning (at enhver rotation har en akse), Eulers ligninger for væskers bevægelse og Euler-Lagrange-ligningen (som stammer fra variationsregning).

Sir Isaac Newton var en engelsk matematiker, fysiker, astronom, teolog og forfatter (i sin tid beskrevet som en "naturfilosof"), der er bredt anerkendt som en af de største matematikere og mest indflydelsesrige videnskabsmænd nogensinde. Newton byggede det første praktiske spejlteleskop og udviklede en sofistikeret farveteori baseret på observationen af, at et prisme opdeler hvidt lys i de forskellige farver i det synlige spektrum.

Carl Friedrich Gauss er en stor tysk matematiker fra det nittende århundrede. Hans opdagelser og skrifter har påvirket og efterladt et varigt præg inden for talteori, astronomi, geodæsi og fysik, især inden for studiet af elektromagnetisme.

Pierre de Fermat er en fransk matematiker, der i vid udstrækning anses for at være faderen til den moderne talteori. Fermat var en af de førende matematikere i den første halvdel af det 17. århundrede. Fermat opdagede det grundlæggende princip i den analytiske geometri. Hans metoder til bestemmelse af tangenter til kurver og deres maksimum- og minimumspunkter gav ham titlen "opfinder af differentialregning".

René Descartes var en fransk filosof, matematiker og videnskabsmand, der opfandt den analytiske geometri, som forbandt de tidligere adskilte områder geometri og algebra. Descartes betragtes generelt som en af grundlæggerne af den moderne filosofi og algebraisk geometri samt som en af de mest bemærkelsesværdige intellektuelle skikkelser fra den hollandske guldalder, da han tilbragte en betydelig del af sit arbejdsliv i den hollandske republik.

Mange andre store matematikere har haft indflydelse på videnskabelige opdagelser og har bidraget til de teknologiske fremskridt på tværs af historiske perioder. Alle moderne produkter integrerer viden og innovationer fra disse store videnskabsmænd. Hvis man studerer deres teorier separat ved hjælp af en forelæsningsbaseret metode, er det meget svært for mange studerende at se de praktiske konsekvenser. At følge en praktisk STEAM-metode er den bedste taktik, da eleverne vil skabe forskellige genstande og forstå flere af de underliggende begreber på samme tid.

2. Konklusion

Som vi kan se i dette kapitel indtil videre, er STEAM-emnerne meget mere forbundet med historie, end de ser ud til at være. Næsten alle nyere opdagelser, principper og teknikker inden for STEAM-områderne er baseret på gamle opdagelser, der er designet af betydningsfulde mennesker, som beskrevet i dette kapitel. I dag skaber forskere og videnskabsmænd nye forbindelser, sammenhænge og anvendelser ud fra historiske opdagelser.

Historien byder på et bredt udvalg af opdagelser - hvilke behov der førte til en opdagelse, hvilke problemer der var opstået, da den blev "vakt til live", og hvordan den derefter blev anvendt og brugt, kan man se. Der kan findes mange sjove fakta i alle disse historier, som kan give nogle positive højdepunkter i læringsaktiviteter. Den komplette historie om en aktivitet kan hjælpe lærerne med at give en forståelsesramme, som fører til en mere intensiv oplevelse for eleverne, når den er forbundet med STEAM-metoderne til praktisk læring.

Læringsprocessen, hvor vi forbinder historie og STEAM-emner, er sjov, engagerende og lærerig, og eleverne nyder det. At lære ved at stole på fakta, der er introduceret af nogen, i komplekse fag som matematik, teknologi, ingeniørvidenskab og naturvidenskab er mere eller mindre monotont og ikke motiverende.

Hvis eleverne lærer den historiske historie at kende, forbinder den med historiske opdagelser og ved hjælp af praktiske eksperimenter selv prøver at se, hvordan det fungerer, er vi halvejs i en vellykket erfaringsbaseret læring. Herfra bør lærerne vejlede eleverne i at tænke og debattere over det, de lærer, og samtidig hjælpe dem med at anvende deres viden på en holistisk måde. På den måde vil alle nøgelfaktorer for en vellykket læringsoplevelse være dækket." Denne læringsmetode kan anvendes i vid udstrækning i den formelle eller uformelle undervisningsplan. Der kan også inddrages nye teknologier.

Kapitel 6: Ingen bliver efterladt (inklusion)

Som vi har set i den pædagogiske vejledning, bestræber vi os på at skabe inkluderende materialer i dette projekt. Inklusion handler om at gøre læring og materialer fleksible, tilgængelige og forståelige for alle elever. Ideen er at fremme STEAM-læring gennem historie, og som vi allerede har konstateret, er især elever med SLD (Special Learning Disability) en del af den gruppe af elever, der har størst sandsynlighed for at sakke bagud i STEAM-fagene. Brugen af manipulation og kontekstualiserende elementer er en stor hjælp til at engagere de elever, der har problemer med STEAM-fagene, især dem med en SLD. For at nå vores mål er vi nødt til at løfte alle eleverne, med særlig opmærksomhed på dem, der er mest tilbøjelige til at sakke bagud. Derfor er inklusion et meget vigtigt emne at tage op i dette projekt. Som en af de mest specifikke grupper, der har behov for særlig opmærksomhed, vil vi i dette kapitel koncentrere os om børn med særlige indlæringsvanskeligheder (SLD).

1. Indlæringsvanskeligheder og hvordan man hjælper

6.1.1. Lille note om indlæringsvanskeligheder; Hvad er det?

I dette projekt vil vi have særlig fokus på SLD: Specifikke indlæringsvanskeligheder. SLD er permanente tilstande, der påvirker en persons indlæringsproces. Den måde, hvorpå hjernen behandler information, påvirkes på grund af en **neurobiologisk årsag**. Dette kan påvirke den måde, hvorpå hjernen modtager, integrerer, bevarer og udtrykker information. Som følge heraf kan **den kognitive udvikling af en indlæringsevne forstyrres**. SLD skyldes dog på ingen måde en fysisk funktionsnedsættelse som f.eks. et synshandicap, et hørehandicap, et motorisk handicap eller et intellektuelt handicap. De skyldes

heller ikke en følelsesmæssig forstyrrelse eller en ugunstig økonomisk, miljømæssig eller kulturel situation.

Vi har elever med forskellige indlæringsvanskeligheder som f.eks: Dysleksi, dysgrafi, dyskalkuli, dysfasi og dyspraksi. Hver af disse lidelser har gavn af en alternativ læringsstil, så de kan bruge en anden kognitiv måde at lære på end den, som de har problemer med.

6.1.2 Tilpasninger inden for rammerne af den ikke-formelle uddannelse

Tilpasningerne i forbindelse med IFU giver os mere frihed med hensyn til undervisningsformer. De sædvanlige tilpasninger, der er beskrevet i vores pædagogiske vejledning, kan og bør naturligvis stadig anvendes i praksis. Det vil være tilpasninger som f.eks:

- tilpasning af lektionens struktur (klart mål, klart sæt retningslinjer og opdeling af opgaverne i små trin, visuelle elementer osv,)
- tilpasning af læringsmiljøet (overskueligt, roligt, tilstrækkelig multisensorisk stimulering, ingen overbelastning af stimuli, ingen lange øjenbevægelser osv,)
- tilpasning af opgaverne (flere opgavetyper, færre dobbeltopgaver, god struktur og underopdeling, færre opgaver, der kræver finmotoriske færdigheder, undgåelse af vanskelig håndtering osv,)
- tilpasninger af skriftligt materiale (tekst justeret til venstre, med en tilpasset skrifttype som Arial, Century Gothic eller OpenDys, med 1,5 mellemrum, i en skriftstørrelse mellem 12 og 14). Brug af afsnit, undertekster, farver og punktopstillinger til at strukturere teksten, udskrivning på den ene side med passende kontrast)

Men også de tilføjede oplysninger om SLD for tolerancemål, gruppesammenholdet og fremme af holdånden i klasseværelset er af betydning.

I forbindelse med IFU er disse tilpasninger imidlertid ikke begrænset til dette. Brugen af IFU vil give mulighed for mere fleksible undervisningsmateriale typer og vil som følge heraf indebære forskellige kompetencekrav.

6.1.3 Vigtigheden af information og identifikation af vanskeligheder

Ved at skabe tilpasset indhold til den bredest mulige vifte af undervisningsformer kan vi hjælpe os med at skabe mere inkluderende indhold. Men selv om dette allerede er en stor forbedring, er en af de mest effektive måder at skabe effektivt inkluderende indhold på stadig afhængig af at kende målgruppens behov og karakteristika så grundigt som muligt. Især i forbindelse med SLD kan man ikke undervurdere vigtigheden af at være opmærksom på en (eller flere) bestemte elevers specifikke særlige behov. Lærerne bør have en grundlæggende forståelse for, hvordan disse indlæringsforstyrrelser kan påvirke elevernes læringsoplevelse og generelle præstationer. Selv om lærere ikke selv er kvalificerede til at stille en videnskabelig diagnose, er de i den bedste position til at genkende tidlige tegn på en potentiel SLD og til at informere forældrene om behovet for at få det bekræftet af en professionel med henblik på en medicinsk diagnose. Hvis der er blevet stillet en professionel diagnose, vil læreren være bedre rustet til at inddrage elevens behov i sin individuelle undervisningsplanlægning og i sin generelle metode for at sikre, at elevens behov dækkes. Selv om det måske ikke er realistisk, at læreren kan iværksætte en passende supertilpasset undervisning for hver enkelt elev, kan det at være opmærksomt på situationen og forsøge at inddrage flere forskellige læringsstile i undervisningsmetoderne være en stor hjælp for elever med SLD i deres daglige læringsrejse. Det kan også hjælpe eleverne selv til at forstå deres styrker, svagheder og potentielle strategier til at håndtere deres læring.

2. Multisensorisk læring [visuelle, auditive, læsning/skrivning, kinæstetiske elever]

6.2.1. Hvad er multisensorisk læring?

Der er mere end én måde at lære på og forskellige læringstyper hos eleverne. Nogle er mere visuelt orienterede, andre mere auditivt orienterede, men selv om det er de mest anvendte metoder i den "klassiske" undervisning, er nogle elever også orienteret mod andre indlæringsformer. Multisensorisk læring er en metode, der integrerer forskellige typer af læringselementer som f.eks. visuelle, auditive, taktile (berøring) og kinæstetiske (bevægelse) læringselementer, som er de mest kendte. Men nogle indlæringsformer er mindre kendte, såsom: sekventiel undervisning, simultan undervisning, reflektiv/logisk undervisning, verbal undervisning, interaktiv undervisning, direkte erfaringsundervisning, indirekte erfaringsundervisning og rytmisk/melodisk undervisning. Idéen bag disse er at stimulere flere sanser under indlæringen for at aktivere forskellige dele af hjernen for at forstærke indlæringsprocessen. Jo mere varieret typen af sanseindtryk til at styrke et enkelt begreb, jo større er sandsynligheden for, at det bliver hængende i hukommelsen.

6.2.2. Fordelene ved multisensorisk undervisning i almindelighed

En af de største fordele ved denne metode er, at den vil være effektiv for alle elever, især for dem med en specifik indlæringsforstyrrelse som f.eks. ordblindhed. Det betyder, at en lektion, der er udarbejdet ved hjælp af multisensorisk læring, vil være til gavn for flere elever end en klassisk lektion og vil være mere effektiv og fleksibel i sin anvendelse, især for elever med særlige behov, uden at hindre læring for elever uden særlige behov. Det vil også hjælpe eleverne med at finde den læringsstil, der passer bedst til dem, samt de mest effektive teknikker. Dette vil igen hjælpe dem med at opbygge deres personlige læringsmetoder og skabe deres egen læringsproces. Denne metode gør det også muligt for læreren at tilpasse sine undervisningsmetoder afhængigt af de elever,

der er til stede under lektionen. En ekstra fordel er, at denne metode kan tilpasses til alle fag.

6.2.3. Fordelene ved multisensorisk undervisning med henblik på inklusion

Som vi diskuterede ovenfor, er multisensorisk læring særlig effektiv for elever med indlæringsvanskeligheder. Ved at variere typerne af læringselementer varierer man nemlig elevernes muligheder for kognitiv bearbejdning af information. Elever med specifikke indlæringsvanskeligheder har et kognitivt problem med hensyn til indarbejdelse af information: Ved at diversificere disse kognitive processer giver man dem flere chancer for at fastholde information gennem alternative kognitive veje. Dette udjævner grundlæggende set læringsfeltet en smule for elever med en specifik indlæringsforstyrrelse.

6.2.4. Praktiske eksempler på multisensoriske undervisningsøvelser

Vi kunne f.eks. forestille os at bruge byggeklodser til at genskabe en middelalderlig bue, som ville omfordele kræfterne i jorden og gøre det muligt at bygge højere og mere solide bygninger (eksempler: romerske buer, gotiske buer osv.). Denne fremgangsmåde ville give os det auditive aspekt ved at få læreren til at forklare aktiviteten, det visuelle aspekt ved at se den visuelle repræsentation i form af tegninger, men også det visuelle aspekt af resultatet, det følelsesmæssige aspekt ved den fysiske fornemmelse af byggeklodsernes vægt og tekstur, det kinæstetiske aspekt ved den praktiske udførelse af byggeriet af buen og ved at sikre, at den ikke falder ned, det interaktive aspekt ved at gennemføre eksperimentet i grupper og ved at skulle koordinere med andre elever for at sikre, at buen ikke falder ned, mens den bygges, det direkte oplevelsesaspekt ved at gennemføre et praktisk eksperiment osv.

De mange forskellige typer af læringselementer er mere effektive til at få informationen til at blive fastholdt i elevernes hukommelse.

6.2.5. Anvendelse af multisensorisk læring i STEAMbuilders

En fysisk bearbejdning af et STEAM-koncept, som vi gør her i STEAMbuilders, og som det blev vist i eksemplet i det foregående punkt, kan betragtes som multisensorisk undervisning i den forstand, at vi bruger historie til at forklare begreber på en konkret måde. Eleverne er i det mindste i stand til at se, høre, røre og håndtere (kinæstetisk). Vi kunne forestille os at tilføje andre sanser i blandingen, f.eks. ved at associere en lugt (lugten af gips i det foregående eksempel? Eller af røgelse til kirker?).

3. Styrken ved ikke-formel undervisning i et inkluderende klasseværelse

6.3.1 Hvordan man anvender UFL til inklusion

Brugen af uformel læring med henblik på inklusion skal ske i en bevidsthed om mangfoldighed i læringen. Ideen med inklusion er at imødekomme alle elevers læringsbehov, uanset hvilke udfordringer eller læringsbehov de måtte have. Ved at bruge UFL åbner vi døren til mulighederne med hensyn til indlæringsmetoder og -elementer. UFL er også en fantastisk mulighed for at øge bevidstheden om tolerance og værdsættelse af forskellighed med hensyn til kompetencer, kognitive egenskaber og intelligensformer på en måde, som ikke er mulig med traditionel læring.

6.3.2 Fordelene ved ikke-formel uddannelse med henblik på inklusion

Brugen af ikke-faglig undervisning giver mulighed for en større fleksibilitet i læring og uddannelse. Som tidligere nævnt er elever med særlige behov, især elever med SLD, ofte dårligt rustet til at følge en traditionel tekstbaseret undervisningsstil, der er baseret på en ex-cathedra-undervisning. Den ekstra brug af IFU vil give underviserne mulighed for at mangedoble både undervisningsstøttetyperne og

læringselementerne, samtidig med at man fremmer engagementet hos alle eleverne og hjælper eleverne i deres livslange læringsproces.

6.3.3 Fordelene ved inddragelse af læring i en ikke-formel sammenhæng

Hvad angår fordelene ved inklusion i en formel sammenhæng, vil inklusion først og fremmest gøre det muligt at løfte hele klassen op i læringsprocessen. Ved at inkludere alle elever i en ikke-formel sammenhæng giver man alle eleverne et bredere udvalg af læringsredskaber og -metoder, hvilket hjælper dem i udviklingen af deres livslange læringsrejse og giver dem redskaberne til at videreudanne sig på egen hånd i fremtiden i en potentielt mindre inkluderende sammenhæng. Inklusion i en ikke-formel sammenhæng giver også eleverne mulighed for at få en bedre forståelse af de mange forskellige undervisningsformer og mangfoldigheden i den neurologiske pulje. Dette vil ikke kun hjælpe dem med at lære tolerance over for deres kammerater, men også lære dem at anerkende og værdsætte neurodiversitet i fremtiden. Dette kan også være med til at fremme et bedre selvbillede og selvtillid hos elever, for hvem det traditionelle system ikke gav mulighed for akademisk succes, og hjælpe dem med at finde alternative måder at trives på akademisk.

Mens inklusion vil være til direkte gavn for de elever, der har særlige undervisningsbehov, vil det også være til gavn for andre elever, da det, selv om de ikke har et særligt behov for en anderledes tilgang, kun kan berige deres uddannelse og give dem flere værktøjer til brug i deres egen uddannelsesrejse. Det vil til gengæld fremme engagement og motivation hos eleverne.

Kapitel 7: Eksisterende praksis

1. Eksisterende praksis i uformel læring / hands-on

/ eksperimenterende undervisning

Som vi tidligere har set i den pædagogiske vejledning, har resultaterne af Pisa-undersøgelserne skabt opmærksomhed hos regeringerne rundt om i Europa.

Gennem årenes løb har regeringer, kommuner, skoler og lærere opfordret til handling. Mange udviklingsprojekter er blevet gennemført både på nationalt og internationalt plan, og det er stadig, som om elevernes opnåede resultater i undervisningen ikke er tilstrækkelige. Vores skolesystem mister alt for mange, måske fordi det med sit ensidige fokus på viden og boglige færdigheder ikke er inkluderende?

Graden af kompleksitet i undervisningen er så høj, at den kræver menneskevenlige miljøer og strukturer, hvor lærerne skal leve op til deres egne intentioner og omverdenens forventninger, dels for at interagere positivt med eleverne og dels til at bidrage til elevernes alsidige udvikling. I skoleåret 2019/2020 gik 78,5 procent af alle danske elever i Folkeskolen. Den ramme tilbyder Folkeskolen ikke! Ph.d., skoleforsker og skolekonsulent Louise Klinge beskriver Folkeskolen således:

"1 voksen til 28 børn. I et firkantet rum med ned til 1,7 kvadratmeter per elev. Indtil for nylig måtte lærerne kommunikere 3.170 fælles akademiske mål. Mindst 122.000 af eleverne kommer fra familier med alkoholmisbrug, og omkring hvert fjerde barn har været udsat for fysisk vold i hjemmet. Læreren står over for børnenes udfordringer, men får som udgangspunkt ikke vejledning og mulighed for at vende store dilemmaer og problemer med en psykolog.

Mange regler for og i skolerne er blevet arvet i generationer, og de tages ofte for givet. Men i de mere end 200 år, vi har haft Folkeskolen, er det aldrig blevet bevist, at det skulle være bedst for barnet og samfundet:

- at forvente, at børn og unge gør de samme ting på bestemte tidspunkter
- at opdele virkeligheden i fag
- at betragte læringsprocesser som specifikt knyttet til specialdesignede aktiviteter
- at lade børnene koncentrere sig om mange forskellige fag på samme dag, og at lade en klokke bestemme, hvornår engagementet i et emne skal begynde og slutte
- at børn og unge sjældent, måske aldrig, kan fordybe sig i, hvad der interesserer dem
- at vurdere børn og unge gennem tal i forhold til, om de kan redegøre for
 - korrekt forståelse af den verden, som skolen har formidlet
- at vægte akademiske færdigheder højere end de kreative og praktiske
- at opdele børn efter alder
- at have én lærer til 28 elever
- ikke at tage hensyn til børns ulige hverdagsforhold og servere sunde skolemåltider
- at lade næsten al undervisning finde sted indendørs
- at akademisere undervisningen på en sådan måde, at akademiske Meta-termer i dag skal læres af de yngste studerende.

Louise Klinge konkluderer hårdt: "Vi mister rigtig mange børn undervejs", og PISA-undersøgelserne understøtter hendes påstand

Hendes kritik af skolesystemet viser blot: Hvis vi vil arbejde med børnenes udbytte af undervisningen, så er det et komplekst spørgsmål, hvor der er mange udfordringer at løse. Det er sandsynligvis ikke løst med en enkelt innovativ metode. Er skolen bare et sted, hvor de voksne har besluttet, hvilken viden og hvilke færdigheder undervisningen er organiseret efter - eller tør vi spørge eleverne, hvad de mener?

Følgende udsagn er fra Virtuel Konference i "Inkluderende læringsmiljøer: Muligheder for deltagelse for alle", der afholdes 12. december 2020. Louise Klinge præsenterede nogle børns drømme om skolen:

Børns drømme om skole:

- "Et emne, hvor du lærer at lave dine egne møbler"
- "Lær om historie ved at bygge den alder"
- "Stenalderlejren på et stykke jord væk fra skolen."
- "Kontakt med børn fra andre lande"
- "Gør ting i hånden i stedet for at kigge i en bog"
- "Tekstiler i klassen, så du kan sy"
- "Der kan være planker og træ, så du kan bygge"
- "I virkeligheden er der hver dag dansk på et forlag, fysik og kemi i et rigtigt laboratorium"
- "Sorter affald"

Det er bemærkelsesværdigt at se elevernes længsel efter håndgribelig undervisning, der har sin oprindelse i den virkelige verden, som ikke er opdelt i fag, men går på tværs af og næsten helt sikkert kan have oprindelse i konkrete problemstillinger

Et underområde inden for STEAM-undervisning kan være, når undervisningen flyttes ud af klassens normale undervisningsrum, f.eks. ude i naturen, i supermarkedet, på kirkegården, i virksomheder eller museer. Denne form for undervisning kaldes i De Nordiske Lande "Udeskole". Det kan dog være et misvisende udtryk, da det ofte forveksles med undervisning i natur og naturrelaterede emner, der i Danmark foregår hos naturvejledere på Naturskoler. " Udeskole "er mere end det. Derfor er det den rigtige beskrivelse: Måltrettet undervisning uden for klasseværelset" ... At flytte undervisningen ud af klasseværelset giver helt særlige muligheder: Undervisning i naturen eller på

kulturinstitutioner i samspil med undervisningen i klasseværelset skaber særlige muligheder for elevernes læring"

En undersøgelse fra 2014 offentliggjort af America Society for Engineering Education identificerede flere egenskaber ved STEM-kvalitetsprogrammer:

- Konteksten er motiverende, engagerende og med udgangspunkt i den virkelige verden.
- Eleverne integrerer og anvender meningsfuldt og vigtigt matematik- og naturfagsindhold.
- Undervisningsmetoder er undersøgelsesbaserede og elevcentrerede.
- Studerende engagerer sig i at løse tekniske udfordringer ved hjælp af en teknisk designproces.
- Teamwork og kommunikation er et stort fokus. Gennem hele programmet har de studerende haft friheden til at tænke kritisk, kreativt og innovativt samt muligheder for at fejle og prøve igen i sikre miljøer i.

Det er interessant at sammenligne med erfaringerne fra forskningen, som viser fordelene ved at "flytte undervisning ud af velkendte klasseværelser"

- Fysisk/ sundhedsmæssige vinkel: Børn, der lærer i sammenhæng ofte, bevæger sig mere end børn i traditionelle institutionelle miljøer eller skoler.
- Flere metastudier viser en sammenhæng mellem fysisk aktivitet og læring, og i en erklæring fra "Konsensuskonferencen om fysisk aktivitet og læring", der blev afholdt den 25.-27. oktober 2011, udtrykker forskere fra Danmark og Sverige følgende: "På baggrund af de fremlagte forskningsresultater og drøftelserne på konferencen kan det konkluderes, at der er en dokumenteret sammenhæng mellem fysisk aktivitet og læring uanset alder"

- Den sociale vinkel: Veludviklede undervisnings- og læringsaktiviteter i miljøet understøtter et godt socialt klima i grupper, understøtter evnen til at koncentrere sig, fordybe sig og lægge et godt fundament for fordybelse.
- Læring i sammenhæng: Læring gennem det lokale miljø synes meningsfuldt for børn, unge og pædagoger. Lærere rapporterer, at børn nyder disse former for læring mere end traditionel klasseundervisning.
- Alsidighed argument: Udendørs skole kan betyde mere alsidig læring.
- Udendørs skolegang kan betyde mere alsidig læring i forhold til:
 - katalog viden
 - analog viden
 - dialogisk viden
 - kropsbaseret viden

Med forskellige former for viden påvirkes mange forskellige dele af hjernen, og flere komplekse neurale forbindelser dannes (neuropædagogik):

- episodisk hukommelse - fortælling
- proceduremæssig hukommelse kropslig
- semantisk hukommelse – sproglig og faktuel

Hjernen forskningsargument:

- Børn bidrager mere aktivt til sprogprocesser i læringsprocesser i det fri, og sprogbrugen i Børn disse sammenhænge er mere fantasifuld og sonderende.

2. Eksisterende STEAM-Undervisning

På nationalt plan i Danmark:

Fra september 2020 kan lærere i faggruppen naturvidenskabelige faggruppe læse en kandidatgrad i STEM-undervisning. Ideen er en del af den nationale naturfagsstrategi og foregår gennem e-læring, praksis og vejledning på egen skole samt undervisningsdage på universitetet.

"Tanken er at uddanne fremtidige lokale eller kommunale ressourcemedarbejdere inden for Stem-undervisning (Naturvidenskab, Teknologi, Ingeniørvidenskab og Matematik), så de kan være med til at styrke vedkommende og tværfaglige undervisning inden for naturvidenskabelige fagrække i grundskolen", siger Jan Alexis Nielsen, studieleder ved den nye uddannelse og lektor ved Institut for Naturvidenskabelig Didaktik, hvor den nye uddannelse bliver forankret.

Den eksisterende undervisning foregår primært i de velkendte naturfag, Natur og Teknik samt det relative nye fag: "Håndværk og Design" i den offentlige danske grundskole "Folkeskolen", der erstatter emnerne Sløjd og Håndarbejde fra skoleåret 2016/17. I den nye nationale læseplan præciseres det, at faget skal arbejde med innovation og iværksætter. I læreruddannelsen har sløjd og håndarbejde siden 2007 været erstattet af Materielt Design.

Formålet med undervisningen i Håndværk og Design er, at de studerende tilegner sig viden og færdigheder gennem det praktiske arbejde med forskellige materialer - gerne træ, metal og tekstil. ... Undervisningen skal bidrage til, at eleverne gennem håndværk og design får kendskab til materiel kultur.

STEM-uddannelse i private institutioner:

Der er stor interesse for at tilbyde STEM-undervisning og materialer – også fra private virksomheder som LEGO (der er en forkortelse for LEg GOdt) der er verdenskendt for legetøjet kaldet "Lego klodsen", som er designet til at bygge

modeller af stort set alt fra kendte universer som STAR Wars og Harry Potter, bygninger, maskiner osv. LEGO er en stor leverandør af undervisningsmaterialer, lektioner, software, programmering, online portaler og support. Undervisningen henvender sig til børn i stort set alle aldre og på mange sprog. Der er endda undervisningsmateriale til hjemmeundervisning. LEGO er en privat virksomhed, der lever af at sælge Lego-relaterede produkter.

Stem-undervisning i Europa:

Schooleducation Gateway er et eksempel på Europas online uddannelsesportal, hvor det er muligt at finde inspiration fra Erasmus+-projekter baseret på f.eks. STEM/STEAM. Innovation starter med STEAM, DLAP osv.

3. Eksempler på museernes praktiske/ ikke-formelle metoder – Eksperimenter med gamle værktøjer og teknikker.

En anden, men ikke mindre effektiv "game changer" i STEAM undervisning kan findes i museernes skoletjenester. Museerne er ikke kun en oplagt mulighed for at se og lytte, men også for at røre ved, og gøre.

Stenalderen er en oplagt mulighed for den helt grundlæggende forståelse af livets opståen, opretholdelse og materialer. På Neanderthal Museum i Tyskland kan eleverne lære om, hvordan du finder vej i mørket ved at lave en lille olielampe. Stenaldercenter Ertebølle i Danmark giver mulighed for at få erfaring med bueskydning, stammebådsbådssejls og mange små håndværk som produktion af stenalderfarver og -mønstre.



Left: Foto: Left: Museum Neanderthal, Tyskland. Til højre: Stenaldercenter Ertebølle, Danmark.

Middelalderen indeholder også håndgribelig historisk anerkendelse. Middelaldercentret på Lolland er en genskabelse af en middelalderlandsby i begyndelsen af 1400-tallet i fuld størrelse. Her finder du byens håndværkere, borgere og krigere, klædt i tidstypiske dragter. Derudover huser middelalderlandsbyen Sundkøbing også en teknologipark inspireret af middelalderens/renæssance-opfindelser bl.a. Leonardo da Vincis opfindelser, som eleverne kan teste. I teknologiparken er der mulighed for at booke undervisningsforløb.





Guedelon er et "levende " rekonstruktion af Saint-Fargeau slot i Frankrig. Det er også et center for uddannelse i kulturarvsfærdigheder f.eks. håndværk Guedelon tilbyder også undervisningsforløb, hvor eleverne for eksempel kan følge i Bygmesterens fodspor og udforske håndværk, teknikker og møde håndværkerne.



Photo: <https://www.facebook.com/Guedelon/photos/3761200530627052>

Rollespil på museet

En helt anden og meget motiverende tilgang til formidling af kulturarv, teknikker, håndværk m.m. kan være gennem de såkaldte rollespilsforløb, hvor eleverne er klædt i kostumer, får nye navne og funktioner i en fordums tilværelse.



Image 1: I Den Gamle By i Aarhus kan eleverne prøve "En dag som børn i 1864.

www.dengamleby.dk med tilladelse

Image 2: På Herregården Hessel kan eleverne prøve at blive ansat som tjenestepige eller karl anno 1870, hvor de møder og agerer med herregårdens strenge lærer: Hr.

Christoffersen. Foto: Vesthimmerlands Museum

Rollespilsforløb, hvor eleverne tester og lærer teknikker / håndværk, giver eleverne et emotionelt forhold til fortiden. Det ses ofte som meget motiverende for eleverne at lære gennem rollespil og praktisk arbejde, hvor processer og resultater følges fx madlavning, rebslagning, smedning osv.

Konklusion

Bookletten om ikke-formel undervisning i STEAM er det andet skriftlige resultat af STEAMbuilders, et Erasmus+-projekt - et samarbejde mellem Belgien, Cypern, Danmark, Frankrig, Grækenland, Slovenien, Spanien og Frankrig. Bookletten fokuserer primært på værktøjer til læring i uformel læring og analyserer betydningen og vanskelighederne ved en sådan metode.

I det første kapitel diskuteres en introduktion til den ikke-formelle tilgang.

Redskaber til læring (principper og teknikker) og eksempler på undervisningsoplevelser gennemgås grundigt, altid med henblik på at indarbejde dem i de officielle STEAM-læreplaner.

Herefter behandles forskellene mellem formel og ikke-formel uddannelse, og de to tilgange forbindes i en holistisk uddannelsesoplevelse inden for STEAM.

Desuden tilpasser et mere praktisk læringsmiljø sig forskellighederne og behovene, samtidig med at alle uddannes og inddrages i processen. Gennem arv og historie præsenterer bookletten positive rollemodeller, som eleverne kan relatere til.

Hvis vi ønsker at få en mangfoldig og veluddannet befolkning, skal alle være med. STEAM-baseret undervisning - med de rette metoder og fremgangsmåder - kan være til ekstra stor nytte for elever med særlige indlæringsvanskeligheder. Måske kan STEAM-undervisning endda være med til at åbne øjnene for, at alle mennesker, uanset diagnoser, kan nå deres personlige og uddannelsesmæssige mål. Mens vi fortsætter med at navigere i en usikker fremtid, kræver den eksisterende praksis inden for erfaringsbaseret og STEAM-undervisning - som at

udforske museer eller eksperimenterere med gamle værktøjer - systematisk forskning for at forbedre den og gøre den til inkluderende akademisk hverdagsmateriale.

Referencer

kapitel 1

1. Apprentissage dans le domaine des STEAM : des projets européens combinant science et arts, School Education Getaway, 2018, <https://www.schooleducationgateway.eu/fr/pub/latest/practices/steam-learning-science-art.htm>
2. dotheGAP team, What is non-formal education and why it is important, 2018, <https://dothegap.com/blog/en/what-is-non-formal-education-and-why-it-is-important/>
3. Echosciences Occitanie, Un nouveau nom et de nombreuses pistes d'action : retour sur la 3e rencontre du Pôle Territorial de Référence, 2018, [/https://www.echosciences-sud.fr/communautes/pole-territorial-de-reference-en-occitanie/articles/un-nouveau-nom-et-de-nombreuses-pistes-d-action-retour-sur-la-3e-rencontre-du-pole-territorial-de-reference](https://www.echosciences-sud.fr/communautes/pole-territorial-de-reference-en-occitanie/articles/un-nouveau-nom-et-de-nombreuses-pistes-d-action-retour-sur-la-3e-rencontre-du-pole-territorial-de-reference)
4. Mahira Spiteri, The benefits of non- formal learning, European Commision, 2016, <https://epale.ec.europa.eu/en/blog/benefits-non-formal-learning>
5. Manifestations Scolaires 2021 - 2022, Fermat Science, 2021, <https://www.fermat-science.com/activit%C3%A9s-scolaires/manifestations-scolaires/>
6. Par Sylvie Ann Hart, Apprentissage formel, informel, non-formel, des notions difficiles à utiliser.. pourquoi?, Observatoire competences - emplois, 2013 <https://dothegap.com/blog/en/the-benefits-of-non-formal-education-and-how-an-exchange-can-facilitate-them/>

7. Peter Bentsen, UDESKOLE IN SCANDINAVIA: Teaching and Learning in Natural Places, Children and Nature, 2013,
<https://www.childrenandnature.org/resources/udeskole-in-scandinavia-teaching-learning-in-natural-places>
8. Youth Partnership, Vers la reconnaissance de l'éducation et de l'apprentissage non formels et du travail de jeunesse en Europe, 2011, https://pjp-eu.coe.int/documents/42128013/47261818/Pathways_FR.pdf/d538631e-4b8e-42fd-9fe5-2931ba86a3d2

Kapitel 2

1. Bekerman, Z., & Silberman-Keller, D. (2004). Non-formal Pedagogy: Epistemology, Rhetoric and Practice. *Education and Society*, 22, 45–63.
<https://doi.org/10.7459/es/22.1.04>
2. Binazzi, A. (2016). The role of formal and non-formal education for children's empowerment and as a prevention tool from violence. *Comparative Cultural Studies - European and Latin American Perspectives*, 77-87 Pages.
<https://doi.org/10.13128/CCSELAP-19999>
3. Broome, K. (2018, February 14). *Who Invented School? | Science Trends*.
<https://sciencetrends.com/invented-school-created-standardized-education/>
4. Carlson, S. (1998). *Pedagogy Applied to Nonformal Education*.
https://www.researchgate.net/publication/242495251_Pedagogy_Applied_to_Nonformal_Education
5. Dib, C. Z. (1988). Formal, non-formal and informal education: Concepts/applicability. *AIP Conference Proceedings*, 173, 300–315.
<https://doi.org/10.1063/1.37526>
6. Formal And Non Formal Education Education Essay. (2015). UKEssays.Com.

<https://www.ukessays.com/essays/education/formal-and-non-formal-education-education-essay.php>

7. Huston, M. (2008). *A Brief History of Education*. Psychology Today.
<http://www.psychologytoday.com/blog/freedom-learn/200808/brief-history-education>
8. Kurtz-Costes, B. (2001). Families as Educational Settings. In N. J. Smelser & P. B. Baltes (Eds.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 5275–5279). Pergamon. <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/02373-1>
9. Ng, H. H. (2018). Towards a synthesis of formal, non-formal and informal pedagogies in popular music learning. *Research Studies in Music Education*, 42(1), 56–76. <https://doi.org/10.1177/1321103X18774345>
10. Spiteri, M. (2016, August 18). The benefits of non-formal learning [Text]. EPALE - European Commission. <https://epale.ec.europa.eu/en/blog/benefits-non-formal-learning>
11. Types of Education: Formal, Informal & Non-formal. (2019, February 5). ExamPlanning. <https://examplanning.com/types-education-formal-informal-non-formal/>
12. Vicente, A. (1982). Crucial elements for nonformal and formal educational planning in developing countries. 235.
13. What Is Formal Education? (2019, December 15). Through Education. <https://www.througheducation.com/everything-you-need-to-know-about-formal-education>
14. What is Formal Learning? - Online Learning Glossary. (2016, August 30). Growth Engineering. <https://www.growthengineering.co.uk/what-is-formal-learning/>

Kapitel 3

1. Birdwell, J., Scott, R., and Koninckx, D. (2015). *Learning by doing*. London: Demos
2. Boy, G. A. (2013). *From STEM to STEAM: Toward a Human-Centered Education*,

Creativity & Learning Thinking, In: European Conference on Cognitive Ergonomics (ECCE 2013), Université Toulouse le Mirail, France.

3. Churchill, D. (2003). Effective design principles for activity-based learning: The crucial role of "learning objectives" in science and engineering education. Singapore: Nanyang Technological University's National Institute of Education.
4. Haury, D., & Rillero, P. (1994). What are the benefits of hands-on learning? How do I justify a hands-on approach? In *Perspectives of hands-on science teaching* (chap. 2). Retrieved from ncrel.org/sdrs/areas/issues/content/contareas/science/eric/eric-2.htm
5. Learning by doing. (2021, April 22). United Federation of Teachers. <https://www.uft.org/news/feature-stories/awards-honors/learning-doing>
6. Sweller, J. (2016). Working memory, long-term memory and instructional design. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5, 360–367.

Kapitel 4

1. Experiential Learning - Teaching Resources'. Accessed 3 June 2021. <https://carleton.ca/edc/teachingresources/high-impact-practices/experiential-learning/>.
2. Ord John, John Dewey and Experiential Learning: Developing the theory of youth work, 2012, [tps://www.youthandpolicy.org/wp-content/uploads/2017/06/ord-yandp108.pdf](https://www.youthandpolicy.org/wp-content/uploads/2017/06/ord-yandp108.pdf).
3. Kisfalvi, Veronika, and David Oliver. 'Creating and Maintaining a Safe Space in Experiential Learning'. *Journal of Management Education* 39, 2015. <https://doi.org/10.1177/1052562915574724>.
4. Kolb, David. 'The Process of Experiential Learning'. In *Experiential Learning: Experience As the Source of Learning and Development*, 313–31, 2000.
5. Loveless, Becton. 'Experiential Learning: The Complete Guide'. Education corner.

Accessed 3 June 2021.

6. Reese, Hayne W. 'The Learning-by-Doing Principle.' Behavioral Development Bulletin 17, no. 1: 1, 2011.
7. Schank, Roger C. What We Learn When We Learn by Doing. (Technical Report No. 60). Northwestern University, Institute for Learning Sciences, 1995.
8. Voukelatou, G. The Contribution of Experiential Learning to the Development of Cognitive and Social Skills in Secondary Education: A Case Study. Educ. Sci, 9, 127, 2019. <https://doi.org/10.3390/educsci9020127>.
9. Williams, Morgan K. 'John Dewey in the 21st Century', 12. 2017.
10. Bates, A. W. Tony. '3.6 Experiential Learning: Learning by Doing (2)'. In Teaching in a Digital Age. Tony Bates Associates Ltd, 2015.
11. Cormany, Dan, and Andrew Hale Feinstein. 'Implementation of Effective Experiential Learning Environments'. Developments in Business Simulation and Experiential Learning: Proceedings of the Annual ABSEL Conference 35, 2008. <https://journals.tdl.org/absel/index.php/absel/article/view/386>.
12. Roger C. Schank, What we learn when we learn by doing, Institute of the Learning Sciences Northwestern University, 1995, http://cogprints.org/637/1/LearnbyDoing_Schank.html.
13. Hayne W. Reese, The Learning by Doing Principle, 2011, <https://doi.org/10.1037/h0100597>.
14. Morgan K. Williams, John Dewey in the 21st Century, 2017, <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1158258.pdf>.
15. Teaching in a Digital Age, Chapter 3, Open Text Bc, (n.d.) <https://opentextbc.ca/teachinginadigitalage/chapter/4-4-models-for-teaching-by-doing/>.
16. Becton Loveless, Experiential Learning: The Complete Guide, Education Corner, (n.d.), <https://www.educationcorner.com/experiential-learning-guide.html>.

Kapitel 5

Del 5.1.1

1. Af Anne Katrine Gjerløff, Løgn og Levn – arkæologi og det historiske kildebegreb, 1999,
<http://www.archaeology.dk/upl/13338/AF12.AnneKatrineGjerlff.pdf>
2. Paludan Helge, Historien bliver videnskab, (n.d.),
[https://denstoredanske.lex.dk/historie_\(Historien_blicher_videnskab\)](https://denstoredanske.lex.dk/historie_(Historien_blicher_videnskab))
3. Pietas, Jen and Poulsen, Jens Aage: History Editors pp.30-33
4. Pietas, Jens and Poulsen, Jens Aage: History Editor, Hans Reitzels Forlag 2019,
pages 40-42
5. Pietas, Jens and Poulsen, Jens Aage: History Editors 11-30.
6. Pietas, Jens and Poulsen, Jens aage: History editors p.
7. Tacitus, Publius Cornelius: "Germanina," commented and translated by Allan S.
Lund, Wormianum, 2016

Del 5.1.2.

1. Cohen, Daniel J. and Roy Rosenzweig. (2005) *Digital History: A Guide to Gathering, Preserving, and Presenting the Past on the Web*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
2. Galgano, M. J., Arndt, J. C., & Hyser, R. M. (2008). *Doing history: Research and writing in the digital age*. Boston, MA: Thomson Wadsworth.
3. Fallows James, *The 50 Greatest Breakthroughs Since the Wheel, The Atlantic*, 2013, <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2013/11/innovations-list/309536/>
4. Haber Process, Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Haber_process
5. DiscoverTec, *The Evolution of Technology: Past, Present and Future*
<https://www.discovertec.com/blog/evolution-of-technology>
6. Rotherbeng Gritz Jennie, *Ranting Against Cant*, *The Atlantic*,
<https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2013/11/innovations-list/3095>

Del 5.1.3.

1. Cantrell, S. (2015). Science, technology, engineering, art and mathematics: key elements in the evolution of contemporary art. George Mason University, Fairfax.
2. Chorobate <https://en.wikipedia.org/wiki/Chorobates>
3. Dioptra of Heron <https://en.wikipedia.org/wiki/Dioptra>
4. Elepoli <https://it.wikipedia.org/wiki/Elepoli>
5. Gastraphetes <https://en.wikipedia.org/wiki/Gastraphetes>
6. Heron's steam turbine <https://en.wikipedia.org/wiki/Aeolipile>
7. Mesolabio <https://second.wiki/wiki/mesolabio>
8. Odometer <https://en.wikipedia.org/wiki/Odometer>
9. Onager [https://en.wikipedia.org/wiki/Onager_\(weapon\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Onager_(weapon))
10. Rossi, C., Russo, F., & Russo, F. (2009). *Ancient Engineers' inventions: Precursors of the present*. Dordrecht: Springer.
11. Surveyor Cross <https://amhistory.si.edu/surveying/type.cfm?typeid=6>
12. The flamethrower of Boeotia <http://kotsanas.com/gb/exh.php?exhibit=140100>
13. The mechanism of Antikythera
https://en.wikipedia.org/wiki/Antikythera_mechanism
14. Wikander, Örjan (1985), Archaeological Evidence for Early Water-Mills. An Interim Report, History of Technology

Del 5.1.4.

1. Boyer, C. B., & Merzbach, U. C. (2011). A History of Mathematics. Wiley
2. Folkerts, Menso, Gray, Jeremy John, Fraser, Craig G., Knorr, Wilbur R. and Berggren, John L.. (2021) "mathematics". *Encyclopedia Britannica*, 9 Nov. 2020, <https://www.britannica.com/science/mathematics>.
3. Mathigon. (n.d.). Timeline of Mathematics –. <https://mathigon.org/timeline>
4. Struik, D., J. (1987). A Concise History of Mathematics: Fourth Revised Edition (Dover Books on Mathematics), Dover Publications

Kapitel 6

1. EuroClio – Inspiring History and Citizenship Educators,(n.d.)
<https://euroclio.eu/wp-content/uploads/2016/02/Analysis-Report-of-Existing-Resources-and-Recommendations.pdf>
2. BrightHub Education. (2010, March 21). A history of improvement and inclusion in special education. <https://www.brighthubeducation.com/special-ed-inclusion-strategies/66803-brief-legal-history-of-inclusion-in-special-education/#:~:text=Inclusion%3A%20Another%20Way%20to%20Educate,separate%20classes%20remain%20the%20norm>
3. EcomXSEO. (2020, March 20). *Multisensory teaching reaches all types of learners*. Good Sensory Learning.
<https://goodsensorylearning.com/blogs/news/multisensory-learners>
4. EDA - European Dyslexia Association. (n.d.). *What is dyslexia ?* European Dyslexia Association – Umbrella organisation for Dyslexia organisations in Europe.
<https://eda-info.eu/what-is-dyslexia/>
5. Erin E. Peters-Burton, Sharon J. Lynch, Tara S. Behrend & Barbara B. Means. (2014, January 10). *Inclusive STEM high school design: 10 critical components*. Taylor & Francis.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00405841.2014.862125>
6. INSERM. (2019, October 24). *Troubles spécifiques des apprentissages*. Inserm - La science pour la santé. <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/troubles-specifiques-apprentissages>
7. Jennifer Gnagey, Stéphane Lavertu. (2016, May 26). *The impact of inclusive STEM high schools on student achievement*. SAGE Journals.
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2332858416650870>
8. Kara Wyman (MEd). (2020, March 4). *Inclusive teaching strategies for STEAM projects*. ResilientEducator.com. <https://resilienteducator.com/classroom->

[resources/steam-projects-inclusive-teaching/](#)

9. L'APEDA. (n.d.). *Les différents Troubles*. APEDA Belgique | Association belge de Parents et Professionnels pour les Enfants en Difficulté d'Apprentissage.
<https://www.apeda.be/comprendre-troubles-dys/les-differents-troubles/>
10. LaForce, M., Noble, E., King, H. et al. (2016, March 21). The eight essential elements of inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM Education*. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0054-z>
11. Lilla Dale McManis (PhD). (2020, September 2). *Inclusive education: Definition, examples, and classroom strategies*. [ResilientEducator.com](https://resilienteducator.com/classroom-resources/inclusive-education/).
<https://resilienteducator.com/classroom-resources/inclusive-education/>
12. Michael Bates. (n.d.). Multisensory learning and teaching for dyslexic students. *Dyslexia Reading Well*. <https://www.dyslexia-reading-well.com/multisensory-learning.html>
13. National Heritage Science Forum. (2021, March 11). Increasing engagement with heritage science at school age, heritage science, fact not fiction.
<https://nationalheritagescienceforum.wordpress.com/2021/03/12/increasing-engagement-with-heritage-science-at-school-age/>
14. Ralph P Ferretti, Charles MacArthur. (2001, February). *Teaching for historical understanding in inclusive classrooms*. ResearchGate.
https://www.researchgate.net/publication/258166501_Teaching_for_Historical_Understanding_in_Inclusive_Classrooms
15. Ren Hullender (PhD), Holly Hoffman (PhD), Julie Cunningham (MA). (2016, March). *STEAM: Creating an Environment of Inclusion and Innovation*. Campus Compact for Michigan – Educating Citizens. Building Communities.
<https://micampuscompact.org/wp-content/uploads/large/sites/34/2017/06/CMU-STEAM-White-Paper-March-2016.pdf>
16. UDL Guidelines Cast. (2018, August 31). *Universal Design for Learning*

Guidelines. UDL: The UDL Guidelines. <https://udlguidelines.cast.org/>

17. Yeo, D. (2008). *Dyslexia, dyspraxia and mathematics*. John Wiley & Sons.

Kapitel 7

1. Ejbye-Ernst, N, (2012) Pædagogers formidling af naturen i naturbørnehaver. Emdrup: Ph.d.afhandling. Danmarks Pædagogiske Universitetsskole.
2. Fagerstam, E. (2014). high school teachers' experience of the educational potential of outdoor teaching and learning. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, Fiskum, T. A., & Jacobsen, K. (2013). Outdoor education gives fewer demand
3. Grahn, P.m.fl (1997) Ute på dagis. Stadt og land nr. 145. Movium og institut för landskapsplanering, Sveriges Lantbruksuniversitet Alnap 1997.
4. Herholdt, L.(2005). Teaching Danish around the teacher's desk and underneath the trees canopies. Copenhagen:
5. <http://innovationsteam.weebly.com/>
6. Jolly Anne, Museum Tusculum's Forlag and Department of Exercise and Sport Sciences
7. Jordet, Arne (2007). Nærmiljøet som klasserum. En undersøgelse om uteskolens didaktikk i et dannelsesteoretisk og erfaringspedagogisk perspektiv (Local community as a classroom) Doctoral Diss.University of Oslo.
8. Jordet, Arne (2010). Klasserommet utenfor-tilpasset opplæring opplæring i et utvidet læringsrom. Cappelens Forlag Louise Klinge: Relational Competence/interpersonal knowledge
9. Lego education, Looking for a way to provide home learning activities for children of all ages?, <https://education.lego.com/en-gb/homeschool#tips-and-ideas>
10. Les scolaires et les groupes d'enfants des nouvelles formules pour 2021, Guedelon, 2021, <https://www.guedelon.fr/en/les-scolaires-et-les-groupes-d-enfants>

11. Louritsen Helle, Ny kandidatuddannelse til naturfagslærere,
<https://www.uvm.dk/statistik/grundskolen/elever/elevtal-i-grundskolen>
12. Middelalder Center, 2020, <https://middelaldercentret.dk/wp-content/uploads/2020/05/Middealdercentret-Complete-Magazine-PROD-for-printing-final-II.pdf>
13. Relational Competence/interpersonal knowledge and social skills.
Characteristics, Conditions and Perspectives (Lærerens Relations Kompetence-
Kendetegn, Betingelser og Perspektiver) Dafolo 2019.
14. STEM vs. STEAM: Do the Arts Belong? 2014, edweek.org

*The definition of "Udeskole" is commonly accepted as an official definition. To Be
"An advisor of Udeskole" is a course created by The University of Copenhagen,
Denmark.