

STEAM-inspirerade angreppssätt ger möjligheter till gränsöverskridande undervisning

Paul Clucas

Malmö universitet och NATDID

Kursplanerna i de naturvetenskapliga ämnena och teknik gör det möjligt för lärare att arbeta över disciplinära gränser, till exempel genom att behandla frågor som kopplar naturvetenskap och teknik till samhälle, miljö, hälsa och etik. Det är dock en utmaning hur man som lärare kan integrera detta arbetssätt i sin naturvetenskaps- och teknikundervisning. STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Maths) är ett angreppssätt för undervisning som lärare kan ta inspiration från när de planerar en undervisning som överskrider vetenskapliga discipliner. I denna forskningsgenomgång presenteras exempel på forskningsstudier kopplade till begreppet STEAM. Tillsammans illustrerar de olika sätt att tänka kring STEAM, baserat på olika sätt att låta "A", arts, komma till uttryck i undervisningen.

Inledning

Kursplanerna i de naturvetenskapliga ämnena och teknik är formulerade på ett sätt som gör att lärare kan arbeta över disciplinära gränser i sin naturvetenskaps- och teknikundervisning. Till exempel indikerar formuleringarna "förmåga att hantera praktiska och etiska valsituationer i frågor som rör miljö" och "förmåga att relatera den egna användningen av teknik till frågor som rör hållbar utveckling" i kursplanerna för grundskolans naturvetenskapliga ämnen respektive teknik en bred möjlighet för lärare att arbeta disciplinöverskridande i sin undervisning [1]. Att planera för en undervisning som är disciplinöverskridande kan dock vara utmanande för lärare.

Ett angreppssätt är att arbeta med de naturvetenskapliga ämnena och teknik som en integrerad helhet. När man som lärare arbetar på detta sätt används ibland akronymen STEM (som står för Science, Technology, Engineering, Mathematics). Historiskt sett kopplas akronymen till idén om att en integrerad naturvetenskaps- och teknikundervisning är mer fördelaktig än en undervisning där ämnena behandlas separat. Att på detta sätt arbeta med en STEM-inriktad undervisning har dock sina begränsningar, framför allt om man vill inkludera samhällsvetenskapliga och humaniora-inriktade element i undervisningen. I kursplanernas formuleringar framgår det att en sådan integration är motiverad. Till exempel anger kursplanerna för de naturvetenskapliga ämnena i gymnasieskolan att undervisningen ska ge eleverna möjlighet att "utveckla förmåga att göra välgrundade val och diskutera samhälleliga och etiska frågor utifrån en naturvetenskaplig utgångspunkt" [2]. Likaså anger kursplanen i teknikämnet för gymnasieskolan att undervisningen ska behandla "hur normer, genusstrukturer och etiska värderingar påverkar teknik".

Angreppssättet att inkludera samhällsvetenskapliga och humaniora-inriktade element i sin naturvetenskaps- och teknikundervisning benämns ibland med akronymen STEAM (som står för Science, Technology, Arts, Engineering, Mathematics). Akronymen har sitt ursprung i idén om att en integration av designämnena i undervisning baserat på STEM-ämnena kan främja elevers förmåga till innovation. På senare tid har STEAM fått en mer nyanserad innebörd. Enligt en brittisk forskningssammanställning om STEAM [3] från 2015 har STEAM olika innebörd beroende på hur man tolkar vad som menas med "Arts". För att göra dessa olika tolkningar av STEAM mer praktiskt hanterbara använde de en definition av STEAM som bygger på två olika sätt att tänka kring

termen:

- Att läraren använder estetiska eller design-inriktade moment för att stödja elevers kunskapsutveckling utifrån ett naturvetenskapligt sätt att tolka världen.
- Att läraren ser samhällsvetenskap och humaniora som likvärdiga med STEM-ämnena, och integrerar de olika disciplinerna för att öppna upp för gränsöverskridande kunskapsformer.

I denna forskningsgenomgång kommer jag att ge exempel på hur dessa två olika synsätt på STEAM kan användas i NvT-undervisning genom att presentera resultat från fem forskningsstudier, utvalda för att tillsammans visa en bredd av tolkningar av STEAM. Syftet är att belysa hur lärare kan använda angreppssättet STEAM som stöd för reflektioner när man vill arbeta gränsöverskridande i sin undervisning.

Estetiska moment i undervisningen om naturvetenskapliga begrepp och modeller

Att använda estetiska moment för att stödja elevers utveckling av en förståelse för naturvetenskapliga begrepp och modeller är ett sätt att undervisa med ett STEAM-perspektiv. Undervisningen i sådana sammanhang bygger på aktiviteter som ger eleverna tillgång till olika estetiska uttrycksformer för att kommunicera naturvetenskapliga idéer. Ett exempel på detta lyfts fram i en studie av forskare vid Stockholms universitet [4]. Studiens syfte var att undersöka hur drama kan stödja gymnasieelevers förståelse för begrepp och modeller kopplade till gymnasiekemi. I studien analyserade forskarna hur elever på två gymnasieskolor arbetade med uppgiften att förklara elektronegativitet, kemisk bindning och materiens partikelnatur genom dramaövningar i både mindre grupper och på helklassnivå. Eleverna fick även använda material som färgat papper, tejp och klädnypor för att komplettera sina dramaframträdanden. Exempel på artefakter som elever skapade med dessa resurser är pappers-elektroner.

Resultaten visade att kroppsliga uttrycksformer, i kombination med de artefakter som eleverna själva skapade, främjade deras förståelse för sambandet mellan elektronegativitet, molekylens polaritet och struktur, samt bildandet av vätebindningar. Forskarna menar att elevernas användning av estetiska uttrycksformer skapade en grund för att de skulle kunna arbeta symboliskt både på submikronivå (t.ex. att förstå kopplingen mellan vattenmolekylens polaritet, dess vinklade struktur och bildandet av vätebindningar) och makronivå (t.ex. vattnets ovanligt höga kokpunkt). Att kunna reflektera över och växla mellan de två nivåerna är enligt forskarna ofta svårt för elever, vilket kan leda till missförstånd. Dramaövningarna gav studiens elever möjlighet att skapa denna växelverkan mellan nivåerna. Dessutom blev deras förståelse av modellerna synlig för läraren, som därmed kunde adressera eventuella missförstånd.

Att bredda de symboliska uttrycksformerna som finns tillgängliga i det naturvetenskapliga klassrummet kan alltså stödja elevers utveckling av en förståelse för naturvetenskapliga begrepp och modeller. Om breddningen som i detta fall innefattar ett inkluderande av estetiska uttrycksformer kan man tala om denna undervisning som en STEAM-undervisning.

Design-baserad undervisning för att stödja elevers förståelse av naturvetenskapliga begrepp och modeller

Att stödja elevernas utveckling av en förståelse för naturvetenskapliga begrepp och modeller genom STEAM kan även innebära att man omstrukturerar den naturvetenskapliga undervisningen på ett betydligt mer fundamentalt sätt. Detta har illustrerats i en studie genomförd av forskare vid Yildiz Tekniska Högskola i Turkiet [5]. Forskarna studerade en NO-undervisning där elever arbetade med designinriktade uppgifter kopplade till vardagsproblem. I studien rekryterades två klasser i årskurs 7 från en slumpmässigt vald skola i Istanbul. Syftet var att undersöka om STEAM-undervisning kunde ge ett ökat stöd för eleverna i sin utveckling av en förståelse för

fysikbegreppen kraft och energi. Medan den ena klassen fick STEAM-undervisning fick den andra lärobokscentrerad undervisning. Båda klasserna hade samma lärare. I STEAM-undervisningsklassen arbetade eleverna med olika designinriktade aktiviteter. Till exempel fick eleverna i en aktivitet uppdraget att designa och bygga en fungerande vindkraftmodell. Syftet var att främja elevernas lärande om energiomvandlingar och energiprincipen. I samtliga projekt som eleverna arbetade med —som hade olika kunskapsmässiga mål kopplade till kraft och energi— använde eleverna en estetisk designmetod som bestod av följande steg:

- Eleverna fick en problemsituation och blev ombedda att komma med olika idéer för att lösa problemet. Läraren gav vägledning så att eleverna kunde identifiera kunskapsområden de behövde lära sig om för att kunna bygga en lösning.
- Eleverna arbetade i mindre grupper med olika designlösningar. Under denna process fick de tillgång till ett brett utbud av fysiska material.
- Designlösningarna testades och utvärderades, och de designlösningar som inte uppfyllde syftet byggdes om.

För att forskarna skulle kunna bedöma om STEAM-undervisning gav ett ökat stöd för elevernas begreppsförståelse, fick eleverna i båda klasserna svara på frågor om kraft och energi i början och i slutet av studien. Studien visade att begreppsförståelsen i klassen som fick STEAM-undervisning var statistiskt högre än i gruppen som fick lärobokscentrerad undervisning. Forskarna rapporterade också att eleverna som fick STEAM-undervisning uttryckte en uppskattning för arbetssättet. Dessa elever uppgav dessutom att deras intresse för naturvetenskap (samt de andra ämnena som omfattas av STEAM-begreppet) hade ökat under studiens gång. Baserat på sina resultat rekommenderar forskarna att STEAM-undervisning där NO-undervisningen bygger på estetisk design ska ha fokus på vardagsproblem där flera möjliga lösningar finns. De lyfter också fram vikten av att skapa undervisningssammanhang som främjar elevernas kreativitet.

En Nv- och teknikundervisning inriktad på hållbarhet kan skapa gränsöverskridande kunskapsformer

Vad STEAM innebär kan gå längre än att läraren använder estetiska moment i större eller mindre utsträckning för att stödja elevernas utveckling av en förståelse för naturvetenskapliga begrepp och modeller. Detta understryks i en studie som visar att temat hållbarhet öppnar upp för att lärare kan skapa ett genuint transdisciplinärt arbetssätt som bygger på en likvärdig integrering av de samhällsvetenskapliga ämnena med STEM-ämnena [6]. Därmed blir STEAM en väg till undervisning som skapar *gränsöverskridande kunskapsformer*.

Studien, som var ett transnationellt projekt bestående av forskare från flera europeiska länder, hade som mål att utveckla en STEAM-undervisning som kunde knytas till olika europeiska läroplaner. Genom att genomföra en analys av läroplaner för grundskolan, bland annat från Finland, Tyskland och Frankrike, identifierade forskarna teman som var gemensamma för både de samhällsvetenskapliga ämnena och STEM-ämnena. Forskarna drog slutsatsen att av de teman som identifierats hade temat "hållbarhet" flest kopplingar till de andra temana. Forskarna menar därför att temat hållbarhet kan vara en möjlig utgångspunkt för lärare som vill bedriva en transdisciplinär STEAM-undervisning.

Temat hållbarhet kan alltså göra det möjligt för NvT-lärare att skapa STEAM-undervisning som främjar gränsöverskridande kunskapsformer genom att integrera till exempel samhällsvetenskapliga perspektiv i sin undervisning. Ett konkret exempel är ett forskarsamarbete mellan australiska och indonesiska forskare som gick ut på att studera hur gymnasieelever inom kemiämnet arbetade med kulturellt anpassade dilemman kopplade till etiska beslut [7].

I studien arbetade gymnasielärare i kemi med en STEAM-undervisning som byggde på berättelser om etiska dilemman. Syftet med studien var att engagera elever i hållbarhetsfrågor samt stärka deras upplevelse av att kemi hade relevans i deras vardag. Fyra kemiklasser från olika

gymnasieskolor i Indonesien rekryterades. Varje klass arbetade med en unik berättelse om ett etiskt dilemma. Dessutom arbetade varje klass med ett eget tema inom kemi. Till exempel fick en av klasserna ta del av ett dilemma som handlade om ett familjeföretag som för sin ekonomiska överlevnad tvingades återanvända frityrolja när de friterade bananer, vilket var produkten som företaget sålde, trots att oljan var så nedbruten att den utgjorde en hälsorisk för kunden. Frityroljan slängdes dessutom i naturen när den inte längre gick att använda. I denna klass introducerades eleverna till ämnet redoxkemi, som blev ramen genom vilken eleverna skulle utveckla lösningar på dilemmaet.

Efter att ha tagit del av både sitt dilemma och ämnesområdet inom kemi fick varje klass stöd för att arbeta problemlösningsinriktat med hjälp av ett STEAM-angreppssätt (som liknade designmetoden som beskrevs i ett föregående avsnitt). Resultaten visade att ett problembaserat arbete med kulturellt relevanta dilemman främjade bland annat elevdiskussioner som berörde elevernas värderingar, en utveckling av värderingar kopplade till hållbarhetsfrågor, samt elevernas engagemang i kemiämnet. I klassen som arbetade med dilemmaet kopplat till frityroljan utvecklades lösningar som hade potential att minska riskerna associerade med familjeföretagets användning och behandling av återanvänd frityrolja. Till exempel föreslog eleverna att företaget kunde minska hälsoriskerna för företagets kunder genom att rena återanvänd frityrolja med aktivt kol tillverkat av torkade bananskal. Forskarna drog slutsatsen att en kemiundervisning som öppnar upp för beslutsfattande från elevernas sida i relation till sammanhang som potentiellt kan leda till negativa konsekvenser för människor och miljö, främjade ett kemilärande som var förenat med etiska beslut.

Genom att läraren skapar utrymme i sin undervisning för diskussioner kopplade till de naturvetenskapliga ämnena och teknik som öppnar för att elever ger uttryck åt sina värderingar, får eleverna möjlighet att föra in etiska ståndpunkter i relation till sina naturvetenskapliga och tekniska kunskaper. Ett sådant STEAM-arbetsätt öppnar för en integrering av samhällsvetenskapliga perspektiv med kunskaper i ett (eller flera) av STEM-disciplinerna. Sådana kunskapsformer kan därför ses som gränsöverskridande.

En gränsöverskridande NvT-undervisning kan utvidga vad som räknas som naturvetenskaplig kunskap

Innebörden av "gränsöverskridande kunskapsform" i STEAM-undervisning kan gå längre än en integrering av samhällsvetenskap med exempelvis naturvetenskap. Detta har belysts av en forskare från Aberdeens universitet som beskriver hur en förändrad syn på en aktivitet kring att städa en strand "förändrade reglerna för vad som räknas som naturvetenskapligt lärande" [8].

I studien deltog en klass i årskurs 3 från en skotsk grundskola som skulle medverka i en medborgarforskningsaktivitet som handlade om att plocka skräp från en strand i närheten av skolan. I aktiviteten fick eleverna kategorisera skräpet och registrera de insamlade uppgifterna om det för en lokal myndighet. I denna typ av aktivitet är det vanligt att man gör sig av med skräpet efter att data om det har samlats in. I denna studie tog dock läraren beslutet att eleverna skulle ta tillbaka skräpet till sitt klassrum för att skapa Mandala-inspirerad konst av det. Genom att läraren gav tid och utrymme för elever att engagera sig med något som de vanligtvis inte brydde sig om, skräp, blev det enligt forskaren möjligt för berättelser som vanligtvis är 'osedda' att komma fram.

Efter att ha återvänt till klassrummet med skräpet uttryckte eleverna inledningsvis avsky. Gradvis började de dock undersöka det mer noggrant och lägga märke till detaljer som rostfläckar och ställa frågor om objekten. Hur hamnade det på stranden? Vad är historien bakom hur det kom dit? Vad är människans roll i detta? Varför skulle någon vilja göra sig av med det? Vad ska vi göra med det när vi är klara med det? Enligt forskaren öppnade Mandala-aktiviteten upp för en utvidgad sinnesupplevelse för eleverna. Denna upplevelse inkluderade även negativa känslor, och förändrade deras syn på skräpet samt deras relation till det. Forskaren noterade att en traditionell strandstädningsaktivitet faktiskt riskerade att öka avståndet mellan eleverna och något de normalt inte relaterar till. Aktiviteten med Mandala-konst däremot gav eleverna tid och utrymme att

utveckla en omsorgsfull koppling till skräpet, vilket möjliggjorde nya alternativa sätt att förstå det.

Enligt forskaren utmanar sådana nya kunskapsformer en syn som är djupt förankrad i naturvetenskaps- och teknikundervisning, där människan antas vara överlägsen naturen. STEAM-undervisning i ett sådant sammanhang kan därför ses som en undervisning som öppnar upp för ett kritiskt engagemang i de attityder vi har om världen, attityder som kan vara kopplade till hur vi brukar använda kunskaper inom naturvetenskap och teknik.

Inspiration för att utvidga sin undervisning med stöd av STEAM som angreppssätt

I denna forskningsgenomgång har jag gett exempel på studier utgående från två olika sätt att tänka kring STEAM-begreppet. De två sätten att tänka behöver dock inte ses som tillhörande två distinkta kategorier, utan kan snarare uppfattas som att de ligger längs ett kontinuum [9]. I ena änden av kontinuumet står "Arts" i STEAM för estetiska element som stödjer elevers lärande av ett naturvetenskapligt och tekniskt innehåll. Längs med kontinuumet innebär "Arts" en gradvis utvidgning av vad läraren anser vara del av själva ämnesinnehållet inom de naturvetenskapliga ämnena och teknik. I andra änden av kontinuumet står "Arts" för att öppna för alternativa sätt att erfara och förstå världen.

Ett sådant kontinuum speglar flera sätt att tänka på vad "Arts" i STEAM kan innebära. Att tänka på STEAM på detta sätt kan fungera som reflektionsstöd för lärare som vill utforska de möjligheter att arbeta gränsöverskridande som läroplanen öppnar för. Jag hoppas att de skildringar av exempel på STEAM-inriktad undervisning som jag har presenterat kan ge intresserade lärare i naturvetenskap och teknik inspiration och idéer om hur undervisningen skulle kunna utvidgas med stöd av idén om STEAM.

Författare



Figur 1. *Paul Clucas.*

Paul Clucas är doktorand i naturvetenskapernas och teknikens didaktik och universitetslektor i kemi på Malmö Universitet. Han är också ambassadör för NATDID, Nationellt centrum för naturvetenskapernas och teknikens didaktik.

Referenser

1. Skolverket. Läroplan för grundskolan. Stockholm: Skolverket; 2022.
2. Skolverket. Läroplan för gymnasieskolan. Stockholm: Skolverket; 2025.
3. Colucci-Gray L, Trowsdale J, Cooke CF, Davies R, Burnard P, Gray DS. Reviewing the potential and challenges of developing STEAM education through creative pedagogies for 21st learning: how can school curricula be broadened towards a more responsive, dynamic, and inclusive form of education?. Commissioned Report for the British Educational Research Association; 2017.
4. Danckwardt-Lillieström K, Andrée M, Enghag M. The drama of chemistry – supporting student explorations of electronegativity and chemical bonding through creative drama in upper secondary school. *International Journal of Science Education*. 2020;42(11):1862-1894. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1792578>
5. Ozkan G, Umdü Topsakal U. Investigating the effectiveness of STEAM education on students' conceptual understanding of force and energy topics. *Research in Science & Technological Education*. 2020 05 28;39(4):441-460. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1769586>
6. Montés N, Zapatera A, Ruiz F, Zuccato L, Rainero S, Zanetti A, Gallon K, Pacheco G, Mancuso A, Kofteros A, Marathefti M. A Novel Methodology to Develop STEAM Projects According to National Curricula. *Education Sciences*. 2023 02 06;13(2):169. <https://doi.org/10.3390/educsci13020169>
7. Rahmawati Y, Taylor E, Taylor PC, Ridwan A, Mardiah A. Students' Engagement in Education as Sustainability: Implementing an Ethical Dilemma-STEAM Teaching Model in Chemistry Learning. *Sustainability*. 2022 03 17;14(6):3554. <https://doi.org/10.3390/su14063554>
8. Francis C. On sensorial experiences at the beach: Thinking with Haraway to explore an unfolding sensory knowing of marine STEAM. In: Burnard P, Colucci-Gray L, eds. *Why Science and Arts Creativities Matter*. Brill-I-Sense Publishers ; 2020:381-401.
9. Colucci-Gray L, Burnard P, Gray D, Cooke C. A Critical Review of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). In: *Oxford Research Encyclopedia of Education*. Oxford University Press; 2019:1-26.