

Taksonomier og radikale paradigmeskift

Nye tilgange til STEM-læring gennem kunst og leg

Emanuela Marchetti, Associate Professor, IMADA
FNUG and Leader of USE satellite center, SDU
emanuela@imada.sdu.dk



Lidt om mig selv

- KA – Arkæologi og Oldtidens sprog – Universitet i Torino – Speciale Aarhus University om Vikingetidens bosættelse
- KA - IT Product Design – SDU Mads Clausen Institute Sønderborg – Speciale – Intern på Philips Research – om digitale brætspil for familier
- PhD- Design af interactive installationer på museet - Aalborg University - Ribes Vikinger
- Adjunkt UCL-EAL Multimediedesign – BA WebUdvikling
- Lektor på DMU 2025 -> FNUG – IMADA fra 2025- SDU
- Gæstkunstner på Spinderihallerne – Vejle – Taxonomies udstilling – nye på vej 😊



Præmis

- **STEM-fagene**, særligt **matematik**, opfattes stadigvis som **udfordrende og skræmmende** af mest elever - Mange elever vælger deres videregående uddannelse ift **undgå matematik**
- Samme udfordringer efter mange års uddannelsesforskning i STEM læring:
 1. at lære store mængder viden udenad,
 2. at anvende denne viden i problemløsningsprocesser
- Forskningsudfordringer:
 - Hvordan skaber vi mening for undervisere og elever i STEM?
 - Hvordan formulere vi relevante problemstillinger for skoler, set som økologier for elever og undervisere?

Indhold for idag

- Fokus – Hvordan støtter vi STEM læring?
- Taxonomies – Introduktion til case

Vision

- **At Genoplive Renaissance** – Kunst-Skabelse som bro i mellem kunst og naturfag - at forstå, konkretisere og anvende formel viden og styrke problemløsningsprocesser.
- **Participatorisk Abduktion** – at bygge bro i mellem forsknings og undervisning - undervisere og forskere som samarbejdspartnere

Fokus – Hvordan støtter man læring?

3 Typiske trends i STEM læring:

1. At reducere formel syntaks til **mekaniske trin** og fjerne semantics - **monumentalisation** – matematik uden problemløsning - Cabrero and Winsløw 2023
 - Scratch - Kafai et al 2010 - block kodning som **knowledge in the world**, men mærkelig agent-baseret, parallelt programmering paradigm og ingen data structures
 - Gamification – overfladisk motivation over ægte læring – Deterding et al 2011
2. At reducere formel syntax og semantics til overfladiske **narrativer eller gamificeret aktiviteter**
 - Rekonceptualisering af algebra - **deparametrization** Cabrero and Winsløw 2023,
 - **Utilitaristisk** tilgang til Digitalforståelse og reduktion af formel viden til den sociale – Wing 2006, Kafai et al. > det vil ikke styrke elever i STEM

Fokus – Hvordan støtter man læring?

3. Den **teknologisk hype trend**

- AR/VR – en hype som altid er næsten der og vil “transformere uddannelsen!” Horvat 2018
<https://iscresearch.com/vr-and-ar-transforming-education/>
- AI og Analytisk – automatisk (selv-) evaluering som bedre:
 - Tids optimering for undervisere i planlægning og evaluering
 - Objektivitet i evaluering - ift. undervisere - Kritik om underviserens rolle
 - Personalisering af læringsforløb
 - Indholds generering
 - Hvor korrekt og klar til brug er AI-genereret materiale?
 - Hvor meget genarbejde vil det være brug for?

Den **revolutionerende tilgang** - Hver ny teknologi medbringer radikale innovative visioner – men hvor mange dukker op til at blive?

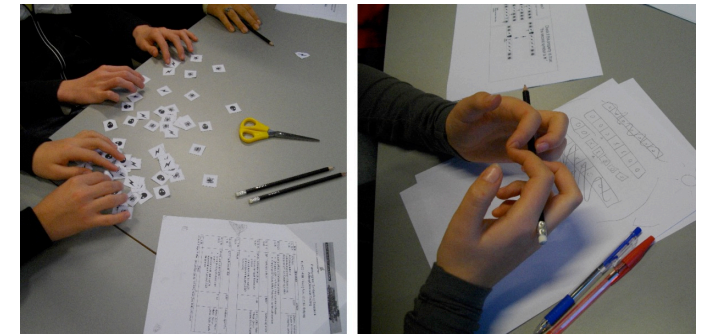
Min forskning

Kunst/Design/Leg som mening dannelse - Samarbejde med undervisere målrettet:

- **Scaffolding** og fælles forståelse af abstrakte begreber og problem-løsning
- Fordeling af **problem-løsning** i små trin – genkontekstualiseret gennem leg og skabelse
- **Meta-niveau tænkning** – refleksion og gentagelse
- **Tværfaglighed** – se fag i kontekst til rigere problem-løsning > STEM/STEAM

Paper Turing Machines - Valente and Marchetti 2011

Sandwich Robots - Marchetti, E., Valente, A. & Dohn, N. B., 2022, 2023, Valente and Marchetti, 2022



Taxonomies – Botanisk kunst som naturfag

Samarbejde imellem SDU Emanuela Marchetti IMADA og Andrea Valente DMU
<https://portal.findresearcher.sdu.dk/da/persons/aval>

og Spinderihallerne i Vejle, Biotechlab – Fablab – ledet af Shanice Marie Otersen – baggrund i Fashion Design og Design for the planet Kolding Designskole

Marchetti, Valente, Otersen - HCII & LTLE 2025



Taxonomies – Botanisk kunst som naturfag

Botanisk kunst som videnskabelig metode – Neacsu 2023 ,Oxley 2013

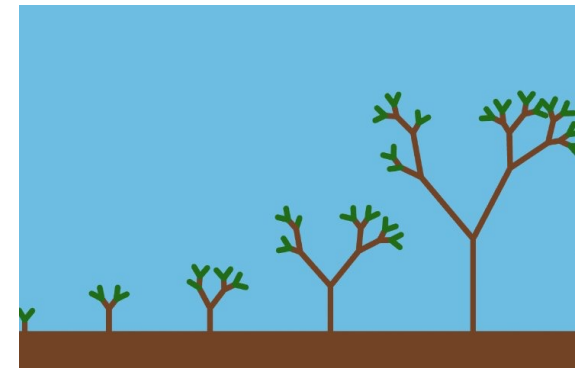
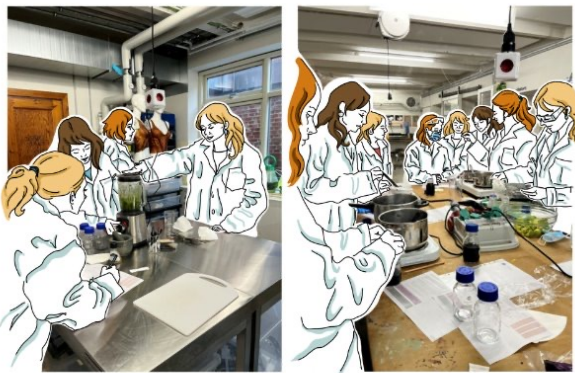
3 workshops sammen med Rosborg Gymnasium med kunststuderende og underviser

Algorithmic Botany – L-Systems – Lindemayer and Prusinkiewicz 1990

Farve skabelse fra planter – kemi/biologi

Tegning – som undersøgelse

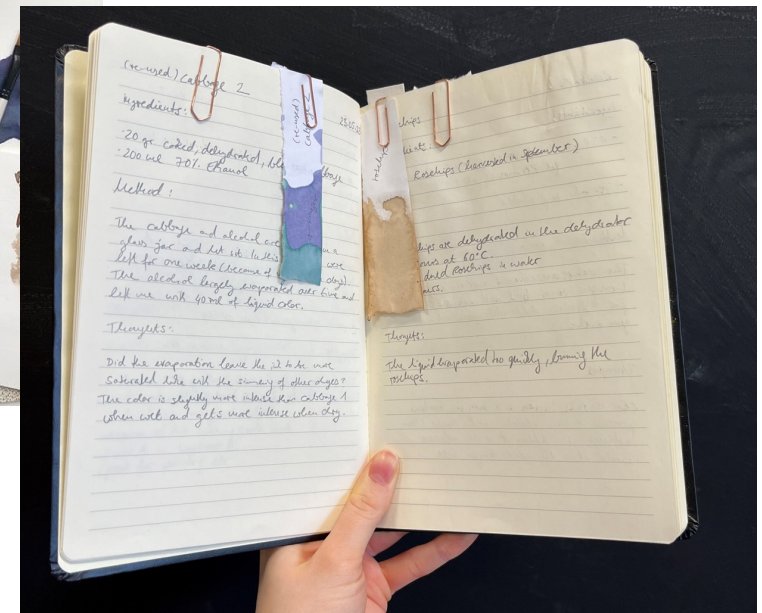
Kodning - procedural art



Taxonomies –art, biology, and chemistry

1. Farver skabelse-eksperimenterende og lab hands-on praksis
2. Dokumentering af farver "opskrifter" - lab dagbog praksis > materialer og resulterende farver, datoer, kogningstid...
3. Refleksion – Materiale komposition, farve kemi og biologi, farve opfattelse

Ledet af Shanice Marie Otersen
fra Biotechlab Spinderihallerne





Taxonomies – Botanisk kunst som naturfag

Botanisk kunst som videnskabelig metode

1. **Data Indsamling** – at plukke og udvælge planter
2. **Tegning som observation og analyse** af planter
3. **Formidling** - visuel dokumentering af naturen



Taxonomies – Botanisk kunst som naturfag

”Drawing is ultimately a method to “interrogate” forms and structures of natural organisms”
Anderson-Tempini 2017

- Realismen som autenticitet
 - At zoome ind og ud,
 - Forstørrelse af detaljer.
 - Vinkel skiftning,
 - Illustrere udvikling gennem tiden
 - Æstetisk engagement med viden og mening

Ernst Haeckel – 1834-1919 - Kunstformer der Natur
- 1904





Taxonomies – Botanisk kunst som naturfag

L- Systems – Fra Analogue til digital kodning

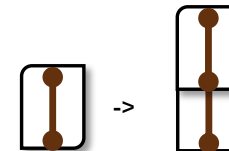
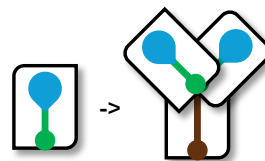
- En **spire** kort,  whose symbol can be **X**
- En **stemme** kort,  whose symbol can be **F**

Vi har også brug for en serie regler for at erstatte (AKA genskrive) kortet for at simulere plantensudvikling:

start med X

X *-becomes-* F[+X][-X]

F *-becomes-* FF



<https://learninggames.sdu.dk/taxonomies/index.html>

Taxonomies – Botanisk kunst som naturfag

Algorithmic plants

Start from: X

F>FF
X>F[-X][+X]

↓

↑

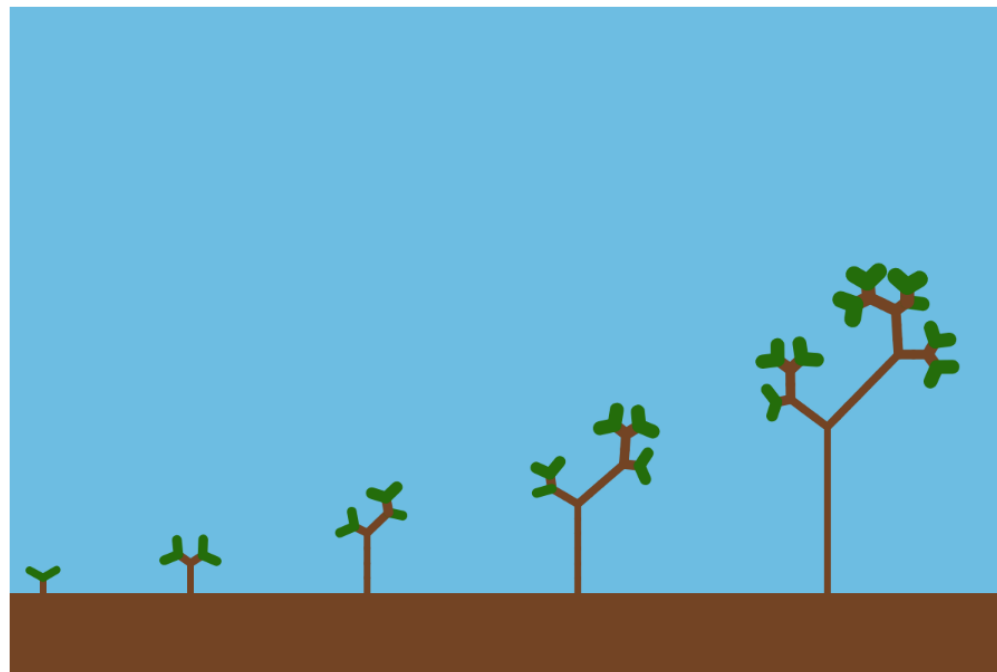
Forward 8 ☒ Crazy

Angle 54

Branch Thickness 4

Branch Scaling 1.2

☐ Demo Mode?



save snapshot

[More examples](#)

https://learninggames.sdu.dk/taxonomies/L_Systems_Simulator.html

Taxonomies – Botanisk kunst som naturfag



1st iteration – samarbejde med kunst undervisere fra Rosborg Gymnasium

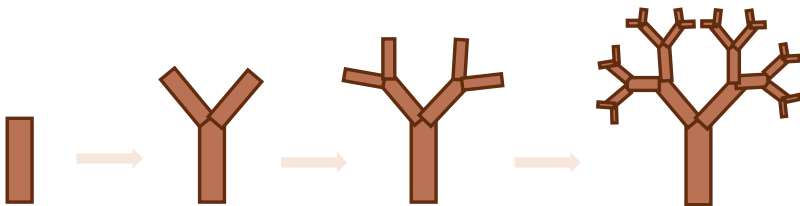
2nd iteration - kemi/biologi underviser kome med, hun er selv kunstner og laver glasskunst – introduktion af kemi og fysik af farver, polyphenoler, påvirkning af PH og dehydration på pigmentet

Elever

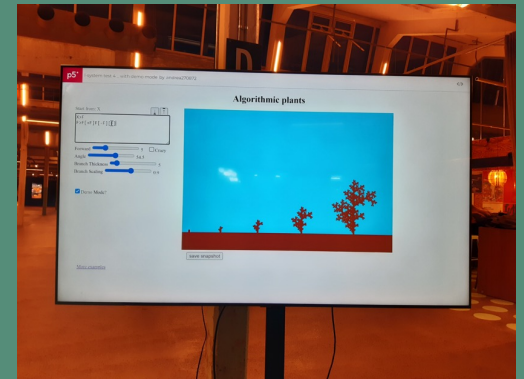
”Det var var spændende at lave farvene også... mere organisk!”

”Det var meget anderledes af det vi gør, men det var spændende!”

”Jeg kunne ikke forestille mig at man kunne gøre det... med kodning!”



Taxonomies - Udstilling



Experimentelle malerier

Elevernes malerier

Farver for L-System simulator

At genoplive Renaissance

Teoretisk ramme for at gentænke forhold I mellem **kunst og naturfag** som komplementære **epistemiske praksisser** inspireret af æstetisk fascination med naturens skønhed gennem

- **Søgning af empiriske viden** – projektarbejder, observationer og eksperimenter målrettet skabele af kunstneriske artefakter
 - Lab/Maker Space / Art Studio
- **Teoretisk viden** – læsning af tekster, undervisning og projektarbejde, artikler og online ressourcer for at nå teoretiske begreber og metoder
- **Dokumentation af viden og resultater** – udstilling og fremlæggelse omkring skabte artefakter, abstrakt anvendt viden, processer



Beauty of Nature



Sciences



Art

At genoplive Renaissance

Æstetisk engagement med STEM – at kenne natur til at skabe

Historisk perspektivering – Naturforskere var også kunstnere
og kunstnere var også naturforskere

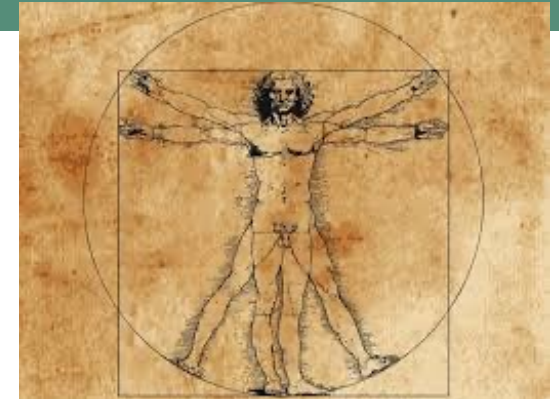
Leonardo 1452- 1519 – han tegnede for at undersøge
menneskelig anatomi, nature og landskaber, opfattelse

Leon Battista Alberti 1404-1472 – kunstner, digter, arkitekt –
opfundet perspektiv tegning

Rembrandt 1606-1669 - bankrupt for at holde en stor
Wunderkammer

Kan vi dele kunstner fra naturforsker?

Brock - <https://medium.com/dr-jon-brock/the-common-sense-of-science-c463af768296>



Sublim - kunst og natur

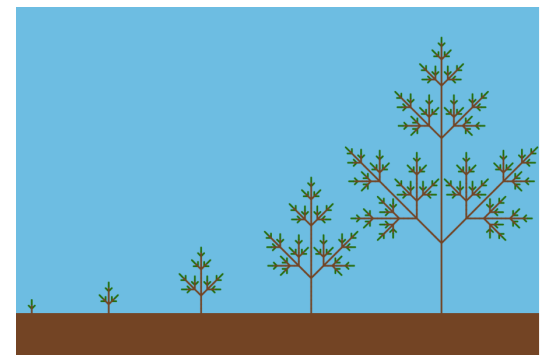
- En overvældende æstetisk oplevelse inspireret af storhed og skønhed af naturen eller af unikke kunstværker
- Koncept fra den romerske tid – Longinus anvendte sublimen for at beskrive velformuleret skrifteligt sprog til digter
- Begrebet blev populært i Romantismen

<https://www.rep.routledge.com/articles/thematic/sublime-the/v-1>



Sublim - med kunst og natur

- **Hvordan fanger vi sublim når vi lærer STEM?**
- STEM handler om at kende nature: fysik, biologi, kemi, matematik, komputation
- Galileo - “Matematik er det sprog, som Gud har brugt til beskrivelse af universet.”
- Hvordan arbejder vi med det og formidle det til andre?
- Hvordan fanger vi den matematisk eller algoritmisk skønhed af verden omkring os?



Vision – Participatorisk Epistemologi

- Hvordan skaber vi mening for STEM fagene?
- Hvordan kommer vi til en virkelighed hvor elever vælger deres fremtid uddannelse ikke ud af hade for matematik?

Participatorisk Abduktion

- Fokus på den lokale virkelighed og ikke kun på internationale forskning
- Forskere og undervisere formulere sammen relevante problemstillinger
 - Citizen Science perspektivering – undervisere som co-researchers – Voland et al 2021, Bonney et al 2016
 - Participatorisk Design tilgang – Svabo et al 2025, Simonsen, Svabo et al 2014

Vision – Participatorisk Epistemologi

- **Amerikanske – Anglo-Saksisk bias** – forskellige studier hypergeneraliserer om: specifikke uddannelsesystemer, terminologien tager andre meninger, sociale faktorer...
- **Hypertraditionalismen** - Beskrivelse af skoler som traditionelle institutioner som ikke ægte findes mere – der skal sælges nyheden
- **Akademia som selv spejl** – begrundelse om andre forskere og ikke altid om den lokale samfund
- **Teknologi hype // Teknologi brug** – makro visioner styrter mod daglige udfordringer:

”we are already seeing in our research how many teachers tend to make considerable efforts to assess, alter, amend and sometimes completely rework the outputs that GenAI tools provide them so that they better ‘fit’ with particular students, classrooms and school-settings.”

https://criticaledtech.com/2025/03/20/more-work-for-teacher-the-ironies-of-genai-as-a-labour-saving-technology/?fbclid=IwY2xjawJOMHRleHRuA2FlbQlxMQABHeWzGT1ha540jdvW64m63lej32LHw_FexRu0bCMIhv7gQYWAtdgC_CU_31g_aem_CGjFrVdf6n11tAxRXbRRsA

Resnicks vision til fremtid med AI:

“...to develop (children) as creative, curious, caring, collaborative learners.” - “abilities to think creatively, engage empathetically, and work collaboratively”

“today’s children will face **a stream of uncertain, unknown, and unpredictable challenges** throughout their lives, and the proliferation of new AI technologies will further accelerate the changes and disruptions.” > AI technologies are leading more people to recognize the **need for fundamental changes** in our approaches to education and learning.

“Too often ... focus on “close-ended” problems, and undervalue human connection and community.”

“use generative AI technologies to support a more project-based, interest-driven, human-centered, collaborative approach to learning, enabling learners to develop the motivation, creativity, and curiosity that they will need to thrive in today’s complex, fast-changing world.”

<https://mres.medium.com/ai-and-creative-learning-concerns-opportunities-and-choices-63b27f16d4d0>

Vision – Participatorisk Epistemologi

Resnick – Brug for fundamentale ændringer – hvordan og hvor meget?

Den danske skole er allerede bedre end det

- **Gruppe arbejde** har allerede som mål at udvikle kreativitet og empati gennem fælles åben problem-løsning aktiviteter > **episk dimension** – elever sammen løser komplekse udfordringer og bliver venner gennem deres forsøg
- **Studerende og fremtid udfordringer** – men er det ikke altid sådan? 80'erne – brug af computeren og engelsk, 90'erne – Internet – første version af Google translate
- **Undervisere** - vigtig aktører i unges læring – facilitatorer, vejleder, kreativ, også påvirket af innovation
- **Viden** – tit glemt - unge har også brug for **faglige viden og færdigheder!**
- Lad os dyrke og berige sammen det vi har!

Konklusion

- Fokus - paradigmeskift inden for uddannelsesforskning
- Taxonomies – Introduktion til case

Vision

- Brobygning i mellem forsknings og undervisning - undervisere og forskere
- Kreativitet som bro i mellem kunst og naturfag
- Skabelse som kerne ressource til at forstå, konkretisere og anvende formel viden og styrke problemløsningsprocesser.

Konklusion



Tak for i dag 😊