

Estetiske læringsprosesser i naturfag – Naturvitenskap og kunst

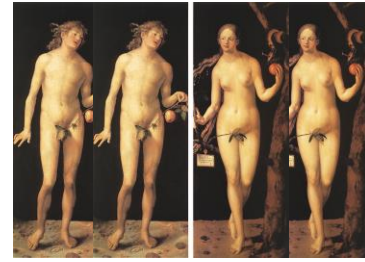
Marianne Ødegaard, Institutt for
lærerutdanning og skoleforskning,
Universitetet i Oslo

DASERA-seminar, Nyborg 4.
november, 2024

marianne.odegaard@ils.uio.no



Concluding remarks



“ There is a likeness between the creative acts of the mind in art and in science. Both a painter and a scientist will be instantly wakened by pleasure by a sense of exploring his own activity, and searching for a hidden likeness. This sense lies at the heart of creation” (Bronowski, 1956).

Kunst og naturvitenskap

1. Kunstnerisk observasjon og hypotesedanning

Hvordan naturvitenskap kan bli inspirert av kunst

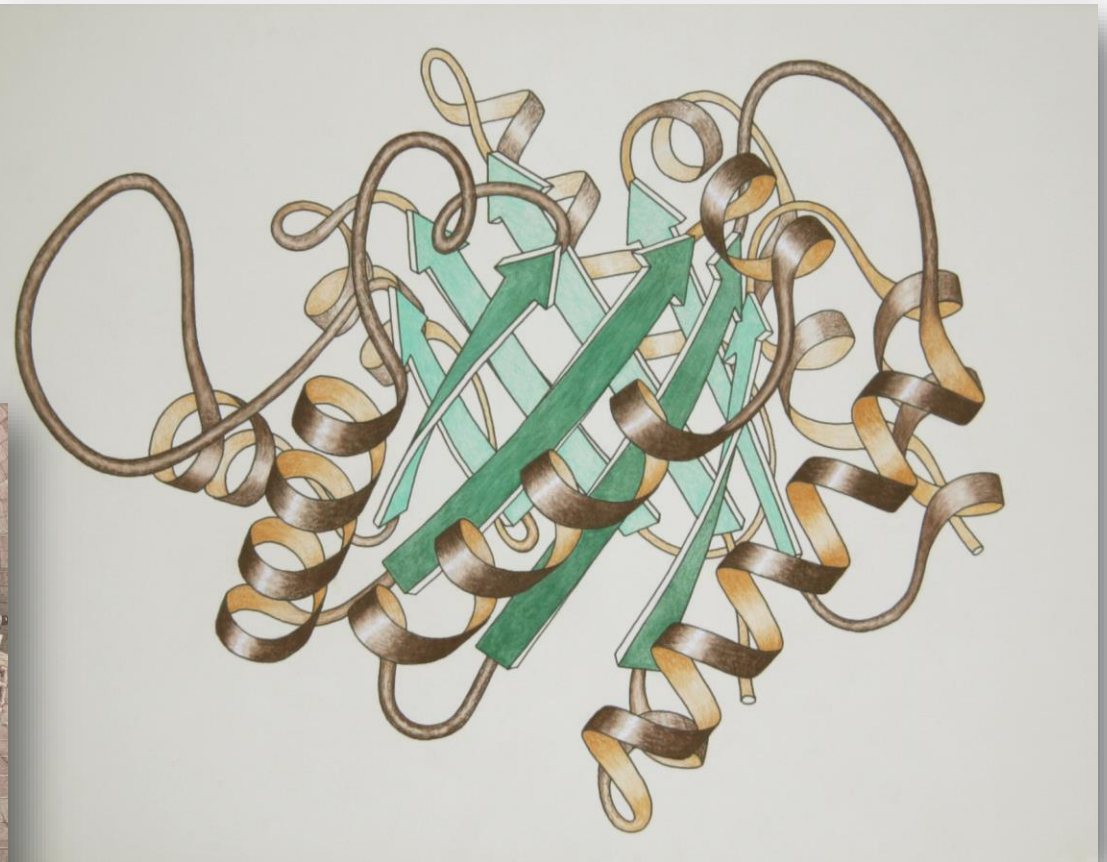


(Van Gogh, 1889)

(Sherman & Andersen, 2023)

Kunst og naturvitenskap

1. Kunstnerisk observasjon og hypotesedanning
2. Modellering og visualisering



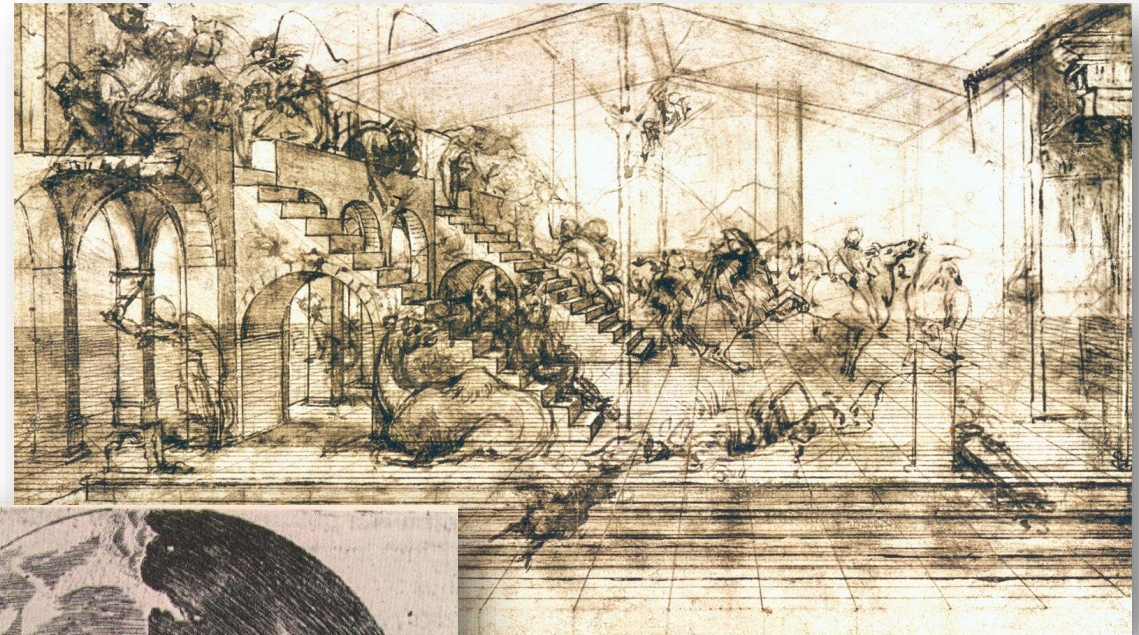
Jane Richardson – protein artist and scientist

Maurits Cornelis Escher

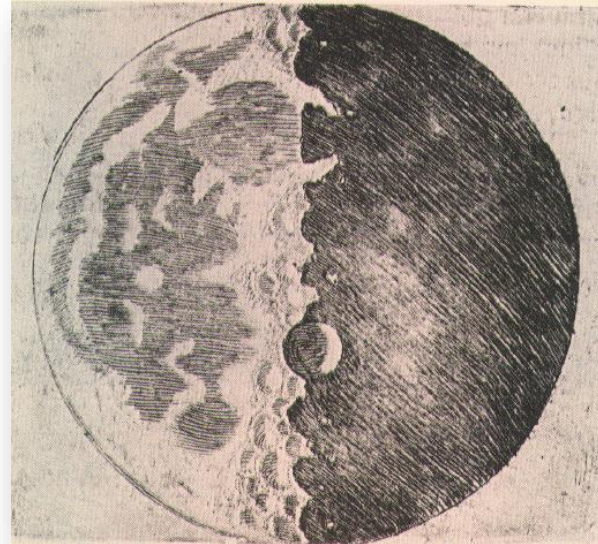
(Sherman & Andersen, 2023)

Kunst og naturvitenskap

1. Kunstnerisk observasjon og hypotesedanning
2. Modellering og visualisering
3. Kunst og konseptuell kunnskap



Leonardo da Vinci (1481)



Galileo (1610)

(Sherman & Andersen, 2023)

Kunst og naturvitenskap

1. Kunstnerisk observasjon og hypotesedanning
2. Modellering og visualisering
3. Kunst og konseptuell kunnskap
4. Kunstfaglige ferdigheter



Maria Sibylla Merian (1647-1717)

(Sherman & Andersen, 2023)

Kunst og naturvitenskap

1. Kunstnerisk observasjon og hypotesedanning
2. Modellering og visualisering
3. Kunst og konseptuell kunnskap
4. Kunstfaglige ferdigheter
5. Kroppsliggjort, fenomenologisk kunnskap og forståelse i kunst



Prisoners – Michelangelo (1530)



Mary Beth Heffernan (2014)
«Social sculptures»

(Sherman & Andersen, 2023)



Aesthetic encounters:

Put your hands on the ice, listen to it, smell it, look at it – and witness the ecological changes our world is undergoing.

Olafur Eliasson (2014)



Science is fascinating, but art can touch something inside us which is hard to describe.

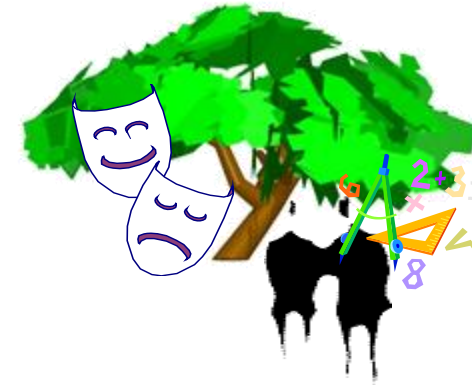
Min bakgrunn

- Lektor i biologi, kjemi, matematikk, drama
- Drama, teater og rollespill
- Min PhD: «The Drama of Science Education»
- Professor i naturfagdidaktikk
- Utforskende naturfag

Marianne Ødegaard, Marit Kjørnsli og Magdalena Kersting (red.)
**TETTERE PÅ NATURFAG
I KLASSEROMMET**
Resultater fra videostudien LISSI



Dramatisk naturfag



		Naturfag		
		Naturvitenskapelige begreper	Naturvitenskapens karakter	Naturvitenskap i samfunnet
Drama	Utforskende drama	Elever lager en dramatisk modell av et nat.vit. begrep		Improvisert plenumsrollespill av en demokratisk beslutningsprosess, hvor elevene utvikler sine egne roller
	Semi-strukturert drama (rollespill)		Improvisert rollespill etter instruksjon fra rollekort som omhandler en nat.vit. prosess	
	Strukturert drama / teater	Læreren dramatiserer et nat.vit. begrep og elevene spiller det		Gjenskape en aktuell begivenhet som involverer nat.vit. som et rollespill

Sofademokrati – eksempel på rollespill

Rollekort, Ektefelle I:

- Du har akkurat kommet hjem fra en konferanse om bærekraftighet og du er veldig opptatt av å overtale ektefellen din til å måle sitt økologiske fotavtrykk – og plante flere trær!



Sofademokrati



Rollekort, Ektefelle II:

- Ektefellen din har akkurat kommet hjem fra en konferanse, og du vil utnytte den gode stemningen til å overtale hen til å kutte ned noen av trærne i hagen så dere får bedre utsikt.

Sofademokrati: Rollespill

Sofademokrati: Rollekort



Ektefelle I:

Du har akkurat kommet hjem fra en konferanse om bærekraftighet og du er veldig opptatt av å overtale ektefellen din til å måle sitt økologiske fotavtrykk – og plante flere trær!

Ektefelle II:

Ektefellen din har akkurat kommet hjem fra en konferanse, og du vil utnytte den gode stemningen til å overtale hen til å kutte ned noen av trærne i hagen så dere får bedre utsikt.



DRAMA OM BÆREKRAFT

Små drama

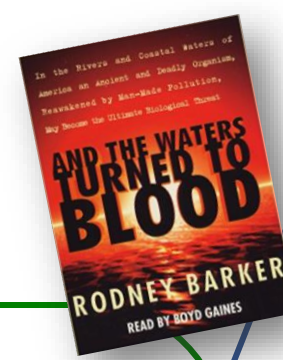
- Personlige rollespill uten publikum
- Utforske **personlige verdier og handlinger**

Mellom drama

- Plenums rollespill, ekspert roller, **samfunnsystem**, alle deltar
- **Forhandle kulturelle verdier**, praktisere å ta beslutninger

Store symbolske drama

- Refleksive skuespill vist til et publikum
- Utforske og forestille seg **meninger, frustrasjoner, undring**



Rollespillet *Rødt vann*. Hva velger familiemedlemmene å gjøre når det blir oppblomstring av giftige alger i elva?

Rollespill av *Oljerettsaken* mellom miljøorganisasjoner og staten om utvinning av olje. Elever simulerer rettssaken.



Oslo 2041. Rollespill om hva Ibsen ville sagt og skrevet om klimaendringene?



Estetiske læringsprosesser

Estetikk er vitenskap om sanselig erkjenning, likeverdig med logisk erkjenning, men annerledes.

Estetiske læringsprosesser er prosesser der læring oppstår gjennom estetiske erfaringer.

(Dewey, 1950; Illeris, 2012; Sæbø, 1998; Vangsnes, 2021)

Baumgarten hadde et holistisk menneskesyn, hvor det emosjonelle også inkluderer det kognitive og forståelse av det aktuelle objektet. Mennesket opplever/erfarer med sanser, følelser og intellekt. (Vangsnes, 2021)



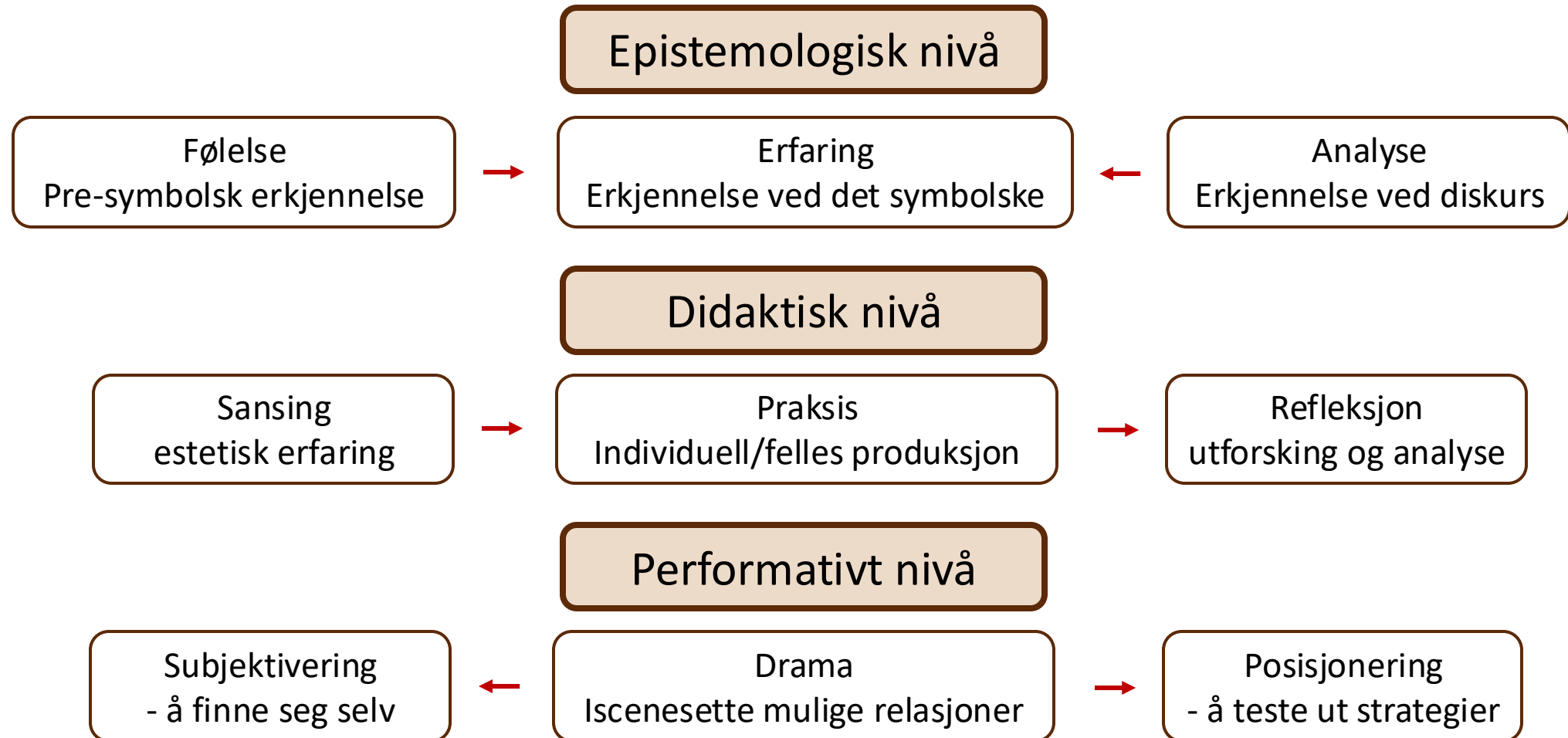
A.G. Baumgarten
grunnlegger av
estetikkens filosofi

Estetiske læringsprosesser i naturfag

- For å inkludere et mangfold av elevidentiteter i naturfagene må vi ikke ignorere estetiske, intuitive og emosjonelle komponenter i naturfaglig kreativitet når vi underviser. (Lemke, 2001)
- “Science can be taught in ways that borrow from aesthetic and artistic pedagogy to tap the power of aesthetic experience”
(p.200, Girod & Wong, 2002/Jakobsen & Wickman, 2008)
- Estetisk erfaring og vurdering er det vi synes er vakkert/stygt, gir oss glede/ubehag, interessant/uinteressant, relevant/irrelevant, morsomt/kjedelig, meningsfylt/meningsløst
(Wickman, 2006; Jakobsen & Wickman, 2008)



Nivåer av estetiske læringsprosesser (Illeris, 2012)



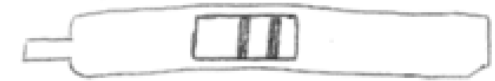
Fagenes estetikk

Naturfag har sin egen estetikk

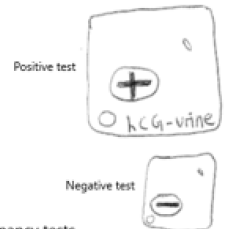
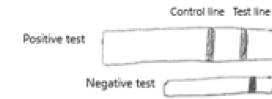
- Skjønnheten i å finne et matematisk uttrykk for et fysisk fenomen
 - Finne mønster i naturen eller eksperimenter
 - Utvikle gode representasjoner for DNA
- Naturfaglig estetikk ikke bare biprodukt påvirker dannning av kunnskap
- Tegning av modeller som redskap for resonnering

(Wickman, 2006)

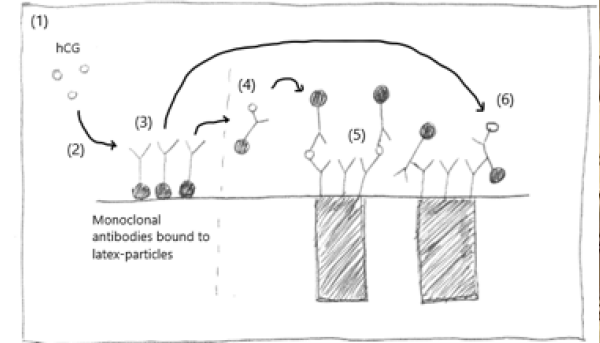
(M.Sjøberg, 2021)



Different pregnancy tests



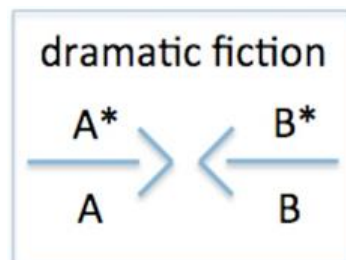
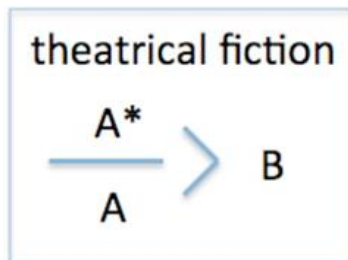
A suggestion for the principle behind the pregnancy tests



Fagenes estetikk

Dramas estetikk

- Ferdigheter, begreper og kunnskap knyttet til teaterfaget (Neelands, 2000)
F.eks.: Scenografi, dramaturgi, libretto
- Iscenesetter, gjør performative handlinger
- Estetiske former: teater, drama, dans, sang, musikk, film, forteljing, poesi...
- Utforsker identiteter
- Estetisk fordobling (Szatkowski, 1985)



Science opera, 2014

Aesthetic knowing i naturvitenskap

(Estetisk innsikt i naturvitenskap?) (Affifi, 2024)

- handler om kvaliteten på relasjoner og sammenheng (gestalt)
- gir innsikt i hvordan ting henger sammen
- melodi vs. sekvens av noter, gjenkjenne ansikter
- ser sammenheng mellom mønstre "pattern that connects"
- viktig for å gjenkjenne friske og truede økologier

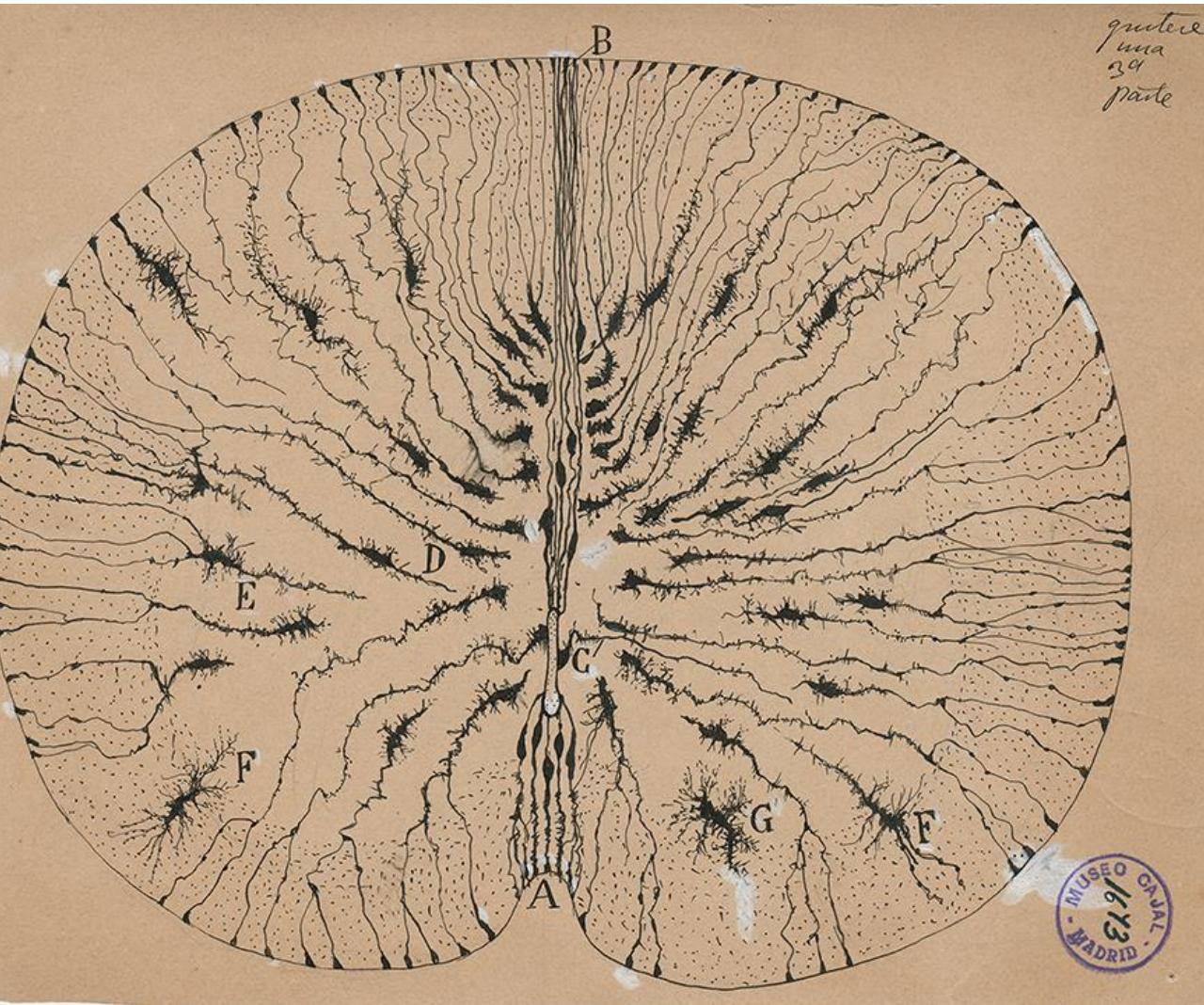


Epistemologisk

Didaktisk nivå

«Art as experience» Dewey (1934)
(Costes-Onishi, 2023)

Estetiske læringsprosesser



Hva er estetiske opplevelser/erfaringer?

Museumsansatte:

- Emosjonell, intellektuell, kommunikativ, sensorisk, (Csikszentmihalyi & Robinson, 1990)

Elever (13-15 år):

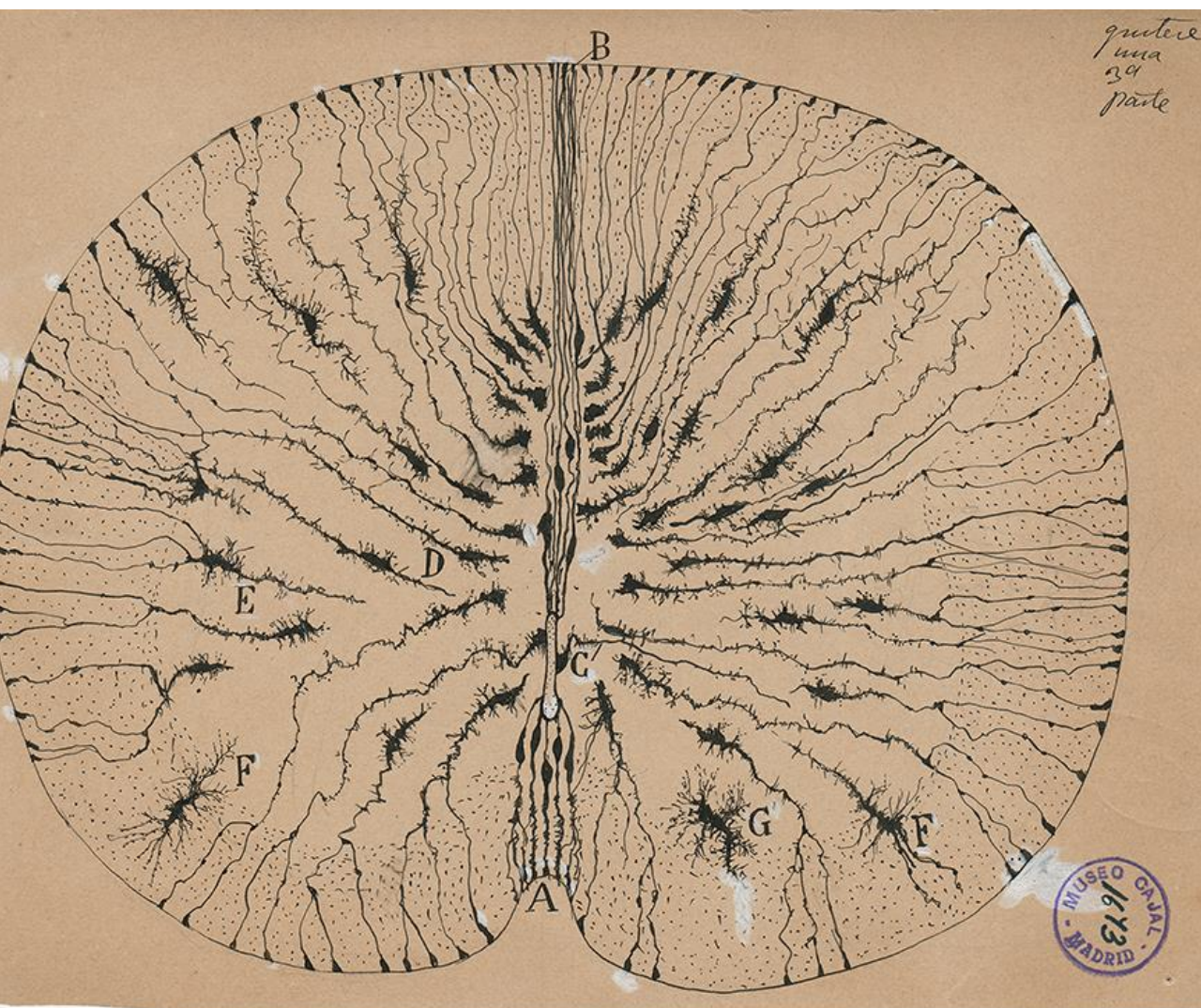
- Kognitiv synergi, emosjonell nærhet (empati), emosjonell distanse, altopplukende tilstand (flytzone), uttrykke inntrykk (expressive persepsjon) (Stamatopoulou, 2004)

Epistemologisk

Didaktisk nivå

Performativt nivå

Estetiske læringsprosesser og rollespill



Analyse av prosessdrama som
estetisk prosess (Vangsnes, 2021)

Dramatiske
handlinger:

å skape
å utøve
å forestille seg
å samhandle
å utforske
å reflektere

Dramatiske formål:

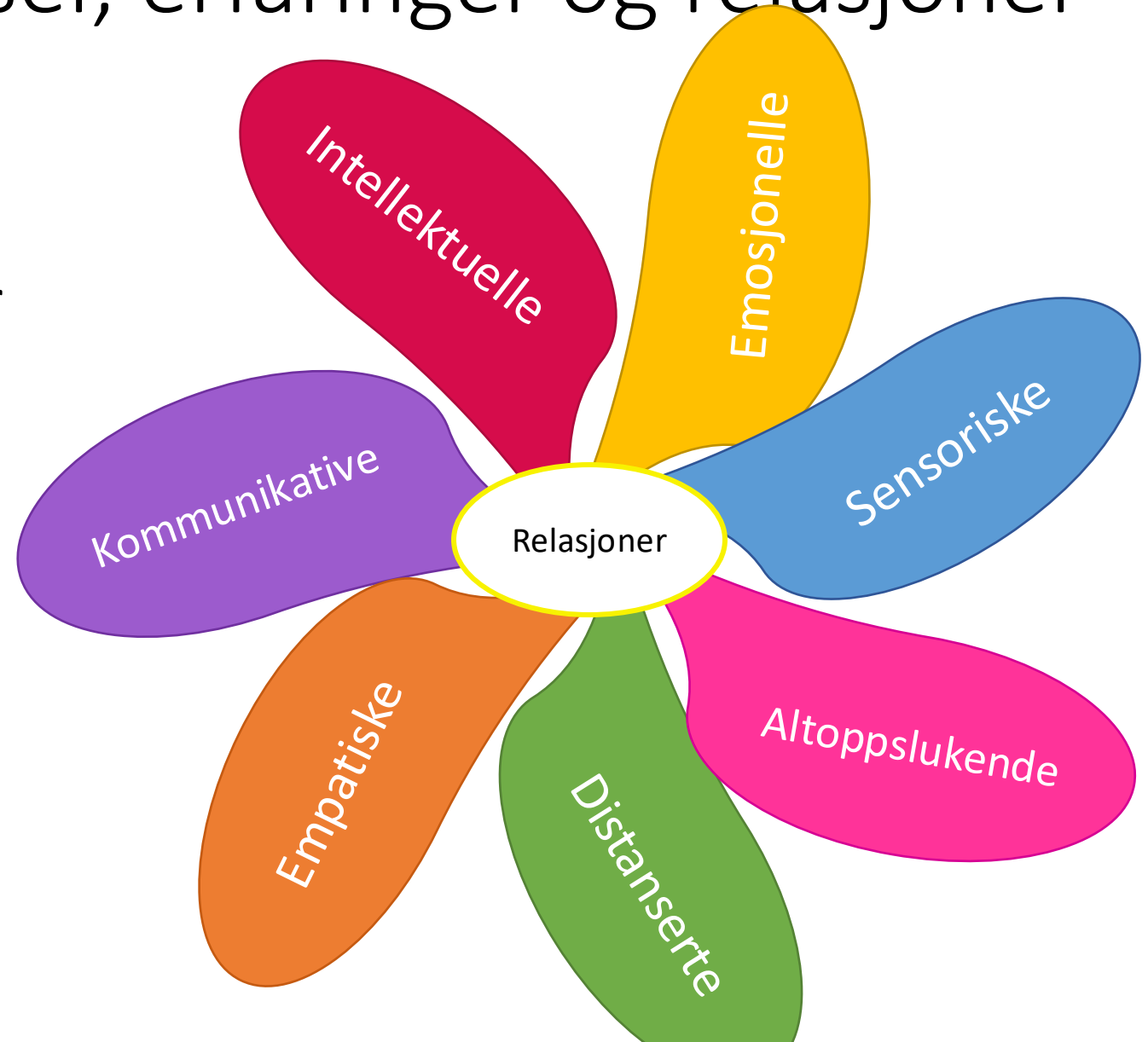
kreativ utforskning
performativ handling
kritisk tenkning gjennom
perspektivskifte
demokratisk medvirkning
kunnskapsutvikling
identitetsdanning

Estetiske opplevelser, erfaringer og relasjoner

Relasjon mellom deltaker, objekt og omgivelser

Verktøykasse for estetiske læringsprosesser

Hvordan legge til rette for slike estetiske opplevelser?



IBSE og estetisk utforsking



Utforsking – komplekst, kreativt og utviklende, krysser intellektuelle og faglige grenser
Estetisk engasjement er grunnleggende relasjonell

Bevege seg omkring

Se hva man har å jobbe med
Se meningen med det man gjør



Rivers and Tides: Andy Goldsworthy (2001)

IBSE og estetisk utforsking

Utforsking – komplekst, kreativt og utviklende, krysser intellektuelle og faglige grenser
Estetisk engasjement er grunnleggende relasjonell



CYBORGS OF THE FJORD

kunstKRAFT.bæreKRAFT

(M.Sjøberg & Knain, 2024)

Bevege seg omkring

Se hva man har å jobbe med
Se meningen med det man gjør

Bevege seg gjennom igjen

Rytme mellom flytsone og refleksjon
i organiske sammenhenger

Bevege seg innenfor

Samle og være åpen for materiale og
skjør balanse mellom natur og å skape

Bevege seg utenfor

Åpen for at spenning, motgang og
uенighet er invitasjon til refleksjon
Øyeblikk av tap blir funn ved refleksjon

IBSE og estetisk utforsking



Utforsking – komplekst, kreativt og utviklende, krysser intellektuelle og faglige grenser
Estetisk engasjement er grunnleggende relasjonell



Linnea
Linnea borealis



Olavsstake
Moneses uniflora

Bevege seg gjennom igjen
Rytme mellom flytsone og refleksjon
i organiske sammenhenger

Bevege seg omkring
Se hva man har å jobbe med
Se meningen med det man gjør

Bevege seg innenfor
Samle og være åpen for materiale og
skjør balanse mellom natur og å skape

Bevege seg utenfor
Åpen for at spenning, motgang og
uенighet er invitasjon til refleksjon
Øyeblikk av tap blir funn ved refleksjon

Performativt nivå

A story from real life...

The Bleeding Water

Rollespillet – Rødt vann

I elvene og kystfarvannet øst i USA, ble en eldgammel og dødelig organisme vekket til live av menneskeskapt forurensning. Kan den bli den ultimate biologiske trusselen...? Dette er basert på en sann historie om dinoflagellaten *Pfiesteria piscicida*, eller «the cell from hell» som den er blitt kalt.

(Dinoflagellater er en type plankton.)

(Barker, 1997)

Pfiesteria Update: An Enduring Debate

Se senere

North Carolina scientist named JoAnne Burkholder



"A harrowing, brisk account of a microscopic threat to our collective health and well-being. . . . Compelling, vividly written."
—Colin Crawford, Chicago Tribune

RODNEY BARKER

WITH AN UPDATE ON "THE CELL FROM HELL"





William Smith (49 år) fisker



Sarah Smith (24 år) masterstudent i marinbiologi, Williams datter



Alle deltakere i rollespillet får et rollekort med en personlig kontekst. Sarah Smith får også vitenskapelige artikler om *Pfisteria*. Alle får underskriftskampanje. Middagsselskap

Role play scenario

New 'phantom' dinoflagellate is the causative agent of major estuarine fish kills

JoAnn M. Burkholder, Edward J. Noga*, Cecil H. Hobbs & Howard B. Glasgow Jr

Department of Botany, Box 7612, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina 27695-7612, USA
* Department of Companion Animal and Special Species Medicine, North Carolina State University, 4700 Hillsborough Street, Raleigh, North Carolina 27606, USA

A WORLDWIDE increase in toxic phytoplankton blooms over the past 20 years^{1,2} has coincided with increasing reports of fish diseases and deaths of unknown cause³. Among estuaries that have been repeatedly associated with unexplained fish kills on the western Atlantic Coast are the Pamlico and Neuse Estuaries of the southeastern United States⁴. Here we describe a new toxic dinoflagellate with 'phantom-like' behaviour that has been identified as the causative agent of a significant portion of the fish kills in these estuaries, and which may also be active in other geographic regions. The alga requires live finfish or their fresh

Limnol. Oceanogr., 42(5), pp. 1071-1077, 1997

Pfisteria piscicida and other *Pfisteria*-like dinoflagellates: Behavior, impacts, and environmental controls

JoAnn M. Burkholder and Howard B. Glasgow, Jr.

Department of Botany, Box 7612, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina 27695-7612

Abstract

Toxic *Pfisteria*-like dinoflagellates have been implicated as causative agents of major fish kills (affecting 10³-10⁴ fish) in estuaries and coastal waters of the mid-Atlantic and southeastern U.S. Transformations among an array of flagellated, amoeboid, and encysted stages in the complex life cycle of the representative species, *Pfisteria piscicida*, are controlled by the availability of fresh secretions, blood, or other tissues of fish prey. *P. piscicida* also is a voracious predator on other estuarine microorganisms. *Pfisteria*-like dinoflagellates require an unidentified substance(s) commonly found in fresh fish excreta-secreta to initiate toxin production. *P. piscicida* is lethal to fish at low cell densities (>250-300 cells ml⁻¹), and at sublethal levels (~100-200 cells ml⁻¹) it has been shown to cause ulcerative fish diseases. *P. piscicida* also has been linked to serious human health impacts. This dinoflagellate is eurythermal and euryhaline, with optima for toxic activity by the most lethal stage (toxic zoospores, TZs) at 22°C and 15 psu, respectively. Thus far it has shown no light optimum and is capable of killing fish at any time during a 24-h cycle. In warmer waters (≥15°C) flagellated stages predominate while fish are dying, whereas amoebae predominate in colder conditions and when fish are dead. Nutritional stimuli influencing *P. piscicida* are complex; inorganic phosphate apparently can directly stimulate TZs, whereas inorganic phosphate and nitrate indirectly promote increased production of nontoxic zoospores (NTZs), maintained in the absence of live fish, as potential precursors to lethal TZs by stimulating their algal prey. Organic phosphate (P_i) and nitrogen are taken up by *P. piscicida* osmotrophically, and P_i is stimulatory to both TZs and NTZs. The available data point to a critical need to characterize the chronic and acute impacts of toxic *Pfisteria*-like dinoflagellates on fish and other targeted prey in estuarine and coastal waters that are adversely affected by cultural eutrophication.

The diverse heterotrophic dinoflagellates (Pyrrophyta) include free-living estuarine species that demonstrate pronounced chemosensory "ambush-predator" behavior toward algal, protozoan, or fish prey (Spero and Moore 1981; Spero 1982; Ucko et al. 1989; Burkholder et al. 1995a,b, 1997a; Landsberg et al. 1995). This behavioral pattern apparently is widespread; thus far, it has been reported from the Mediterranean Sea, the Gulf of Mexico, and the western Atlantic. In each case the feeding activity has been strikingly similar: the dinoflagellates swarm up from benthic dormant cysts when they chemically detect the prey's presence. They de-

vour the prey—described in one case as being ripped apart in a "feeding frenzy" (Spero and Moore 1981)—and then rapidly re-encyst. Known dinoflagellate species with this behavior include the toxic representative *Pfisteria piscicida* Steidinger & Burkholder (nomen nudum *P. piscimortis*, *P. piscimortis*; Steidinger et al. 1996a) and at least one other toxic *Pfisteria*-like species (Steidinger et al. 1996b; K. Steidinger pers. comm.; J.M.B. and H.B.G. unpubl. data confirming toxicity). Not surprisingly, *Pfisteria* spp. were first detected following accidental contamination of established prey cultures (Spero



OPPROPP FRA KOMMUNELEGER I NORTH CAROLINA STATE!

Det har i den senere tid værtsett en del rykter om at det er sammenheng mellom fiskedød og helseskader hos mennesker.

Vi vil hermed oppfordre helsemyndighetene til umiddelbart å stenge New River for svømming, båtferdsel og fisking, dvs. all menneskelig aktivitet, på grunn av Dr. JoAnn Burkholders forskning på morder-dinoflagellat og hennes hypotese om at den kan være skadelig for mennesker. Fiskedøden kan ha sammenheng med forurensning av vannet.

Det er viktig å være fere var! Vær vennlig å skrive under på dette oppropet som så skal sendes til helsemyndighetene.

Underskrifter:

Design

Liten kvalitativ studie basert på :

Observasjon av læringsaktiviteter
Gruppe intervjuer. Innholdsanalyser.

Tre grupper av informanter:

- Naturfagelever i videregående skole (16-17 år)
(Kristoffersen, 2021)
- Dramaelever i videregående skole (18-19 år)
(arbeidet med et eksperimenterende Ibsen collage
(Øiestad, 2020) – avbrutt av pandemi)
- Lærerstudenter i naturfagdidaktikk

Intervju fokus:

Deltakerne sine erfaringer med rollespill
Refleksjoner rundt rollespill,
medborgerskap og bærekraftsspørsmål
Refleksjoner om rollespill som et verktøy
for å utforske bærekraftsspørsmål.

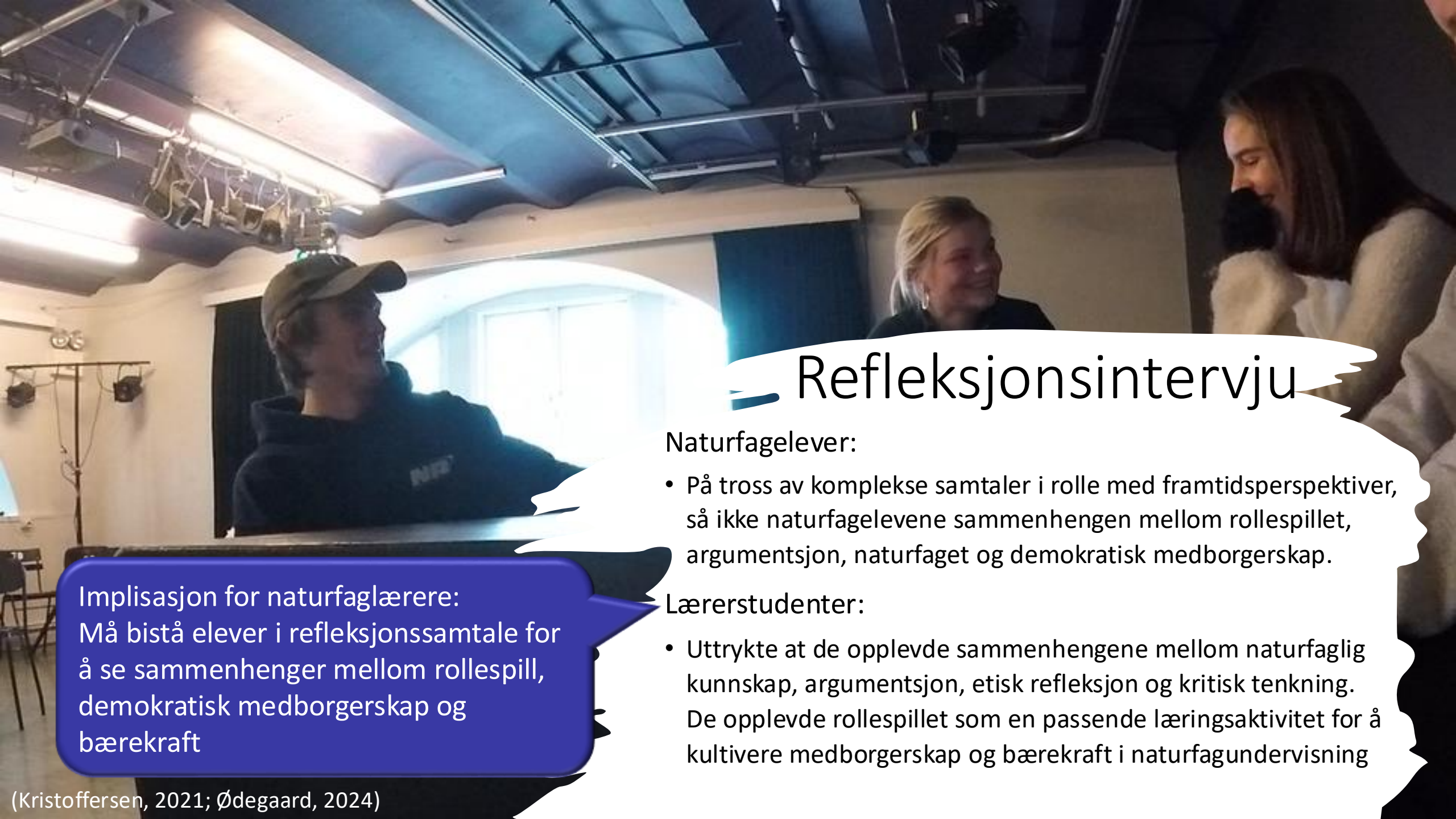


Rollespilldialog

Naturfagelever og dramaelever:

- Utforsker situasjonen i rolle og møter motstand
- Intellektuelle, emosjonelle og empatiske relasjoner kommer i spill
- Argumentasjon (naturfaglig kunnskap, kritisk tenkning og etisk refleksjon)
Kvaliteten på argumentasjonen øker med motargumenter pga ulike perspektiver
- Emosjonelle relasjoner øker driv og dybde

(Kristoffersen, 2021; Ødegaard, 2024)



Refleksjonsintervju

Naturfagelever:

- På tross av komplekse samtaler i rolle med framtidsperspektiver, så ikke naturfagelevene sammenhengen mellom rollespillet, argumentsjon, naturfaget og demokratisk medborgerskap.

Lærerstudenter:

- Uttrykte at de opplevde sammenhengene mellom naturfaglig kunnskap, argumentsjon, etisk refleksjon og kritisk tenkning. De opplevde rollespillet som en passende læringsaktivitet for å kultivere medborgerskap og bærekraft i naturfagundervisning

Implisasjon for naturfaglærere:
Må bistå elever i refleksjonssamtale for å se sammenhenger mellom rollespill, demokratisk medborgerskap og bærekraft

Utforsking av roller, relasjoner og hva de representerer:

- Utforsket Ibsenroller i en bærekraftskontekst
- Brukte Ibsens skuespill som linser for å reflektere over vår modern verden i tid med klimakrise
- Skapte bevissthet om betydningen av klassikere i kunsten i dag

Beveget seg innenfor, utenfor og gjennom

Hjalmar Ekdahl (Vildanden)

Implikasjon for naturfaglærere:

Å praktisere ideen om rollerepresentasjon
Reflektere med nærhet (empati) og distanse
og med kognitiv kunnskap om samfunn

Refleksjonsintervju med dramaelever:

Mer fokus på relasjoner mellom fakta, affeksjon og handling

Sammenliknet rollespillet med Ibsens dramaer og hva rollene representerte
→ tok samtalen til et høyere nivå

- Både algeforsker og idealisten, Gregers Werle i “Vildanden”, gir kropp til glødende sannhetssøkere, og på den måten *symboliserer de naturvitenskap.*
- Grisebonden og Ibsens “Byggmester Solness” representerer begge *kapitalismen* og *grådigheten* i samfunnet.

Rollespill som estetisk læringsprosess i naturfag og som bærekraftstema

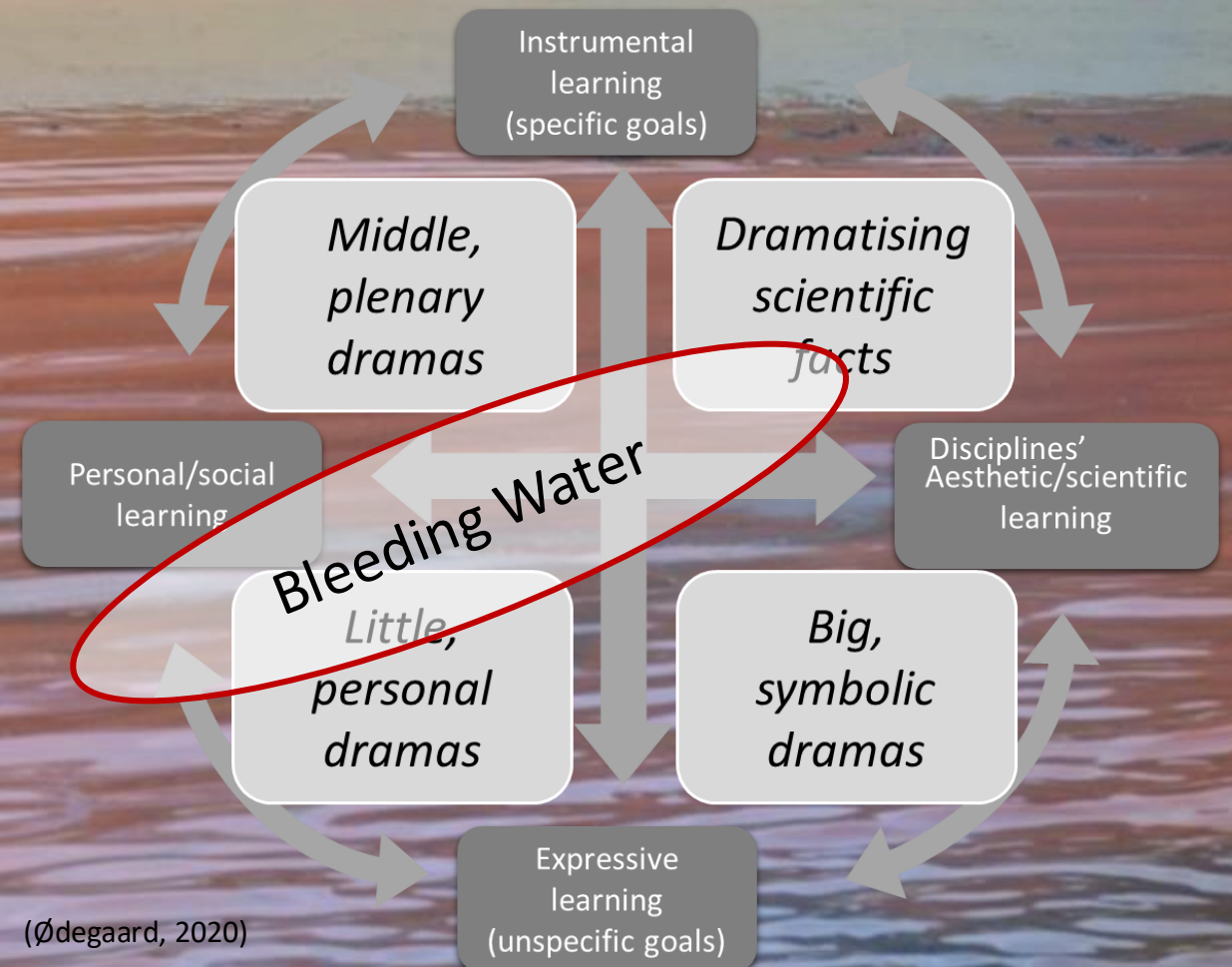
RQ: Reflekterer rollespillet verdier knyttet til bærekraft og forbereder det elever på medborgerskap?

Rollekortene sikrer et mangfold av verdier og perspektiver.

Drivet i rollespillet (underskriftskamp) sikrer argumentasjon, engasjement og handling

Ettersamtalen (kan) sikre refleksjoner om global bærekraft og medborgerskap med empati for diversitet, avhengig av veiledning fra læreren.

Implikasjoner for naturfaglærere:
Eksplisitt om medborgerskap
Praktisere rollerepresentasjon.

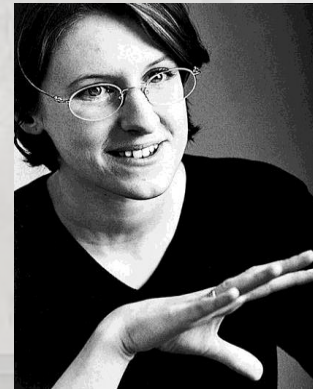


Rollespill: *GENTESTING*

Tre alternative scenarier for handling:

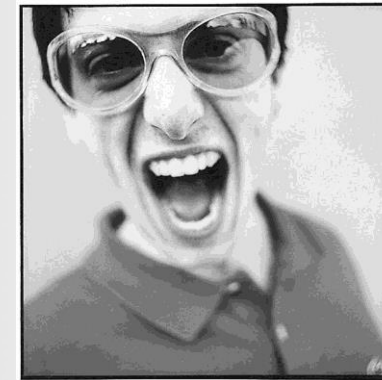
Her representert ved tre av rollene.

Gro:



Vil teste fosteret.

Tor:



Vil ikke teste fosteret.

Vegard:



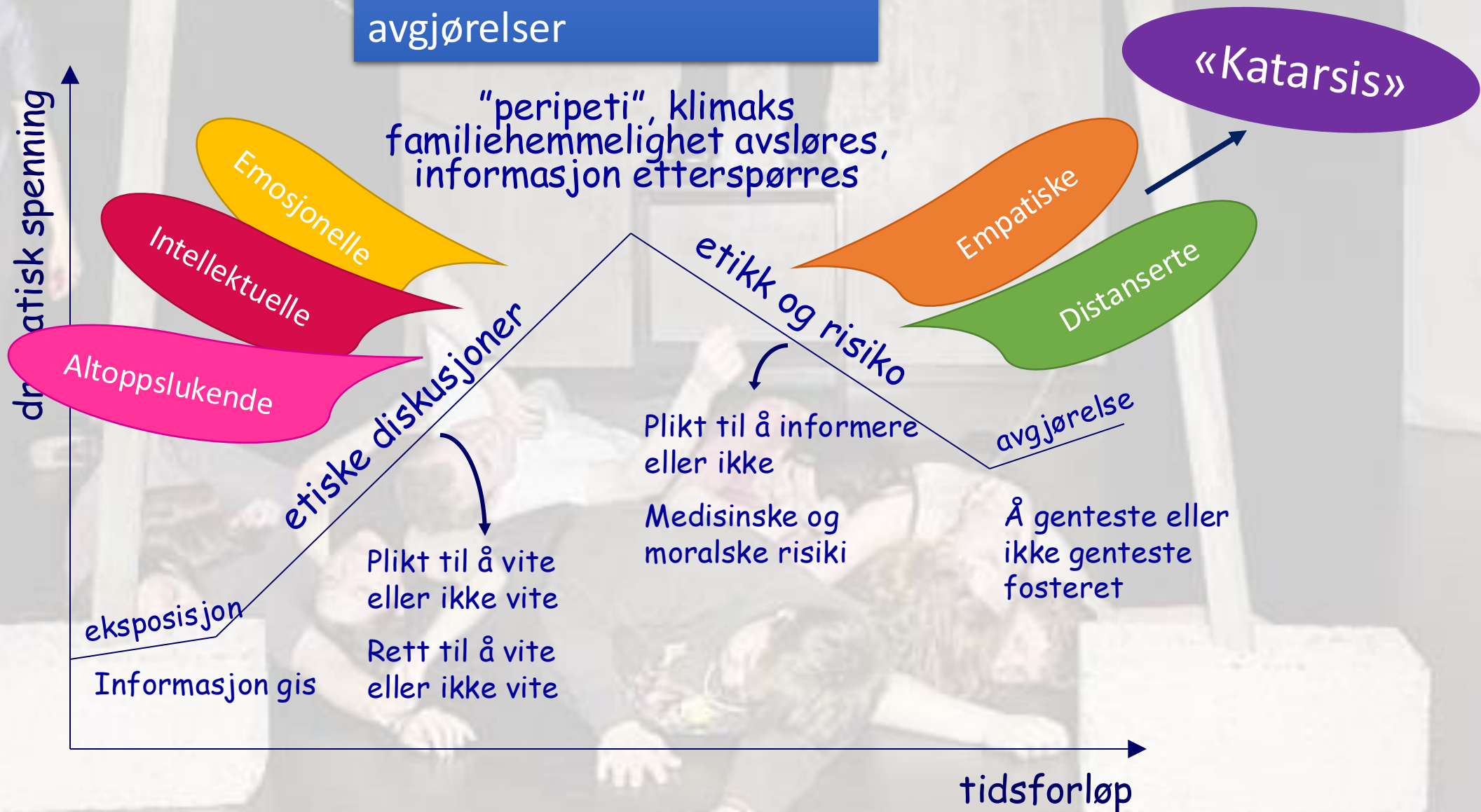
Vil vente med å teste til etter at barnet er født, eller senere.

Barbro:



Har hemmelighet gjemt i rollekort

Fakta endrer grunnlaget for etiske refleksjoner og avgjørelser



A historical illustration of Archimedes in a bathtub, shouting 'Eureka!'. He is depicted as a bearded man wearing a crown, sitting in a large wooden tub filled with water. He is holding a small object in his right hand, and his left hand is resting on the edge of the tub. The background shows a wooden wall with a window and a door. In the foreground, there is a smaller wooden tub, a golden crown, and several blue spheres.

Eureka!

En utforskende
estetisk
læringsprosess som
endte med katarsis

Oppsummering

Epistemologisk nivå

⇒ Kunst og naturvitenskap:

1. Observasjon og hypotesedanning
2. Modellering og visualisering
3. Kunst og konseptuell kunnskap
4. Kunstfaglige ferdigheter
5. Kroppsliggjort, fenomenologisk kunnskap og forståelse i kunst

⇒ Fagenes iboende estetikk

⇒ Estetisk innsikt i naturvitenskap:
Holistiske relasjoner og forståelse

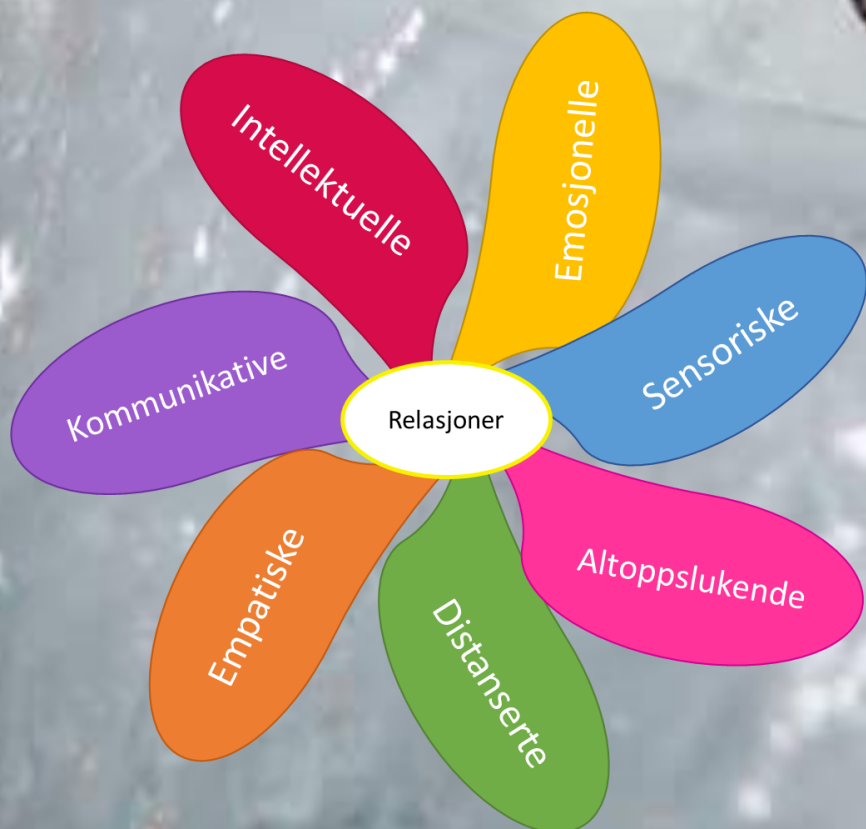


Oppsummering

Estetiske
møteplasser

Didaktisk nivå

⇒ Estetiske erfaringer



⇒ Estetisk utforskning og IBSE

Bevege seg omkring
Se hva man har å jobbe med
Se meningen med det man gjør

Bevege seg gjennom igjen
Rytme mellom flytzone og refleksjon
i organiske sammenhenger

Bevege seg innenfor
Samle og være åpen for materiale og
skjør balanse mellom natur og å
skape

Bevege seg utenfor
Åpen for at spenning, motgang og
uenighet er invitasjon til refleksjon
Øyeblikk av tap blir funn ved refleksjon



Performativt nivå



Hedvig («Vildanden»)

Representerer jorda – Dreper seg selv



Hjalmar Ekdahl (Vildanden)

Politikere - «Fortsetter å leve en livsløgn»

(Henrik Ibsen, 1884)



References:

- Biesta, G. (2006). What's the point of lifelong learning if lifelong learning has no point? On the democratic deficit of policies for lifelong learning. *European educational research journal*, 5(3-4), 169-180.
- Fortus, D., Lin, J., Neumann, K., & Sadler, T. D. (2022). The role of affect in science literacy for all. *International Journal of Science Education*, 44(4), 535-555.
- Granados-Sánchez, J. (2023). Sustainable Global Citizenship: A Critical Realist Approach. *Social Sciences*, 12(3), 171.
- Kristoffersen, K. D. (2021) *Rollespel i naturfag. Eit reiskap for utdanning for medborgarskap?* [Role play in Science, A tool for educating citizenship?] Master thesis. Oslo: University of Oslo.
- Leinweaver, J. (2015) *Storytelling for Sustainability. Deepening the Case for Change*. Oxford: Dō Sustainability.
- Neelands, J. (2000). *Drama i praksis: teori, ideer og metoder*. Gråsten: Drama.
- Toonders, W., Verhoeff, R. P., & Zwart, H. (2016). Performing the future: on the use of drama in philosophy courses for science students. *Science & Education*, 25, 869-895.
- UNESCO (2017) *Education for Sustainable Development Goals Learning Objectives*. Retrieved January 2024: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>
- Valladares, L. (2021). Scientific literacy and social transformation: Critical perspectives about science participation and emancipation. *Science & Education*, 30(3), 557-587.
- Van Poeck, K., & Vandenabeele, J. (2013). Sustainable citizenship as practice. *Lifelong Learning in Europe*, 2013(2)
- Ødegaard, M. 2001. *The Drama of Science Education: How public understanding of biotechnology and drama as a learning activity may enhance a critical and inclusive science education*. Ph.D. thesis University of Oslo
- Ødegaard, M. 2003. Dramatic Science. A Critical Review of Drama in Science Education. *Studies in Science Education* 39, 75-102
- Ødegaard, M. (2015) Drama/ Theatre in Science Education *Encyclopedia of Science Education* Springer
- Ødegaard, M. (2023) Using Drama in Science Education and for Sustainability Issues. I: D. McGregor & D. Andersson (eds.) *Learning Science Through Drama - Exploring international perspectives*. Springer Nature 2023



Din ubetenksomme, tankeløse, verre-enn-ubrukelige –! Tusener av år har jeg ventet på deg, for *hva*? Så du kan smadre min verden og knuse hjertet mitt? *Fint!* Hvis dere ikke bryr dere nok til å redde dere selv, så bryr jeg meg ikke om dere. Jeg *bryr* meg ikke. Jeg bryr meg ikke. Jeg drar tilbake dit gudene bor, uten å bli forstyrret av menneskenes galskap.

Hvis dere ikke kan finne ut hvordan dere skal omskrive deres egen historie, så *spill den ut*. Til *siste skanse*. *Sult* mens åkrene deres tørker og skrumper inn. *Drukne* mens havene svelger kystene. *Brenn* mens flammene svir frukthagene.

Og *vandre* rundt på denne varme og gudløse jorden, og vit at det hadde ikke trengt å gå sånn. Be om dere vil, de av dere som overlever. Dere vil aldri høre fra meg igjen.