

En kunskapsöversikt om intresse för STEM: förklaringsmodeller och resultat

Lisa Österling, FD, universitetslektor**, Johanna Andersson, FD, universitetsadjunkt*, Anna Danielsson, FD, professor**, Jonas Hallström, FD, professor*, Fredrik Jeppsson, FD, professor* & Lovisa Sumpter, FD, professor**

*Institutionen för beteendevetenskap och lärande, Linköpings universitet

**Institutionen för ämnesdidaktik, Stockholms universitet

Inledning

Denna rapport är en kunskapsöversikt över vetenskapliga studier om intresse för STEM-utbildning. STEM (science, technology, engineering, mathematics) är ett mångtydigt begrepp men används i huvudsak i två olika, men relaterade, betydelser. Dels används STEM-begreppet som ett samlingsnamn för naturvetenskap, teknik, ingenjörsvetenskap och matematik, dels används det för att beteckna undervisning och utbildningar som arbetar ämnesövergripande och tvärvetenskapligt mellan dessa ämnesområden. Begreppet kan spåras tillbaka till det tidiga 2000-talet, då den dåvarande generaldirektören för National Science Foundation Judith Ramaley ersatte den tidigare akronymen SMET med STEM (Sanders, 2009; Watson & Watson, 2013). STEM som ett samlingsnamn för naturvetenskapliga och ingenjörsvetenskapliga utbildningar och professioner används i policysammanhang, ofta kopplat till diskussioner om behov av ökad och mer diversifierad rekrytering till disciplinerna. I den svenska STEM-strategin lyfts behovet av STEM-kompetens fram, och behovet uttrycks som att det behövs fler utbildade på såväl högskole- och forskarutbildningsnivå som på yrkeshögskolenivå och gymnasial nivå. Liknande argument förs fram i EU-kommissionens rapport “STEM Education Strategic Plan: skills for competitiveness and innovation” (2025), liksom även långt tidigare hos Teknikdelegationen (2010) och US Committee on Science, Engineering and Public Policy (2007). Behovet av rekrytering till naturvetenskapliga och tekniska yrken motiveras ofta i termer av global konkurrenskraft, men argument om kompetensförsörjning relaterade till nationell säkerhet förekommer också och kan spåras tillbaka till det kalla kriget (Lövheim, 2016; Takeuchi m. fl., 2020).

Både STEM i meningen naturvetenskapliga, tekniska och matematiska utbildningar och den mer didaktiskt orienterade, ämnesövergripande formen av STEM-undervisning har varit föremål för en hel del forskning. Forskningen visar att integrerad STEM har potential att göra undervisningen mer autentisk och meningsfull för elever genom olika typer av problembaserad undervisning där man utgår från verkliga problem med naturvetenskapligt¹, tekniskt² och/eller matematiskt innehåll (Hallström m. fl., 2023). Elever som deltagit i integrerad STEM-undervisning har också en markant bättre kunskapsutveckling i och mer positiva attityder till STEM-ämnena än elever som följt

¹ Med naturvetenskap avses biologi, kemi och fysik.

² I en STEM-kontext kan man med ”T” avse både teknik som kunskapsinnehåll och som digitala redskap i undervisningen. På skolnivå blir i ett svenskt sammanhang även ingenjörsvetenskap inkluderat i ett tekniskt kunskapsområde (t.ex. i ämnet teknik eller Teknikprogrammet). I Sverige finns inget datavetenskapligt ämne i grundskolan utan programmering är inkluderat i matematik och teknik, således STEM, men i den internationella litteraturen ingår oftast inte datavetenskap.

ämnesuppdelad undervisning; digitala verktyg och fokus på designproblem kan också bidra till att elever presterar bättre i problemlösningsuppgifter (Chen m. fl., 2025). Som sådan kan alltså integrerad, autentisk STEM-undervisning i skolan leda till ett större intresse för naturvetenskap, teknik och matematik, och kan även leda till en breddad rekrytering till högre utbildning. STEM som integrerat fenomen kan dock bli obalanserad och mest fokusera på ett av de ingående ämnena eller ämnesområdena, t.ex. naturvetenskap eller matematik. Det händer också att en enskild arbetsprocess hamnar i centrum såsom ingenjördesignprocessen, vilken nu också betonas i den politiska diskursen kring STEM. Ett omvänt problem är att de enskilda STEM-ämnenas karaktär och innehåll kan hamna i bakgrunden eller suddas ut, vilket är särskilt problematiskt i förhållande till kunskapsmål och bedömning i skolan där intresse för STEM också ska befrämjas (t.ex. Pleasants & Olson, 2019; Tang & Williams, 2019).

Intresse som begrepp används här både i en bredare, vardaglig mening, med antagandet att intresse driver val av utbildningar och yrken, och med precisa definitioner inom olika forskningsinriktningar. En av de mest välciterade artiklarna om hur intresse uppstår är författad av Hidi och Renninger (2006) och de menar att intresse omfattar såväl affektiva som kognitiva faktorer. Forskarna beskriver en utveckling av intresse, som börjar med tillfälligt intresse ("situational interest"), där en viss situation fångar intresset för något fenomen, och har som slutpunkt ett utvecklat individuellt intresse, där individen själv söker upp kunskap och aktiviteter som kan relateras till fenomenet. De menar att olika aspekter inom "intresse" behöver specificeras, eftersom olika individer behöver olika mycket tid, och olika slags situationer, för att det individuella intresset ska uppstå. För den här rapporten innebär det att vi breddar ansatsen, och betraktar olika aspekter som kan relateras till intresse. Vi betraktar intresse som något som uppstår genom en väv av situationer och sociala sammanhang där individer kan hitta olika vägar till STEM och STEM-utbildningar. Vidare är elevers intresse för STEM svårt att på ett okomplicerat sätt koppla till val av utbildning och profession, då dylika val också är starkt påverkade av olika bakgrundsfaktorer (som föräldrars utbildningsbakgrund, migrationsbakgrund och kön). Vi har därför valt att inte begränsa kunskapsöversikten till forskning som explicit behandlar intresse för STEM, utan även inkludera forskning som på andra sätt behandlar yngre personers relationer till STEM och deras möjligheter att delta i STEM-utbildningar.

Uppdraget består alltså i att ge en kunskapsöversikt över intresse för STEM-utbildning, där följande frågeställningar behandlas:

1. Hur kan fler elever få intresse för att studera inom gymnasial utbildning och eftergymnasial utbildning som innehåller STEM?
2. Hur kan utbildningen i gymnasieskolan och komvux väcka och upprätthålla mäns och kvinnors intresse för vidare studier i STEM inom eftergymnasial utbildning.
3. Vilka förklaringsmodeller skulle kunna förklara elevers skillnader i intresse för vidare studier inom STEM?

Vi börjar med att reda ut fråga 3 under rubriken "Förklaringsmodeller för intresse inom STEM". Fråga 1 och 2 handlar om implikationer för skola, föreningsliv och högre utbildning, och de utreds under rubrikerna "Vad fungerar för att stärka intresset för STEM?" och "Hur kan eftergymnasial utbildning upprätthålla intresset för STEM?"

I den här rapporten använder vi primärt begreppet tillfälligt intresse ("situational interest") för att benämna det intresse som uppstår i en viss situation, vilket vi återkommer till under rubriken "Vad fungerar för att stärka intresset för STEM?". Vi gör också en distinktion mellan intresse för ett skolämne inom STEM, och intresse för att studera vidare eller arbeta inom STEM, eftersom de inte nödvändigtvis är samma. Givet att uppdraget är att ta fram ett forskningsbaserat underlag har vi valt

att framför allt fokusera kunskapsöversikten på de enligt forskningen mest empiriskt förankrade förklaringsmodellerna för hur och varför människor intresserar sig för och väljer utbildningar eller yrken inom STEM, hämtade från utbildningssociologi, utbildningspsykologi specifikt affektdomänen, och ämnesdidaktik med fokus på identitet och tillhörighet.

Var finns en brist inom STEM-yrken?

Ett motiv för att göra den här kunskapsöversikten bygger på en uppfattning om att det finns en brist på utbildad arbetskraft inom STEM, och att ett ökat intresse för STEM bland ungdomar kan öka deras benägenhet att söka sig till STEM-relaterade utbildningar och yrken. Att behandla STEM som en enhet eller som samlingsbegrepp för tekniska och naturvetenskapliga utbildningar osynliggör dock de stora variationer som förekommer mellan olika tekniska och naturvetenskapliga utbildningar och professioner avseende jämställdhet mellan könen, studenters sociala bakgrund, söktryck till utbildningar, och arbetsmarknadens behov. Haglund (2012) konstaterade också i sin översikt över rekryteringsinitiativ till ingenjörstudier i Norden under det tidiga 2000-talet att behoven varierade mellan länder, utbildningar och även över tid, och att diskussionen lätt fastnade i kvantitativa mått istället för att också behandla frågan om att få "rätt" studenter till rätt utbildningar. En engelsk meta-studie (Smith & Gorard, 2011) konstaterar exempelvis att bland de som tagit examen inom STEM kommer många att arbeta inom yrken som inte är STEM-relaterade, något som får författarna att ifrågasätta att det faktiskt finns en "brist" på utbildad personal inom STEM. De pekar istället på att utbildningen leder till en ökad kunskapsnivå hos befolkningen, något som i sig själv är en viktig tillgång för ett demokratiskt land och ytterligare stärker betydelsen av ett starkt intresse för STEM. STEM-utbildning är således viktigt inte enbart av kompetensförsörjningsskäl, utan även för att skapa en grundläggande medborgarutbildning, men i detta avsnitt fokuserar vi just kompetensförsörjningen.

Antagningsstatistik och genomströmning

SCB (2024) redovisar framförallt akademiska yrkesutbildningar, och inte grundutbildning på universitetsnivå inom matematik, naturvetenskap och teknik. Statistiken visar att civilingenjörstudier är den största yrkesutbildningen inom STEM (7820 studenter år 2023), och det är också den utbildning som ökat mest sedan 2011. Högskoleingenjörstudier antar ungefär hälften så många studenter (4250 antagna år 2023), och i fallande ordning läkarutbildningen (1650 antagna), biomedicinsk analytiker (530 antagna), tandläkare (370 antagna), arkitekt (360 antagna) och veterinär (100 antagna). Det är alltså långt fler som läser ingenjörstudier, jämfört med andra yrkesprogram av STEM. Rapporten visar alltså att det finns ett relativt stort intresse för att studera till civilingenjör.

Rapporten (SCB, 2024) visar dock att flera STEM-utbildningar placerar sig relativt lågt i prognosen över examensgrad, där ingenjörstudier och biomedicinsk analytiker har en examensgrad runt 50%, dock något högre för kvinnor än män. Examensgraden för läkare ligger över 80%, och för tandläkare, veterinärer och arkitekter mellan 70 och 80%. För ingenjörstudier och biomedicinska analytiker finns alltså en stor andel studenter som är tillräckligt intresserade att påbörja en utbildning, men där de inte fullföljer utbildningen och tar ut en examen. Vi kommer därför att redovisa även den forskning som rör högskolans möjlighet att behålla studenterna.

Prognos för arbetsmarknadens behov

I SCB:s rapport (2024) finns en prognos för behovet av yrkeskategorier i framtiden. Ett viktigt antagande i prognosen är en ökad utbildningsväxling, där den höjda utbildningsnivån generellt gör att yrken som tidigare krävt gymnasieexamen numera kräver examen från högskolan. Därigenom slår förändrade mönster i rekryteringen igenom i behovet av STEM-utbildning. I prognosen märks också förändrade migrationsmönster, där man prognosticerar ett negativt migrationsnetto för just civilingenjörer, som har en internationell marknad, medan befolkningen i stort har ett neutralt migrationsnetto med lika många som flyttar in som flyttar ut.

Inom STEM-yrken är bilden varierad, och de yrken som prognosticeras ha en bristande tillgång på examinerad arbetskraft inom STEM är kemiutbildningar, civilingenjörsutbildningar inom teknisk fysik, elektroteknik eller datateknik, veterinärutbildning och biomedicinsk analytiker. Med förbehållet att övriga utbildningar behåller sin attraktivitet och genomströmning, blir vår slutsats att det är inom nyss nämnda utbildningar som det finns ett behov av att öka rekryteringen, men också genomströmningen. Detta visar också på vikten av att inte behandla rekrytering till STEM som ett sammanhållet fenomen, utan hänsyn behöver tas till behov av och attraktivitet hos enskilda utbildningsinriktningar.

Valet av publikationer

Vårt uppdrag är att ge en bred bild av forskningen, men också lyfta de studier som är av störst relevans för svensk kontext. Därför har följande avvägningar gjorts i urvalet.

Vi har använt de systematiska forskningsöversikter som redan gjorts, tillsammans med artiklar vi bedömer har stor trovärdighet. Tidigare systematiska forskningsöversikter är särskilt viktiga eftersom de sammanfattar kunskapsläget inom ett visst område, utifrån artiklar som valts ut på ett systematiskt sätt och med transparenta inkluderings- och exkluderingskriterier. Därför inleds varje avsnitt med att redogöra för de forskningsöversikter som finns, om de finns.

Forskningsöversikterna hjälpt oss att identifiera centrala, högt citerade verk som belyser viktiga aspekter som kan relateras till intresse för STEM. De har i sin tur varit grunden för en så kallad snöbollssökning, där vi identifierar artiklar som är centrala i fältet. Utifrån dessa centrala artiklar har vi kunnat identifiera tre områden som bidrar med olika förklaringsmodeller: utbildningssociologiska förklaringsmodeller, affektiva faktorer samt identitet och tillhörighet.

Från de övergripande forskningsöversikter som görs inom STEM-didaktisk forskning (Li m fl., 2020; Lin m fl., 2014; 2019; Noris m fl., 2023) har vi identifierat artiklar som rör intresse för STEM. Lin och kollegor (2014; 2019) identifierar att den högst citerade publikationen i fältet 2008-2017 är en tidigare forskningsöversikt om attityder inom naturvetenskap (Osborne m fl., 2002). Mellan 2013 och 2022 identifierar Noris m fl. (2023) två publikationer bland de högst citerade som rör intresse för STEM, nämligen betydelsen av naturvetenskapligt kapital (DeWitt & Archer, 2015), samt könsskillnader i relationen mellan intresse och framtida karriär (Kang m. fl., 2018). Det bekräftar att utbildningssociologiska faktorer, affektiva faktorer samt ämnesdidaktiska perspektiv på identitet och tillhörighet är centrala områden för STEM-didaktisk forskning.



Som ett nästa steg använde vi den utbildningsvetenskapliga databasen ERIC för att systematiskt söka ut aktuella artiklar som är relevanta för intresset för STEM. Vi utökade sökorden, och sökte på ”intresse” tillsammans de engelska begrepp forskningen använder för relaterade fenomen (attitude OR affect OR interest OR motivation OR identity). Sökningen gjordes på engelska. Vi gjorde tre sökningar, en där vi kombinerade med ”STEM”, en med ”mathematics” och en med ”science”, för att täcka in forskningsområdet för STEM som ett integrerat fält tillsammans med några olika delområden. Vi kompletterade sedan med studier med ”technology” och ”engineering” för att kunna få med fler resultat med T- och E-fokus. Trots att vi begränsade sökningen till artiklar som publicerats efter 2022 resulterade den i cirka 500 träffar, alltså i fler publikationer än vi kan redogöra för här. Därför har vi gjort ett riktat urval av artiklar, där vi har valt artiklar som representerar olika ämnen och olika förklaringsmodeller. Vi har särskilt valt studier som vi bedömer har hög relevans för en svensk/skandinavisk kontext, och främst studier som riktat in sig på åldersspannet högstadiet, gymnasiet samt högskola.

Strukturen för den här kunskapsöversikten är att först redogör vi för de tre förklaringsmodellerna: utbildningssociologiska faktorer, affektiva faktorer samt ämnesdidaktiska perspektiv på identitet och tillhörighet. Därefter sammanfattar vi vad studierna visar om vad som fungerar, både för att skapa intresse för skolämnet och för att fler ska välja ett yrke inom STEM.

Förklaringsmodeller för intresse inom STEM

Intresse är ett mångfacetterat fenomen, och det finns flera olika sätt att förklara fenomenet inom forskningen. Vi har valt att organisera de förklaringsmodeller som förekommer under tre områden: utbildningssociologiska förklaringar, affektiva faktorer och till sist identitet och tillhörighet. Genus finns med som en aspekt inom alla förklaringsmodeller.

Utbildningssociologiska förklaringsmodeller

Inom det utbildningssociologiska forskningsfältet undersöks förhållandet mellan utbildning, ekonomi och politik, med särskilt fokus på kopplingar mellan utbildning och social skiktning och/eller social rörlighet. Trots att det svenska utbildningssystemet har en stark strävan efter jämlik och likvärdig utbildning, så finns klasskillnader kvar. Börjesson (2016) beskriver att studenter med arbetarklassbakgrund i högre grad söker sig till regionala högskolor och till kortare utbildningar, medan studenter med medelklassbakgrund söker sig till äldre universitet, och till civilingenjörsutbildningar. En stor del av den svenska högskolan är fortfarande könsuppdelad, där kvinnor tenderar att söka sig till vård- och lärarutbildning, och män i högre grad till tekniska utbildningar. Kön och klass samverkar, vilket visar sig i att kvinnor som läser mansdominerade tekniska utbildningar kommer i hög grad från en stark akademisk bakgrund, medan män och kvinnor från icke-akademiska bakgrunder ofta väljer starkt könssegregerade utbildningar.

Utbildningssociologiska studier har traditionellt främst fokuserat på hur de resurser unga har tillgång till på en mer generell nivå (exempelvis i form av kulturellt, socialt och ekonomiskt kapital, se Bourdieu, 1993) påverkar deras utbildningsval. På senare tid har emellertid studier undersökt STEM-specifika resurser, i termer av naturvetenskapligt och matematiskt kapital. Begreppet naturvetenskapligt kapital ("science capital") är utvecklat av utbildningssociologen Louise Archer med kollegor i England, som i storskaliga, longitudinella studier undersökt barns och ungas framtidsdrömmar (aspirations) i relation till de naturvetenskapliga resurser som finns i deras närhet. Naturvetenskapligt kapital konceptualiseras som summan av en persons naturvetenskapliga kunskaper, attityder, nätverk och aktiviteter (DeWitt & Archer 2015). De engelska ASPIRES-projekten (Archer & deWitt, 2014; Archer m. fl. 2020a; Archer m. fl. 2023; DeWitt & Archer, 2015) har varit föregångare i att systematiskt undersöka hur naturvetenskapligt kapital bidrar till elevers uppfattningar om sitt eget framtida deltagande i STEM. Projekten har visat att naturvetenskapligt kapital inte är jämnt fördelat mellan ungdomar med olika bakgrunder, utan att det är pojkar från medelklassmiljöer som har starkast naturvetenskapligt kapital. De elever som har starkast naturvetenskapligt kapital är också de elever som är mest sannolika att tänka sig en framtid inom STEM-yrken (Archer m. fl. 2010, DeWitt & Archer 2015) och också att välja att fortsätta med naturvetenskap när dessa ämnen inte längre är obligatoriska (Moote m. fl. 2021). Studierna visar också att eleverna generellt är positivt inställda till STEM-ämnen och anser dessa ämnen vara viktiga, dock är de relativt få som vill arbeta inom yrkena och ojämlikheterna i naturvetenskapligt kapital växer ju äldre eleverna blir (Archer m. fl. 2010, DeWitt & Archer 2015). De matematikintensiva delarna av STEM förknippas av eleverna i ASPIRES-projekten med smarthet och maskulinitet och upplevs av många som otillgängliga (Archer m. fl., 2020b); detta tema utvecklas vidare under rubriken "Identitet och tillhörighet".

Motsvarigheter till naturvetenskapligt kapital har utvecklats, som tekniskt naturvetenskapligt kapital (Engström & Blom, 2024), matematikkapital (Williams & Choudry, 2016), datorvetenskapligt kapital (Vrieler, 2025). Betydelsen av matematikkapital för att välja en utbildning inom matematik bekräftas av en aktuell svensk studie, där majoriteten bland nybörjarstudenterna i matematik rapporterar att de haft tillgång till stort matematikkapital när de växt upp (Valero m. fl., 2025), men att det också finns en grupp studenter med liten tillgång till matematikkapital. Den gruppen är generellt äldre, och har haft en längre väg att gå innan de valt att påbörja sina matematikstudier.

Affektiva faktorer

Affekt, kort beskrivet, är en allmän term som representerar positiv eller negativ subjektiv upplevelse som inträffar vid en viss tidpunkt. Affekt tillsammans med kognition och agerande ger en förklaring till hur individer förhåller sig till en situation och tillsammans skapas ett komplext nätverk där affekt påverkar kognition och agerande och vice versa (Philipp, 2007; Svenningsson, 2024). Det senaste decenniet har forskning på affektiva faktorer i allt större utsträckning skiftat från att enbart fokusera på attityder, motivation och intresse och deras roll för att söka sig till och stanna kvar i en utbildning inom naturvetenskap och matematik, till att även inkludera fler affektiva faktorer (Schoenherr, m. fl. 2025; Tytler & Ferguson, 2023). För att utreda vilka faktorer som har en avgörande roll för undervisning och dynamiken mellan dessa, så studerades 3034 chilenska och spanska elever i den obligatoriska gymnasieskolan i ämnet naturvetenskap (Membiela m. fl., 2023). Av resultaten framgick den viktiga roll som känslor spelar som förmedlare mellan motivationsvariabler i naturvetenskapligt lärande och engagemang för naturvetenskapliga studier. Känslor har därmed en större roll än vad man tidigare tillskrivit dem (Sumpter & Sollerman, 2023). Andra affektiva faktorer som visat sig betydelsefulla innefattar även exempelvis engagemang, uppfattningar, grundantaganden ("beliefs"), olika motivationsvariabler och självförmåga ("self-efficacy") (Gunderson m. fl., 2018; Namkung & Lee, 2023; Philipp, 2007; Zhang & Whang, 2020).

Positiv och negativ affekt betraktades ursprungligen som relativt oberoende konstruktioner, och intresset för relationen mellan de två affektiva tillstånden har ökat. En relevant fråga är huruvida positiv affekt kan motverka negativ affekt. En longitudinell studie på universitetsstudenter har visat att positiva känslor spelar en viktig roll i regleringen av negativa känslor där positiv affekt kan motverka negativ affekt (Moneta m. fl., 2012). Det betyder att det är viktigt med ett kontinuerligt medvetet arbete att skapa en trygg och tillfredställande miljö då det kan reparera och dämpa negativ affekt.

Empiriska resultat som dessa bekräftas av en översikt av Chu m.fl. (2023) som undersökte hur olika interventioner inom högstadie- och gymnasieundervisning påverkar bland annat affektiva faktorer. Studien omfattar STEM-artiklar från 2004-2020, och 30 av dem rör affektiva faktorer. Även om den övervägande delen kunde rapportera hur olika interventioner ger positiva effekter, visar översikten på svårigheten att styra elevers intresse. Flertalet av studierna pekade på blandade resultat, och en studie med en robot-intervention resulterade i försämrad självförmåga ("self-efficacy") hos eleverna. Självförmåga är starkt kopplad till uppfattningen av den egna insatsen (Zhang & Whang, 2020). I en studie där svenska högstadieelever (årskurs 8 och årskurs 9) har tillfrågats 1992, 2003 och 2019 ser man en signifikant förändring i elevers svar mellan 1992 och 2003, men inte mellan 2003 och 2019 (Sumpter m fl., 2025). Det som förändrats är uppfattningar som om eleverna vill lära sig mer matematik i skolan, huruvida de ger upp om de får en svår uppgift att lösa, om de anser sig gjort sitt bästa och om de är nöjda med sin insats eller om de skulle ha lärt sig mer matematik om de ansträngt sig mer. Resultaten kan förklara den skillnad i prestation i matematik som skedde mellan 1992 och 2003, men också varför elevers resultat har varit relativt jämna från 2003 och framåt. Studier som dessa bidrar till förståelsen mellan matematikresultat, intresse och upplevd förmåga (Gunderson m fl., 2018; Namkung & Lee, 2023; Zhang & Whang, 2020)

Det som var genomgående i den stora forskningsöversikten av Chu m.fl. (2023) var resultat som indikerade skillnader mellan STEM-relaterad affekt hos pojkar och flickor, där pojkar i högre grad var kopplade till större intresse, men inte nödvändigtvis bättre prestationer. Det fanns också olika uppfattningar om pojkar och flickors medverkan i STEM där det, i vissa situationer, fortfarande

existerar könsstereotypiska bilder. Dessa bilder handlar dels om vad man anser att pojkar och flickor ”är”, men också uppfattningar om de olika STEM-ämnena. Ett exempel på det första är att man tillskriver flickors framgång till ”den hårt arbetande kvinnan” som Hermoine Granger från Harry Potter-böckerna eller pojkars framgång för att de är ”det manliga geniet” som Sherlock Holmes (Leslie et al., 2015), och ett exempel på det senare är uppfattningen om att matematik är en manlig domän (Brandell & Staberg, 2008). Forskning från Sverige i ämnet teknik signalerar att attityder till och uppfattningar om vad teknik är verkar vara en nyckelfaktor för att flickor ska överväga en karriär inom teknik (Svenningsson, 2024). Bilden är dock komplex eftersom det inte räcker med en uppfattning om vad ämnet är för att man ska välja det: även elever som inte aktivt har valt en STEM-utbildning kan uttrycka att ämnena upplevs som relevanta. I en kvalitativ intervjustudie av gymnasieelever som valt andra program än Naturvetenskapsprogrammet och Teknikprogrammet kunde forskarna identifiera fem teman att uttrycka relevans för studier i naturvetenskapliga ämnen (Andersson m.fl., 2025): Relevans för framtida yrkesliv; Relevans för självförverkligande; Relevans för handlingar i vardagen; Relevans för hantering av information i samhället; Relevans för att påverka världen. Även om ett ämne upplevs som relevant betyder det inte att man ser det som ett framtidsval, och även om man valt bort ämnet för stunden kan ämnet fortsatt upplevas som relevant.

Sammantaget ser man att kontext är avgörande, det vill säga, att lokala och nationella skillnader inte är kopplade till biologiskt kön utan kan påverkas. Exempelvis är det större genusskillnader gällande deltagande och prestation i matematik och naturvetenskap i länder och miljöer som är tävlingsinriktade (Steegh m. fl., 2019). Ett land som har en sådan tävlingsinriktad skolmiljö är Frankrike där elever rankas offentligt efter prestation. Nyligen rapporterade Martinot m. fl. (2025) om uppkomsten av genusskillnader i matematikresultat i en fyraårig longitudinell studie av alla (över 2,5 miljoner) barn i första och andra klass i Frankrike. Trots liknande matematikresultat vid skolstart konstaterades en mycket signifikant genusskillnad till förmån för pojkar efter bara fyra månaders skolgång. Klyftan ökade ytterligare efter ett år. Oberoende av samma förutsättning och utgångspunkt, var prestation, uppfattningar, motivation och intresse olika för pojkar och flickor på bara kort tid. Skillnader mellan pojkar och flickor kan således skapas snabbt genom undervisning.

Hur undervisningen organiseras påverkar därmed elevers möjligheter att utvecklas inom ett ämne. En studie med analys av finländsk TIMSS-data visar hur undersökande arbetssätt (”inquiry-based learning”) i naturvetenskapsundervisningen ökade elevernas motivation inom naturvetenskap på högstadiet (Kang, 2023). Det fanns också könsskillnader där lärarna tenderade att undervärdera flickornas bidrag. Ändå gynnades flickors motivation mer än pojkarnas. Författaren menar att undersökande arbetssätt har förutsättningar för att öka flickornas deltagande i naturvetenskap, men att det kräver en medvetenhet hos lärarna.

Dessa skillnader i kontext kan även överföras till olika delar av ämnen alternativt mellan ämnen. I en undersökning av finländska åk 7 elevers naturvetenskapsintresse föredrog flickorna biologi, medan pojkarna föredrog fysik och kemi (Kang m. fl., 2019). Resultat som dessa bekräftas av studier på svenska gymnasieelevers intresse för naturvetenskap och teknik ur ett genusperspektiv. I ett projekt samlade man in data från 610 15-åriga elever under 2020 (Westman m.fl., 2025). Där konstateras att flickor uttrycker intresse för hälsofrågor och människokroppen, rymden, drömmar och människans själ. Pojkarna föredrog ämnen som rör rymden, uppfinningar och upptäckter samt ABC-stridsmedel. Det är inte bara ämnesvalen som skiljer sig mellan pojkar och flickor, utan även elevernas uppfattningar om sitt framtida yrkesliv: flickorna värderade egen tid och innovativa yrken i högre grad, men i lägre grad resultatnriktade karriärer jämfört med pojkarna (Kang m. fl., 2019).

Skillnader i uppfattningar skapar i sin tur olika typer av motivation (Philipp, 2007). Inom matematik visar Nyman och Sumpter (2019) att svenska elever i årskurs två och fem beskriver både intern och extern motivation för att lära sig matematik, som att matematik är användbart i livet eller för att få ett jobb. Eleverna uttrycker också glädjen av att lyckas i matematik när man klarat av något vilket är centralt för lärande (e.g., Schoenherr m fl., 2025). Det är i denna ålder som den stora förändringen i affekt sker, både i matematik och naturvetenskap (von Davier m fl., 2024). En jämförelse av svensk TIMSS-data för åk 4 och åk 8 visar att motivationen för matematik sjunker under den perioden, och dessutom sjunker flickornas motivation mer jämfört med pojkarnas (Sumpter & Sollerman, 2023). Detta är en internationell trend som de flesta länder följer (von Davier m. fl., 2024). Det som tillkommit nu är att fler länder, som inte har några genusskillnader i TIMSS 2019 och tidigare studier, rapporterar signifikanta skillnader till förmån för pojkar i TIMSS 2023. I Skolverkets rapport *Könsskillnader i skolresultat från 2025* bekräftas att även om flickor fortfarande presterar bättre än pojkar har könsskillnaderna i skolresultat minskat de senaste åren och i årskurs 9 har skillnaden aldrig tidigare varit så liten som nu. I matematik har det skett en oroväckande tappning av framför allt flickor med svensk bakgrund. I rapporten framkommer det att många flickor säger att de känner sig osynliggjorda i undervisningen och att pandemin slog hårdare för flickor jämfört med pojkar. Den slutsats som dras internationellt utifrån TIMSS är att mer forskning behövs för att övervaka förändringar av det här slaget (von Davier m. fl., 2024).

Affektiva faktorer är alltså ett övergripande begrepp för att beskriva intresse, motivation, känslor, attityder, uppfattningar, grundantaganden m.fl. Var och en bidrar de olika faktorerna med delar av förklaringen till hur intresse kan skapas, och tillsammans kan de ge en komplex, men nyanserad bild. Man kan således inte säga att intresse för STEM skapas genom motivation som genereras i skolan, men däremot finns i de skilda STEM-ämnena varierande utmaningar för att stimulera elevers uppfattningar om möjliga yrkesval. Bilden blir än mer komplex då STEM-ämnena dessutom har olika problem kopplade till genus, men sammantaget har undervisningen en viktig roll för att skapa och bibehålla en inkluderande miljö.

Identitet och tillhörighet

Identitet är en aspekt som varit fruktbar för att förstå varför människor väljer att fortsätta studera matematik (Black m fl., 2010) eller naturvetenskap (Westman m fl., 2025). Identitetsbegreppet används på olika sätt, där de som undersöker individens identitet ofta har stora överlapp med affektiva aspekter (Darragh, 2016). Den förklaringsmodell vi kommer att redogöra för här betonar istället relationen mellan identitet och olika kontexter eller övergripande diskurser, till exempel om könsroller eller stereotypiska föreställningar om vem som är naturvetare eller matematiker. Analytiskt brukar identiteter beskrivas genom hur personer beskriver sig själva, beskrivs av andra, eller hur personer agerar i olika sociala situationer (Radovic m fl., 2018). Forskningen tar därför inte alltid fasta på om ett individuellt intresse utvecklas eller ej, istället för intresse beskrivs relationen mellan identitet och deltagande eller tillhörighet i en viss praktik eller gemenskap.

Under de senaste drygt tjugo åren har forskningen i allt högre utsträckning använt sig av identitetsperspektiv för att fördjupa förståelsen av elevers relation till matematik, naturvetenskap och teknik (t.ex. Brickhouse m.fl. 2000, Carlone & Johnson 2007, Gonsalves & Danielsson 2020, Holmegaard & Archer 2023; Mendick 2005;). Som tidigare diskuterats visar ASPIRES projektet (t.ex. Archer & DeWitt 2015) att även om många unga finner naturvetenskap vara både viktigt och

intressant så är det få som uttrycker intresse för att arbeta inom områdena. En mängd studier visar att det i synnerhet är personer som kommer från grupper som varit historiskt underrepresenterade inom naturvetenskap och matematik som behöver göra ett stort identitetsarbete för att passa in i ämnen (Danielsson 2012; Danielsson m.fl. 2019; Godec 2018; Mendick 2005). Elever från sådana grupper tenderar också att ha lägre självförtroende rörande sina naturvetenskapliga/matematiska kompetenser, oberoende av prestation, och få mindre uppmuntran att studera ämnena på högskolenivå (Mujtaba & Reiss 2013). I synnerhet har de matematikintensiva STEM-utbildningarnas starka association till briljans och begåvning (se, t.ex., Leslie m. fl. 2015 och Johansson, 2020) lyfts fram som en anledning till att studenter från underrepresenterade grupper ofta har svårt att känna tillhörighet till ämnena. Från en studie av STEM-studenter som identifierar sig som queer eller trans (Kersey & Voight, 2021) framkom att transkvinnor upplevde att de möttes av lägre förväntningar när de presenterade sig som kvinnor, något de själva upplevde som positivt, eftersom det upplevdes som att bli bemött som kvinna. Studenter som identifierar sig som queer menade att STEM-fältet kunde ses som objektivt och helt oberoende av sociala faktorer, samtidigt som de upplevde att deras identitet som queer osynliggörs.

Lärares betydelse för känsla av tillhörighet är också väl studerad. Hazari m. fl. (2017) beskriver betydelsen av att högstadielärare i fysik identifierar och positionerar kvinnor som fysikpersoner. Att kvinnor identifieras som fysikpersoner ger dem en känsla av tillhörighet inom fysik, som har stor betydelse för valet att läsa fysik senare i livet. Även undervisningens innehåll kan ha effekt på personers möjlighet att identifiera sig med ett ämne. Ett exempel är när Andersson m. fl. (2015) undersöker vad matematikelever på samhällsprogrammet berättar om sig själva och matematik, deras identitetsberättelser. I vissa situationer beskriver de en identitet som matematikhatare, men när undervisningskontexten ändras, t.ex. genom grupparbete, beskriver de att de inte alltid är matematikhatare. Identitet kan alltså användas för att förstå hur tillhörighet inom ett ämne skapas och förändras. Sultan et al. (2024) beskriver hur ett teknikläger för flickor bidrog till att dessa både kände tillhörighet och att de var tekniska, trots att innehållet i undervisningen var delvis förvirrande för flickorna; fokus var på "tjejteknik" (t.ex. smyckestillverkning) medan flickorna visade intresse för mycket bredare teknikområden.

Hur kan eftergymnasial utbildning upprätthålla intresset för STEM?

I detta avsnitt utvecklar vi perspektiv från forskning som behandlar varför studenter hoppar av högre utbildning inom STEM och vad som kan göras för att stärka kvarvaron av studenter. För att öka och diversifiera arbetskraften inom matematikintensiva STEM-utbildningar är det, som tidigare beskrivits, viktigt att ge barn och unga tillgång till resurser kopplade till naturvetenskap och teknik, men också att förändra föreställningar om ämnena samt att utforma undervisning som breddar perspektiven på vad STEM är och kan vara. Detta är emellertid ett arbete som behöver fortsätta inom den högre utbildningen, för att komma tillrätta med de stora avhoppet inom matematik-, fysik- och ingenjörsutbildningar. Storskaliga svenska studier (t.ex. Lindberg m. fl., 2011; Sumpter & Sumpter, 2021) ger starkt stöd för en så kallad *diskrimineringshypotes* och motbevisar en *bristhypotes* som förklaring till den fortsatta underrepresentationen av kvinnor inom matematik- och ingenjörsutbildning. Bristhypotesen fokuserar på att en manlig, medelklassnorm ska uppnås av underrepresenterade grupper, men enligt diskrimineringshypotesen härrör underrepresentationen från

systematiska hinder, där kön och klass samverkar och påverkar individers tillgång till samt känsla av tillhörighet inom högre utbildning inom STEM-områden.

I den klassiska studien "Talking about leaving" (Seymour & Hewitt) undersöktes amerikanska STEM-studenters inställning till att stanna på den utbildning de läste eller att hoppa av, genom en intervjustudie ($n=450$). Man fann att en mycket stor andel av alla studenter hade funderat på att hoppa av studierna och att tankar kring avhopp eller faktiska avhopp inte var särskilt tydligt kopplat till utbildningsprestationer. Istället framhölls dålig undervisningskvalitet och brist på stöd från universitetslärare som bidragande till studenters val att lämna utbildningarna. Vidare rapporterade många av studenterna att de under utbildningen upplevde försvagning av intresse samt försvagad känsla av tillhörighet ("sense of belonging") till följd av bristande utbildningskvalitet. Kvinnor och studenter från minoritetsbakgrunder påverkades särskilt negativt. I en uppföljande studie (Seymour & Hunter, 2019) var resultaten liknande. I den studien följde man STEM-studenter på sex universitet under deras utbildning (Seymour & Hunter, 2019) och fann att kvinnor och studenter med minoritetsbakgrund var överrepresenterade bland de 40–50% som lämnade de undersökta utbildningarna, efter att man tagit hänsyn till prestation. De förklaringar som föreslås är att kvinnor tappar förtroendet för sin möjlighet att lyckas, eller en saknad känsla av tillhörighet inom STEM. En forskningsöversikt över fysikdidaktiska artiklar (Maries m.fl. 2025) kommer till samma slutsats: studenter från underrepresenterade grupper som avbryter sina studier presterar på samma nivå som de som stannar.

Men Seymour och Hunter (2019) visar också att 42% av de studenter som väljer att stanna kvar inte känner någon tillhörighet inom STEM. Här finns strukturella skillnader, där känslan av tillhörighet är lägre för studenter med minoritetsbakgrund. Speciellt pekas en "weed-out"-kultur med tidiga spärkurser ut, som tillsammans med ett tävlingsinriktat klassrumsklimat avskräcker även begåvade studenter. Många studenter vittnar om hur föreläsningar är den dominerande pedagogiska praktiken, något som inte engagerar. Det hoppfulla är att strukturen för programmen och undervisningen är något som kan förändras, och Seymour och Hunter (2019) lyfter också vittnesmål om mer aktiva pedagogiska praktiker och att ökade interaktioner med lärare bidragit till beslut att fortsätta. Inom ingenjörsutbildning kan även en (van-)föreställning om den "ideala ingenjören" med stor frihet och hög lön som ska rädda världen påverka självförmåga och förväntningar på en karriär negativt (Wint, 2023). Även i matematik har undervisningsmiljön stor betydelse, och utifrån en enkätundersökning visar Lahdenperä och Nieminen (2020) att matematikstudenter uppskattar när universitetslärare skapar möjlighet till social interaktion. Slutsatsen från både Seymour and Hewitt (1997) och Seymour and Hunter (2019) är att studieavbrott är starkare associerade till utbildningskultur än till studenters prestationer och/eller begåvning. Intresset för matematik tillsammans med en hög självförmåga inom matematik kunde associeras till lägre grad av studieavbrott bland tyska matematikstudenter (Geisler m. fl., 2023), något som stärker betydelsen av att tro på sin egen möjlighet att klara av studierna.

De faktorer inom utbildningskulturen som är av betydelse för kvinnliga fysikstudenters intresse för en karriär inom fysik undersöks av Hazari och kollegor (2013). Deras omfattande kvantitativa studie ($n = 7505$) testade fem vanliga hypoteser och fann att endast en hade signifikant effekt: att diskutera den strukturella underrepresentationen av kvinnor inom fysik under gymnasiet ökade andelen kvinnor som valde att studera fysik på universitetet. Övriga faktorer – som könsuppdelad undervisning, kvinnliga lärare, kvinnliga gästföreläsare samt diskussioner om enskilda kvinnliga fysikers insatser – visade sig inte ha någon signifikant påverkan. Resultaten belyser vikten av att adressera underrepresentation på

ett öppet och reflekterande sätt, snarare än att enbart fokusera på att öka representationen av kvinnor i undervisningen.

En vanlig metafor för att förklara den lägre andelen kvinnor på högre nivå om delar av STEM-området är “the leaky pipeline”, som ska illustrera att kvinnor “läcker” från STEM på alla nivåer inom utbildningssystemet (Lindberg m. fl., 2011; Sumpter & Sumpter, 2021). Denna metafor har emellertid också fått en hel del kritik, bland annat för att den helt fokuserar på det formella utbildningssystemet och inte personers bredare engagemang i STEM (i termer av t.ex. fritidsintressen eller ett vetenskapligt förhållningssätt) (Mendick m. fl. 2017). Lyckegaard och Ulriksen (2019), som följt danska studenter från mitten av gymnasiet och tre år efteråt, ifrågasätter metaforens bild av att ett studieavbrott är en enkelriktad väg ut ur STEM. Istället pekar de på hur studenterna rör sig in och ut inom olika sektorer inom STEM. De diskuterar också hur individer värderar deltagandet i STEM mot den arbetsinsats som krävs, eller det identitetsarbete som förväntas. Holt (2015) visar också att kvinnor ofta tar en längre och mer vindlande väg till ingenjörstudier, medan män oftare går direkt från gymnasiet till ingenjörstudier. Holt (2015) har ett spännande resultat rörande intresse, där hennes studie visar att kvinnor i hög grad drivs av rationella överväganden, som inkomst och karriär, medan männen i högre grad drivs av en passion och ett intresse för teknik eller naturvetenskap (Holt, 2014).

Det finns även studier som undersöker vad som kan göras för att studenter från underrepresenterade bakgrunder ska känna ökad tillhörighet till STEM-utbildningar, vilket antas kunna minska avhoppet inom utbildningarna. Johnson (2020) har undersökt vad som karakteriserar en fysikinstitution där studenter från gruppen “women of colour” uttryckte stark känsla av tillhörighet. Den undersökta fysikinstitutionen karakteriserades bl.a. av att fysik sågs som ett ämne präglad av samarbete snarare än konkurrens, att hårt arbete premierades som en väg till framgång och att universitetslärarna var tillgängliga och motarbetade sexistiska och rasistiska beteenden från studenter.

Vad fungerar för att stärka intresset för STEM?

Redan för över två decennier sedan konstaterade Osborne och kollegor (2003) att det är undervisningens kvalitet som är mest avgörande för att väcka intresse och engagemang, utifrån en forskningsöversikt om attityder till naturvetenskap. Det här avsnittet sammanfattar därför forskning som lyfter olika aspekter av hur undervisningen kan bidra till stärkt intresse för STEM. De lyfter också att faktorer som kön, social klass och etnicitet gör att det troligen finns behov av olika slags undervisning och andra aktiviteter för att skapa intresse hos olika grupper av elever. Eftersom det fortfarande finns en underrepresentation av kvinnor och av studenter utan akademisk bakgrund inom STEM är det särskilt viktigt att identifiera vad som skapar intresse hos just de grupperna. En aktuell engelsk longitudinell intervjustudie (Archer m fl., 2023) där de 13 deltagarna alla är först i sin familj att studera naturvetenskap på högskolan, nämner alla betydelsen av tillfälligheter eller till och med tur som lett till att de blivit inspirerade till att ägna sig åt naturvetenskap.

Vi har identifierat flera möjligheter att stärka elevers situerade intresse för de skolämnen som ingår i STEM, och även betydelsen av ett sådant intresse för eleverna som blivande samhällsmedborgare. Däremot hittar vi få belegg för vad som fungerar för att elever ska välja en karriär inom STEM. Vi har valt att presentera vad forskningen säger om vad som stärker intresset för STEM inom undervisningen och studievägledningen. Vi lyfter fram digital teknik och ett fokus på hållbarhet som viktiga teman.

Vi belyser också betydelsen av STEM-relaterade initiativ utanför skolan och i samverkan med högskolan.

Undersökande arbetssätt i undervisningen

Att undersökande arbetssätt är viktiga för att utveckla ett intresse för STEM bekräftas i flera olika studier, i olika ämnen, och för elever i olika åldrar. När vi använder undersökande arbetssätt inkluderar vi undervisning som kallas elevcentrerad, interaktiv, problemlösande eller experimenterande.

I en forskningsöversikt av 102 artiklar om kemiundervisning i grundskolan lyfter Jegstad (2024) fram att olika varianter av undersökande arbetssätt stärker elevers motivation, deras uppfattning av kemi, och även övriga affektiva dimensioner. En slutsats man kan dra av Jegstad (2024) forskningsöversikt är att ett undersökande arbetssätt uppmuntrar elever att aktivt konstruera kunskap istället för att passivt ta emot den, samtidigt stimulerar ett undersökande arbetssätt även eleverna att interagera både med sina kamrater och med läraren. Även inom området fysik har ett undersökande arbetssätt utgjort en central del. Med utgångspunkt i ett undersökande arbetssätt studerade Meulenbroeks m.fl. (2024) gymnasieelevers inre motivation för att genomföra praktiska naturvetenskapliga fysikexperiment, med deltagande elever från Nederländerna. Resultaten pekade på flera fördelar med att använda ett undersökande arbetssätt i och med att det ökade elevernas intresse, glädje och deras vilja att anstränga sig. En forskningsöversikt med 142 artiklar från 2000–2020 över olika interventioner i naturvetenskapsundervisningen på lågstadiet (Deehan, 2022) betonar vikten av att fostra vetenskapligt litterata medborgare för att skapa en grund för framtida rekrytering till högre utbildning. Översikten visar att en undervisning med ett undersökande arbetssätt, etablerad redan i grundskolan, är mest gynnsam för att utveckla elevers kunskaper och färdigheter inom naturvetenskap samt påverka deras attityder positivt.

Genom en analys av data från 2015 års PISA-test (Ma, 2023) med data från åtta länder (Australien, Finland, Japan, Kina, Korea, Singapore, Tyskland, USA) undersöktes elevernas uppfattning om undersökande arbetssätt. Resultaten visade att elevernas intresse för naturvetenskap, självförmåga och motivation för att lära sig naturvetenskap hade en stor inverkan på hur eleverna upplevde arbetssättet. Även Kang (2023) analyserade data från finska 15-åringars svar i PISA 2015, men utifrån ett genusperspektiv. Resultaten visade att flickor och pojkar hade liknande upplevelser av ett undersökande arbetssätt i skolan men att pojkar i större utsträckning skapade sig högre frihetsgrad, till exempel att diskutera, argumentera och utforma sina egna experiment. Utifrån resultaten argumenterar Kang att studier om hur ett undersökande arbetssätt upplevs av elever, och på vilket sätt eleverna deltar, är en bra källa för att undersöka jämställdheten i naturvetenskaplig utbildning. Dessutom rekommenderar Kang genusinkluderande naturvetenskapliga metoder i skolan för att öka flickors intresse för STEM-karriärer och för att förbättra effekterna av undersökande arbetssätt och dess inverkan på elevernas naturvetenskapliga prestationer.

Inom matematikämnet undersökte Pedersen och Øystein Haavold (2023) elevers inlärningserfarenheter, uppfattningar och motivation i klasser där matematiklärarna hade fått stöd för att använda ett undersökande arbetssätt. Enkätdata från 248 norska elever i åldersgruppen 11-16 år visade att ett undersökande arbetssätt främjar en positiv inställning till matematik, eftersom elever som regelbundet ges möjlighet att uppleva undersökningsrelaterade aktiviteter i klassen också

tenderar att se matematik som ett kreativt och intressant ämne som de kommer att ha nytta av i framtiden.

I en svensk kontext är NTA (Naturvetenskap och Teknik för Alla) ett skolutvecklingsprogram med fokus på undersökande arbetssätt från förskola upp till årskurs 9, med sitt övervägande fokus på årskurserna till och med årskurs 6. År 2024 var 143 kommuner och 38 enskilda skolhuvudmän medlemmar (Naturvetenskap och Teknik för Alla, 2024), vilket innebär att nästan hälften av landets kommuner har tillgång till NTAs material. Detta gör NTA till den största nationella satsningen på naturvetenskap och teknik i grundskolan i Sverige. Emellertid finns det begränsat med storskalig forskning med fokus på effekterna av denna satsning. Mellander och Svärth (2015) genomförde en effektutvärdering av NTA med fokus på att studera orsakssamband mellan deltagande i NTA och provresultat på nationella prov i fysik, kemi och biologi i årskurs 9. De elever som ingick i studien skrev prov mellan 2009 och 2010 och det var två grupper av elever som jämfördes i studien. Det var elever som hade deltagit i NTA-aktiviteter och elever som ej tagit del av NTA i sin undervisning. Efter att man i analysen tagit höjd för exempelvis elevers olika socioekonomiska bakgrund återstod två grupper av elever med 1000 elever i varje grupp. Resultaten visar en något signifikant positiv effekt för de elever som tagit del av NTA. Likväl, baserat på rapporten av Mellander och Svärth (2015) är det inte möjligt att uttala sig om de elever som deltagit i NTA-undervisning stärkt sitt intresse för fysik, kemi eller biologi.

Sammantaget lyfter dock studierna ovan flertalet fördelar med att använda ett undersökande arbetssätt i undervisningen och att det har en positiv inverkan för att stärka intresset för STEM-ämnena. De genusrelaterade utmaningarna som lyfts av Kang (2023) är betydelsefulla att beakta även om de kanske inte kan knytas till undervisningsmetoden i sig.

Interventioner inom undervisning och bedömning

Interventioner inom STEM-ämnena i skolundervisningen har som sitt primära syfte att öka antingen en utveckling av intresset för ämnena i sig och/eller bidra till medborgarbildning. Att skapa ett intresse för att studera vidare inom STEM är vanligtvis sekundärt inom den här gruppen av studier. En forskningsöversikt (Stohlman, 2022) har sammanställt vad som bidrar till att elever utvecklar en dynamisk syn på sitt eget lärande, alltså att de ser det som möjligt att utvecklas inom STEM, i motsats till att klassificeras som "svag" eller "stark". Översikten fokuserar de första åtta skolåren, och visar att om läraren fokuserar lärandeprocessen, elevens försök och ansträngning, samt använder formativ bedömning så bidrar det till en dynamisk syn på lärande. För STEM-ämnena gemensamt betonas betydelsen av en integrerad STEM-undervisning, medan för naturvetenskapen betonas den begreppsliga utvecklingen. Matematikämnets fokus på bedömningar motverkar däremot utvecklingen av en dynamisk syn på lärande. I en nyare meta-studie, som omfattar 124 artiklar om STEM-integrerade klassrum i sista året på gymnasiet (Chen m. fl., 2025) bekräftar att studier som använder olika realistiska kontexter, i kombination med interaktiv undervisning, har effekter på elevers intresse och motivation, och i några fall deras rapporterade intresse för att arbeta vidare inom STEM.

Det finns en rad artiklar som föreslår undervisningsinnehåll och design som inspirerar till ökat tillfälligt intresse. I en grekisk studie introduceras Einsteins moderna fysik under tre interaktiva lektioner, för olika grupper av elever från 11–17 år (Vakaro m. fl., 2024), och de kunde se hur det väckte störst intresse bland de yngsta eleverna. För att undersöka elevernas intresse för fysik undersöker Vakarov m.fl. (2024) effekten av en lektionssekvens om en rymd-tid-modell på intresset

hos 325 elever. Interventionen fokuserade på modern fysik, och behandlade Einsteins gravitationsteori och ljusets dubbla natur. Resultaten i studien av Vakrou m.fl. (2024) tyder på att undervisning med fokus på relativt moderna teoribildningar inom fysik kan bidra till att utveckla elevernas intresse. Det finns dock en observerad nedgång i intresset i takt med att skolnivån ökar.

Hur bedömningen organiseras har också betydelse. En tysk studie av högstadieelever använde tre varianter av formativ bedömning i kemiundervisning: en lärandeportfölj, kunskapsmatriser, eller interaktiva quiz (Ochsen m fl., 2023), där enbart kahoot-quiz (en slags interaktiva quiz) bidrog till ett ökat tillfälligt intresse bland alla elever, medan alla tre interventionerna ökade det situerade intresset bland de elever som redan hade ett kemiintresse. Provsituationer påverkar attityder till naturvetenskap, och här visar Rozgonjuk m fl. (2024) att det finns könsskillnader. De lät 1839 estniska elever i årskurs 12 genomföra ett datorbaserat prov med uppgifter inom kemi, fysik, biologi och geografi, tillsammans med en efterföljande enkät. Trots att det inte fanns några könsskillnader i provresultaten uppvisade kvinnliga elever konsekvent högre nivåer av ångest jämfört med manliga elever. Dessutom uppfattade kvinnliga elever testet som svårare och tog mer tid på sig att genomföra dem. Giese et al. (2025) genomförde två interventioner för att öka kvinnors intresse för och känsla av tillhörighet inom ingenjörutbildning. Resultaten visar att positiv feedback på ett ingenjörquiz ökade kvinnors självförmåga ("self-efficacy") och intresse för att studera ingenjörsvetenskap. Kvinnor som såg en video med kvinnliga ingenjörer som förebilder kände dessutom också större tillhörighet inom ingenjörsvetenskap jämfört med en kontrollgrupp.

Studier visar således på betydelsen av bedömning, och hur bedömningar och prov kan bidra till en mindre dynamisk syn på sitt eget lärande, eller till och med ångest kopplat till ämnet. Sammantaget kan interventioner ofta bidra till ett ökat tillfälligt intresse, eller självförmåga t.ex. hos kvinnor, men det finns skillnader mellan grupper av elever och studenter.

Intresse för hållbarhetsfrågor inom skolundervisningen

Ett viktigt tema som bidrar till intresse bland elever är hållbarhetsfrågor, inte minst i de nordiska länderna. Gemensamt för de här studierna är att de i första hand ser kunskapen om hållbarhet, biologisk mångfald och klimat som en central medborgarkunskap. Kunskapen om relationen mellan människan och naturen behövs inom en rad yrken i framtiden, men också för att ta ställning i både privata och politiska frågor som rör hållbarhet.

Norge har en ambitiös läroplan vad gäller hållbarhetsfrågor, och Kristensen och Knein (2024) undersöker betydelsen av elevernas egna attityder till klimatfrågor för att föra komplexa resonemang i relation till frågor om fortsatt oljeutvinning. I en dansk studie arbetar högstadieelever med grönt entreprenörskap (Dahl & Grunwald, 2022). Det leder inte till något ökat intresse för STEM generellt, men däremot blir eleverna inspirerade att göra grönare livsstilsförändringar. En finsk studie (Aivelo, 2023) låter högstadieelever undersöka biologisk mångfald genom att undersöka förekomsten av råttor i stadsmiljö. De undersökte elevers känslor i relation till råttor, och jämförde med deras intresse för biologi och miljö. Det fanns inget samband mellan avskyn vissa elever kände mot råttor och vilket intresse de visar, vilket låter författaren reflektera över betydelsen att inkludera även elevers känslor gentemot oälskade varelser i undervisningen om biologisk mångfald. En spansk studie om biologisk mångfald utifrån begreppet växtblindhet, att inte uppfatta skillnaden mellan olika arter av växter (Marcos-Walias m. fl., 2023), visar hur undervisning om botanik ökar intresset för biologisk mångfald. En tysk studie visar hur 14-åriga elever som undervisades om ekologin i världsarvet Vadehavet fick en mer positiv attityd till miljöfrågor, och deras anknytning till naturen stärktes

(Schmälzig m. fl., 2023). Olika frågor som alla berör hållbarhet upplevs alltså som både relevanta och engagerande av elever och kan leda till intresse för STEM, enligt de inkluderade studierna.

Digital teknik som medel för att stärka intresse

Det finns en stor förväntan på att digital teknik kan öka intresset för STEM. Tidigare systematiska översikter har undersökt betydelsen av robotar, AI och computational thinking för elevers intresse och motivation inom STEM. Darmawansah m fl. (2023) analyserade 39 studier från 2012 till 2022, och identifierade studier som visar att robotar bidrar till intresse och motivation för STEM. Från 15 utvalda studier från 2012 till 2022 konstateras exempelvis att robottävlingar bidrar till motivation, men att det samtidigt krävs en miljö som tar hänsyn till elevernas affekt och motivation (Bano m fl., 2024). Trots att AI är en relativt ny teknik kunde 179 studier om AI-literacitet inom STEM identifieras (Casal-Oetro m. fl., 2023). Effekten försvinner däremot vid längre interventioner, något som de förklarar med en tillfälligt höjd motivation tack vare att computational thinking upplevs som en nyhet. I en meta-studie, som omfattar 124 artiklar om STEM-integrerade klassrum i sista året på gymnasiet (Chen m. fl., 2025) konstateras vissa effekter på intresse och motivation, av framför allt simuleringstekniker inom STEM-undervisning.

Digitala verktyg har även studerats inom området biologi. Vanhöfen, m fl. (2024) jämför i sin studie effektiviteten hos en traditionell bokbaserad fältguide med en mobilapp för artbestämning under en fågelutflugt med avseende på kognitiva, motiverande och affektiva resultat för högskolestudenter ($n=133$). Resultatet visade inga skillnader med avseende på studenternas kunskaper om fågelarter mellan grupperna före och efter exkursionen men deltagarna i bokgruppen kände sig mer kompetenta och rapporterade ett högre intresse efter studiebesöket. Detta tyder på att böcker förmodligen fortfarande kan ge ett mervärde till inläring i fält och bör inte avfärdas eftersom de kan vara användbara verktyg för studenter genom att öka självförtroendet och bidra till inlärningsupplevelsen på ett annat sätt än mobilappar.

Inom området fysik analyserade Papalazarou, m. fl. (2024) vilken av de två metoderna (virtuell eller fysisk) som är mest effektiv med avseende på begreppslig förståelse och attityder hos gymnasieelever i årskurs 3 inom arbetsområdena mekanik och elektricitet. Studien visade ingen statistiskt signifikant skillnad mellan de två metoderna och elevernas attityder var generellt positiva till både virtuella och fysiska laborationer, ett resultat som kan bidra till ett bredare perspektiv vid val av laboratiemetod för undervisning, eftersom både förståelsen och elevernas attityder var likartade i de studerade fallen.

Sammanfattningsvis går det inte att isolera en enskild digital teknik som har en direkt effekt på motivation och intresse. Däremot betonas hur tekniken tillsammans med rättvisaspekter, genusaspekter och en trygg klassrumsmiljö bidrar till att ett tillfälligt intresse kan utvecklas.

Studievägledning och karriärvägledning

Forskning har visat att studie- och karriärvägledning är ett viktigt bidrag för att skapa mer inkluderande deltagande inom STEM, särskilt för kvinnor och de studenter som inte känner många som arbetar inom STEM (Gómez-Arízaga m. fl., 2023; Punzalan, 2022). En engelsk enkätstudie bland 21–22-åringar har visat ett samband mellan ett lyckat val av utbildning och tillgång till både tillräcklig mängd och tillräcklig kvalitet på sin studie- och karriärrådgivning (Moote m. fl., 2025). Särskilt viktigt har studie- och karriärrådgivningen varit för grupper som betraktas som icke-privilegierade. Men

studievägledningen påverkas av existerande värderingar och stereotyper av STEM-ämnen, och en irländsk studie (McGarr m. fl., 2023) visar att studievägledare ser datavetenskap (computer science) som ett viktigt nytt ämne för högstadiet (secondary school), samtidigt som de anser att ämnet är kopplat till matematiska färdigheter, och passar bäst för en viss typ av elever. Centralt för att studie- och karriärrådgivning ska bidra till ökat intresse för STEM är alltså att den förmår motverka snarare än förstärka stereotypa föreställningar om vem som har en framtid inom STEM.

Interventioner och initiativ utanför skolan

En inriktning inom STEM-didaktisk forskning är att genomföra olika former av initiativ utanför skolan för att skapa intresse för naturvetenskap. Kozan m. fl. (2023) genomförde en forskningsöversikt och analyserade 49 forskningsartiklar som publicerades mellan 2008 och 2022. Alla artiklarna hade särskilt fokus på en integrerad STEM-utbildning inom och utanför skolan. I deras resultat identifieras enbart två artiklar som visar en ökning av elevers engagemang och intresse för STEM, men effekten kvarstår inte två år senare. En slutsats utifrån studien av Kozan m.fl. (2023) är att det verkar vara en reell utmaning att få en hållbar effekt på elevers intresse för den typen av initiativ.

Studier inom olika ämnesområden belyser genuskillnader i deltagandet i initiativ utanför skolan. Silfver (2019) studerade ur ett genusperspektiv en klass svenska skolelever i årskurs 8 när de besökte ett science center där de skulle programmera Legobilar. Eleverna som deltog i aktiviteterna på science centrat behöll de redan ganska etablerade könsrelaterade föreställningar de hade med sig från skolans undervisning i naturvetenskap och teknik. Silfver ser det därför betydelsefullt att reflektera över de uppgifter som eleverna ska samarbeta kring, så att eleverna har en rättvis chans att samarbeta på lika villkor. Ytterligare studier belyser genuskillnader i informella kontexter. Genom intervjuer med kvinnor som studerar fysik undersöker Gonsalves m.fl. (2022) betydelsen av informella lärandesituationer i fysik för deras val att studera fysik. Enligt intervjuerna fick kvinnorna tillgång till sociala nätverk och relationer, men också till information som möjliggjorde fysikstudierna. Dessutom lyfter Gonsalves m.fl. hur kvinnorna i deras studie får tillgång till de praktiker som ofta är otillgängliga för alla som inte själva är fysiker. I en annan studie undersöktes betydelsen av datorvetenskapligt kapital bland 154 svenska elever mellan 9–15 år som deltog i en kodningsklubb. Här konstaterades att trots att inställningen till datorvetenskap var liknande mellan pojkar och flickor, var det en mindre andel av flickorna som kunde tänka sig att arbeta inom programmering eller datorteknik (Vrieler, 2025). Samma intervention tas alltså emot på olika sätt av olika grupper av elever.

Ett försök att reda ut nyanserna är en enkätstudie (Rajsiglová m. fl., 2024). I studien deltog 178 finska och 195 tjeckiska biologielever i årskurs 9. Sju kritiska områden kopplade till intresse för biologi identifierades genom faktoranalys: familjeutflykter, karriärmöjligheter, biologilektioner, hälsosam livsstil, institutioner, naturrelaterade hobbies och informationskällor. För de tjeckiska eleverna visade sig naturrelaterade hobbies och familjeutflykter vara viktiga, och en informell utbildningsmiljö är avgörande för att utveckla en långvarig relation till ämnet. För de finska eleverna hade biologilektioner och karriärmöjligheter en större inverkan, vilket visar skolans betydelse för att öka elevernas intresse för biologi. I båda elevgrupperna har familjens engagemang och användningen av informationskällor betydande påverkan på elevernas intresse för biologi. Falk m.fl. (2018) genomförde telefonintervjuer med ca 3000 vuxna amerikaner med fokus på hur skolan och informella resurser kan ha en positiv inverkan på vuxnas intresse. I deras studie undersöktes hur exempelvis

skolor, science center och radio- och tv-medier inverkat på deras intresse för naturvetenskap. Deltagarna fick själva skatta hur de i tonåren använt resurserna och hur de använder dem idag. Resultatet visade att frekventa, positiva upplevelser av naturvetenskap i och utanför skolan, både tidigt och senare i livet, korrelerade med ett starkt intresse för och en positiv uppfattning om naturvetenskap som vuxen. Men alla initiativ visar inte lika tydliga resultat. Kirchhoff m. fl. (2024) genomförde en studie med 402 gymnasieelever i Tyskland. I studien fick eleverna utföra tre experiment på temat enzymologi, antingen i ett forskningslaboratorium eller i skolmiljö. Resultatet visade ingen skillnad med avseende på intressen om eleverna utförde experimenten utanför skolan i en labbmiljö i jämförelse med skolmiljön.

Sammantaget kan man konstatera att olika interventioner och initiativ utanför skolan bidrar med ett viktigt komplement, men kan inte ersätta betydelsen av god skolundervisning för att påverka ungas intresse för STEM. Trots att många studier har undersökt olika pedagogiska initiativ och interventioner i syfte att stärka elevers intresse och kunskaper inom STEM, visar resultaten ofta en varierande effekt beroende på kontext, ålder, samt på interventionens omfattning i tid och resurser. Tillgängligheten till den här typen av initiativ är även kopplad till föräldrarnas engagemang. Denna variation belyser behovet av att fördjupa förståelsen för vilka faktorer som specifikt bidrar till ett ökat engagemang inom vetenskapliga områden – särskilt bland elever som inte har föräldrar inom STEM.

Överbryggande samverkan mellan skola och högskola

Den forskning som finns om mentorsprogram eller gemensamma interventioner mellan högskola och skola lyfter framförallt fram möjligheten att öka mångfalden bland de som påbörjar studier i ämnet. Tanken är att mötet med ämnesföreträdare utmanar stereotypa föreställningar kring vem som ägnar sig åt STEM-områden (se till exempel Konowitz m. fl., 2022; Lou m. fl., 2022). Ett exempel är en irländsk studie, där fysiker organiserade en workshop för elever på högstadiet, med fokus på praktiska demonstrationer baserat på principer upptäckta av kända kvinnliga forskare (Lynch m. fl., 2024). Utvärderingen visade att flickor, förutom kännedom om kvinnliga förebilder inom fysik, fick en mer positiv uppfattning om sina fysikkunskaper, och att de i högre grad kunde se sig själva som fysiker i framtiden. Enligt en israelisk studie som kombinerar enkäter och intervjuer (Tal m. fl., 2024) uppger en högre andel kvinnor än män att de hade påverkats av en förebild under sina studier. Utifrån studiens resultat rekommenderas mentorprogram och forum som kan ge unga kvinnor fler förebilder inom STEM.

Samma idé om vikten av förebilder ligger till grund för en design där Schiefer m. fl. (2024) genomförde ett uppsökande program, som sammanför elever med migrationsbakgrund med STEM-professionella som delar samma språkliga och kulturella bakgrund. 83 portugisisktalande elever i åldrarna 6–17 år deltog i workshopar i Tyskland och Storbritannien. Programmet bestod av engångsworkshops med en undersökningsbaserad design. Workshopen inkluderade praktiska aktiviteter och vetenskapskommunikation, men här gav man eleverna möjlighet att genomföra workshopen på sitt modersmål. Resultaten visar att det är möjligt att stärka invandrade elevers självbild i relation till naturvetenskap, genom en kort intervention.

I Haglunds rapport (2012) efterfrågas en stärkt samverkan mellan högskolor och gymnasieskolor. Vi konstaterar att det finns flera verksamheter som bidrar till mentorsverksamheten inom matematik. Ett exempel är Stockholms Matematikcentrum, ett samarbete mellan Stockholms universitet och KTH, som bjuder in gymnasieelever till Stockholms matematiska cirkel, och mellan- och högstadiel elever till

matematikklubbar för att lösa spännande matematikproblem. Men med undantag från Sundströms (2020) licentiatuppsats om coachande nätbaserade samtal i matematik, så är den typen av mentorsverksamhet inte synlig i forskningen om intresse för STEM.

Tekniska eller naturvetenskapliga basår bidrar med en stärkt rekrytering genom att studieplatserna i ingenjörsprogrammen och naturvetenskapsprogrammen fylls med studenter med relevanta kunskaper, men också till breddad rekrytering som en del i högskolans samhällsansvar, genom att möjliggöra för fler att ändra inriktning efter gymnasiet (Bryntesson m fl., 2015). Bryntesson m fl. (2015) beskriver hur studenter söker sig till sådana utbildningar av olika anledningar: de saknar behörigheten, de behöver höja betyg eller få en garantiplats för att komma in, men också för att stärka sin studiekapacitet, till exempel efter ett studieuppehåll. Blomqvist (2015) visar att en genomtänkt design, som tar hänsyn till studenternas olika förkunskaper i matematik, förbättrar genomströmningen inom programmet, men bidrar också till att stimulera studenternas ämnesmässiga och personliga utveckling. Basåret lockar många studenter, till exempel var det Chalmers största program år 2013 (Blomqvist, 2015). Även basårsverksamheten är ett underbeforskat område, som potentiellt har stor betydelse för rekryteringen till högre utbildning inom STEM.

Sammanfattning

Intresse är ett svårfångat begrepp, och vi har samlat olika forskningsperspektiv under tre förklaringsmodeller: utbildningssociologiska förklaringar, affektiva faktorer och ämnesdidaktiska perspektiv på identitet och tillhörighet. Tillsammans ger de en nyanserad bild där det finns både systematiska skillnader mellan grupper av elever, men också individuella skillnader.

Vi konstaterar först att framtidsprognosen inte är en generell brist inom alla STEM-yrken, men icke desto mindre att det kommer att saknas yrkeskunniga inom kemi, biomedicin och fysikrelaterade ingenjörsutbildningar. I den här kunskapsöversikten vill vi nyansera antagandet att intresse leder till ökat antal personer som väljer att arbeta inom STEM, där forskning visar att ett intresse för STEM-relaterade skolämnen inte automatiskt leder till valet att arbeta inom STEM. Vi betonar därför betydelsen av intresse för skolämnen inom STEM för att bidra till matematiskt, naturvetenskapligt och tekniskt kunniga medborgare. Dessutom är matematik, naturvetenskap och teknik viktiga kunskaper inom många andra yrkeskategorier: lärare, sjuksköterskor, ekonomer, journalister och många fler. För att erbjuda likvärdig tillgång till sådana kunskaper är skolan och undervisningen central. Skolans ansvar inom STEM-undervisningen är därför inte bara att öka antalet studenter som väljer yrken där det nu finns en brist på arbetskraft, uppdraget är också att bidra till ett långsiktigt intresse för STEM, med medborgare som kan förstå och använda matematik, naturvetenskap och teknik i olika situationer.

De studier som gjorts på vad som fungerar visar att det ofta går att skapa ett tillfälligt, situationsspecifikt intresse ("situational interest") för STEM. En viss typ av bedömning, med fokus på resultat och prestation snarare än lärande, riskerar dock istället att öka oro och ångest relaterat till skolämnena. Studier visar att en sådan ångest uppstår oberoende av prestationen på provet. Skolämnenas roll i att också vara urvalsinstrument genom betygen kan alltså vara kontraproduktiv för att fler ska välja STEM. Flera studier visar istället att interaktiva eller undersökande arbetssätt bidrar till att elever engageras. Det resultatet håller även för STEM-undervisning inom högre utbildning, där studier visar att möjligheten att interagera med kurskamrater och lärare bidrar till en känsla av

tillhörighet, särskilt för kvinnor och studenter där föräldrarna inte har en akademisk bakgrund. Här tror vi att högskolor och universitet kan göra mer för att öka kunskapen om vad det innebär att studera STEM för de studenter som traditionellt inte tillhör majoritetsgruppen.

Initiativ utanför skolan kan komplettera undervisningen, men ersätter inte dess centrala roll för att väcka ungas intresse för STEM. Studier visar att effekten av pedagogiska insatser varierar beroende på kontext, ålder och insatsens omfattning. Användande av tekniska hjälpmedel, samverkan med högskolan, eller andra interventioner inom eller utanför skolan, ger en kortsiktig ökning av intresset, men vi har inte hittat studier som visar ett samband mellan den typen av interventioner och att välja att arbeta inom STEM. Men kunskap inom STEM bidrar till individens möjligheter att förstå och delta i samhället. Därför vill vi framhålla betydelsen av att väcka intresse för naturvetenskap, matematik, ingenjörsvetenskap och teknik även om det inte leder till en karriär inom STEM. Speciellt vill vi framhålla hur flera studier visat hur meningsfull STEM-undervisning och hållbarhetsfrågor bidrar till elevers intresse och förståelse, en förståelse som är viktigt för allas framtid.

Referenser

- Aivelo, T. (2023). School Students' Attitudes towards Unloved Biodiversity: Insights from a Citizen Science Project about Urban Rats. *Environmental Education Research*, 29(1), 81–98.
<https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2140125>
- Andersson, A., Valero, P., & Meaney, T. (2015). "I am [not always] a maths hater": Shifting students' identity narratives in context. *Educational Studies in Mathematics*, 90(2), 143–161.
<https://doi.org/10.1007/s10649-015-9617-z>
- Andersson, J., Hansson, L., & Leden, L. (2025). Upper secondary students' ways of positioning the science studies course as potentially relevant to their lives. *Nordic Studies in Science Education*, 21(1), 39-52.
- Archer, L., & DeWitt, J. (2014). Science aspirations and gender identity: Lessons from the ASPIRES project. In *Understanding student participation and choice in science and technology education* (pp. 89-102). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Archer, L., DeWitt, J., Godec, S., Henderson, M., Holmegaard, H., Liu, Q., ... & Watson, E. (2023). *ASPIRES3 Main Report: Young People's STEM Trajectories, Age 10-22*.
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2010). "Doing" science versus "being" a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchildren's constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, 94(4), 617-639.
- Archer, L., Francis, B., Henderson, M., Holmegaard, H., Macleod, E., Moote, J., & Watson, E. (2023). Get lucky? Luck and educational mobility in working-class young people's lives from age 10–21. *British Journal of Sociology of Education*, 44(5), 843–859.
<https://doi.org/10.1080/01425692.2023.2211234>
- Archer, L., Moote, J., Macleod, E., Francis, B., & DeWitt, J. (2020a). ASPIRES 2: Young people's science and career aspirations, age 10–19.
- Archer, L., Moote, J., & MacLeod, E. (2020b). Learning that physics is 'not for me': Pedagogic work and the cultivation of habitus among advanced level physics students. *Journal of the Learning Sciences*, 29(3), 347-384.
- Bano, S., Kanwal Atif, & Syed Atif Mehdi. (2024). Systematic Review: Potential Effectiveness of Educational Robotics for 21st Century Skills Development in Young Learners. *Education and Information Technologies*, 29(9), 11135–11153. ERIC. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12233-2>

- Blomqvist, U. (2015). Från standardprogram till utbildning i toppklass. Programutveckling av Tekniskt basår vid Chalmers tekniska högskola. *Högre utbildning*, 5(3), 189-193.
- Bourdieu, P. (1993). *Kultursociologiska texter*. Symposion.
- Brandell, G., & Staberg, E. M. (2008). Mathematics: A female, male or gender-neutral domain? A study of attitudes among students at secondary level. *Gender and Education*, 20(5), 495–509. <https://doi.org/10.1080/09540250701805771>
- Brickhouse, N. W., Lowery, P., & Schultz, K. (2000). What kind of a girl does science? The construction of school science identities. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(5), 441-458.
- Bryntesson, P. V., Cederborg Wincent, T., & Fagrell, P. (2015). Varför finns basår?. I 5:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörutbildningar, Uppsala universitet, 18–19 november 2015.
- Buckley, J., Gumaelius, L., Nyangweso, M., Hyland, T., Seery, N., & Pears, A. (2023). The impact of country of schooling and gender on secondary school students' conceptions of and interest in becoming an engineer in Ireland, Kenya and Sweden. *International Journal of STEM education*, 10(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00416-9>
- Börjesson, M., Broady, D., Dalberg, T. & Lidegran, I. (2016). Elite Education in Sweden: A Contradiction in Terms? In Maxwell & Aggleton (Eds.), *Elite Education: International Perspectives on the Education of Elites and the Shaping of Education Systems*. London: Routledge.
- Carlone, H. B., & Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching* 44(8), 1187-1218. <https://doi.org/10.1002/tea.20237>
- Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B., & Barro, S. (2023). AI Literacy in K-12: A Systematic Literature Review. *International Journal of STEM Education*, 10. ERIC. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7>
- Chen, B., Chen, J., Wang, M., Tsai, C.-C., & Kirschner, P. A. (2025). The Effects of Integrated STEM Education on K12 Students' Achievements: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 1-50. <https://doi.org/10.3102/00346543251318297>
- Chiu, T. K., Li, Y., Ding, M., Hallström, J., & Koretsky, M. D. (2025). A decade of research contributions and emerging trends in the International Journal of STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 12, Article 12. <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00533-7>
- Chu, W. W., Hafiz, N. R. M., Mohamad, U. A., Ashamuddin, H., & Tho, S. W. (2023). A Review of STEM Education with the Support of Visualizing Its Structure through the CiteSpace Software. *International Journal of Technology and Design Education*, 33(1), 39–61. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09728-3>
- Dahl, B., & Grunwald, A. (2022). How lower secondary pupils work with design in green entrepreneurship in STEM education competitions. *International Journal Technology and Design Education*, 32, 2467–2493. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09706-1>
- Danielsson, A. T. (2012). Exploring woman university physics students 'doing gender' and 'doing physics'. *Gender and Education*, 24(1), 25-39. <https://doi.org/10.1080/09540253.2011.565040>
- Danielsson, A. T., Gonsalves, A. J., Silfver, E., & Berge, M. (2019). The Pride and Joy of Engineering? The Identity Work of Male Working-Class Engineering Students. *Engineering Studies*, 11(3), 172–195. <https://doi.org/10.1080/19378629.2019.1663859>
- Darmawansah, D., Hwang, G.-J., Chen, M.-R. A., & Liang, J.-C. (2023). Trends and Research Foci of Robotics-Based STEM Education: A Systematic Review from Diverse Angles Based on the Technology-Based Learning Model. *International Journal of STEM Education*, 10. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00400-3>

- Darragh, L. (2016). Identity research in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 93(1), 19–33. <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9696-5>
- Deehan, J., MacDonald, A., & Morris, C. (2024). A scoping review of interventions in primary science education. *Studies in Science Education*, 60(1), 1–43. <https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2154997>
- DeWitt, J., & Archer, L. (2015). Who Aspires to a Science Career? A comparison of survey responses from primary and secondary school students. *International Journal of Science Education*, 37(13), 2170–2192. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1071899>
- Engström, S., & Blom, J. (2024). Technical science capital in relation to how students manage within higher technical education. *International Journal of Technology and Design Education*, 34, 1419–1439. <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09870-6>
- Falk, J. H., Pattison, S., Meier, D., Bibas, D., & Livingston, K. (2018). The contribution of science-rich resources to public science interest. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(3), 422–445. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.21425>
- Giese, L., Tellhed, U., Björklund, F., & Kalucza, J. (2025). ‘You have exactly what it takes’: two interventions for increasing women’s self-efficacy and belongingness in engineering. *European Journal of Engineering Education*, 50(3), 539–560. <https://doi.org/10.1080/03043797.2025.2467827>
- Geisler, S., Rach, S., & Rolka, K. (2023). The Relation between Attitudes towards Mathematics and Dropout from University Mathematics—The Mediating Role of Satisfaction and Achievement. *Educational Studies in Mathematics*, 112(2), <https://doi.org/10.1007/s10649-022-10198-6>
- Godec, S. (2018). Sciencey girls: Discourses supporting working-class girls to identify with science. *Education Sciences*, 8(1), 19. <https://doi.org/10.3390/educsci8010019>
- Godec, S., Archer, L., Moote, J., Watson, E., DeWitt, J., Henderson, M., & Francis, B. (2024). A Missing Piece of the Puzzle? Exploring Whether Science Capital and STEM Identity are Associated with STEM Study at University. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22(7), 1615–1636. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10438-y>
- Gómez-Arízaga, M. P., Navarro, M., Roa-Tampe, K., Conejeros-Solar, M. L., Valdivia-Lefort, M., Martin, A., & Bravo Rojas, C. (2023). Career Choice in Gifted Students with Interests in STEM. *Gifted and Talented International*, 38(1), 21–30. <https://doi.org/10.1080/15332276.2023.2237556>
- Gonsalves, A. J., & Danielsson, A. T. (Eds.) (2020). *Physics education and gender: Identity as an Analytic Lens for Research*. Springer.
- Gonsalves, A. J., Johansson, A., Nyström, A.-S., & Danielsson, A. T. (2022). Other spaces for young women’s identity work in physics: Resources accessed through university-adjacent informal physics learning contexts in Sweden. *Physical Review Physics Education Research*, 18(2), 020118. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.020118>
- Gunderson, E. A., Park, D., Maloney, E. A., Beilock, S. L., & Levine, S. C. (2018). Reciprocal relations among motivational frameworks, math anxiety, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, 19(1), 21–46. <https://doi.org/10.1080/15248372.2017.1421538>
- Haglund, J. (2012). NORDTEK:s Teknikdelegation. Linköpings universitet.
- Hallström, J., Norström, P. & Schönborn, K.J. (2023). Authentic STEM education through modelling: an international Delphi study. *International Journal of STEM Education*, 10, Article 62. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00453-4>
- Hazari, Z., Brewé, E., Goertzen, R. M., & Hodapp, T. (2017). The Importance of High School Physics Teachers for Female Students’ Physics Identity and Persistence. *The Physics Teacher*, 55(2), 96–99. <https://doi.org/10.1119/1.4974122>

- Hazari, Z., Potvin, G., Lock, R. M., Lung, F., Sonnert, G., & Sadler, P. M. (2013). Factors that affect the physical science career interest of female students: Testing five common hypotheses. *Physical Review Special Topics—Physics Education Research*, 9(2), 020115. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.020115>
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111–127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4
- Holmegaard, H. T., & Archer, L. (Eds.) (2023). *Science Identities. Theory, methods and research*. Springer.
- Holth, L. (2015). Den raka och den krokiga vägen: om genus, ingenjörer och teknikkarriärer (Doctoral dissertation, Karlstad University Press).
- Holth, L. (2014). Passionate men and rational women: gender contradictions in engineering. *NORMA: International Journal for Masculinity Studies*, 9(2), 97-110.
- Jegstad, K. M. (2024). Inquiry-Based Chemistry Education: A Systematic Review. *Studies in Science Education*, 60(2), 251–313. <https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2248436>
- Johnson, A. (2020). An intersectional physics identity framework for studying physics settings. I Gonsalves & Danielsson (red) *Physics education and gender: identity as an analytic lens for research*, 53-80. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41933-2_4
- Johansson, A. (2020). Negotiating intelligence, nerdiness, and status in physics master’s studies. *Research in Science Education*, 50(6), 2419-2440. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9786-8>
- Kang, J., Hense, J., Scheersoi, A., & Keinonen, T. (2019). Gender study on the relationships between science interest and future career perspectives. *International Journal of Science Education*, 41(1), 80–101. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1534021>
- Kang, J. (2023). Gendered Science Practice at Secondary School and Its Effects on Science Motivations. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(6), 1725–1747. ERIC. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10325-y>
- Kirchhoff, T., Wilde, M., & Großmann, N. (2024). On the Interest-Promoting Effect of Outreach Science Labs: A Comparison of Students’ Interest during Experimentation at an Outreach Science Lab and at School. *Research in Science Education*, 54(3), 459-473. <https://doi.org/10.1002/tea.21859>
- Konowitz, L., Lund, T., Lincoln, B., Reed, M., Liang, B., Barnett, M., & Blustein, D. (2022). Changemakers: Influences on Engagement in STEM Curricula among Underrepresented Youth. *European Journal of Psychology and Educational Research*, 5(2), 103–113.
- Kozan, K., Caskurlu, S., & Guzey, S. S. (2023). Factors Influencing Student Outcomes in K-12 Integrated STEM Education: A Systematic Review. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 13(2), 1–17. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1315>
- Kristensen, H., & Knain, E. (2024). Which Side Are You on? The Role of Attitudes in Reasoning Practices in Student-Group Interactions Regarding a Socio-Scientific Issue Related to Climate Change. *International Journal of Science Education*, 46(7), 670–690. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2253367>
- Lahdenperä, J., & Nieminen, J. H. (2020). How Does a Mathematician Fit in? A Mixed-Methods Analysis of University Students’ Sense of Belonging in Mathematics. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 6(3), 475–494. <https://doi.org/10.1007/s40753-020-00118-5>
- Leslie, S. J., Cimpian, A., Meyer, M., & Freeland, E. (2015). Expectations of brilliance underlie gender distributions across academic disciplines. *Science*, 347(6219), 262-265. <https://doi.org/10.1126/science.1261375>

- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd, J. E. (2020). Research and trends in STEM education: A systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>
- Lin, T.-C., Lin, T.-J., & Tsai, C.-C. (2014). Research Trends in Science Education from 2008 to 2012: A systematic content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 36(8), 1346–1372. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.864428>
- Lin, T.-J., Lin, T.-C., Potvin, P., & Tsai, C.-C. (2019). Research trends in science education from 2013 to 2017: A systematic content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 41(3), 367–387. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1550274>
- Lindberg, L., Riis, U. & Silander, C. (2011). Gender equality in Swedish higher education: patterns and shifts. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 55(2), 165-179. <https://doi.org/10.1080/00313831.2011.554697>
- Luo, L., Stoeger, H., & Subotnik, R. F. (2022). The Influences of Social Agents in Completing a STEM Degree: An Examination of Female Graduates of Selective Science High Schools. *International Journal of STEM Education*, 9. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00324-w>
- Lupión-Cobos, T., Girón-Gamero, J., & García-Ruiz, C. (2022). Building STEM Inquiry-Based Teaching Proposal through Collaborations between Schools and Research Centres: Students' and Teachers' Perceptions. *European Journal of Educational Research*, 11(2), 899–915.
- Lykkegaard, E., & Ulriksen, L. (2019). In and out of the STEM pipeline – a longitudinal study of a misleading metaphor. *International Journal of Science Education*, 41(12), 1600–1625. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1622054>
- Lynch, A., Cauchi, M., & Walshe, G. (2024). Development, evaluation, and gender differences in a novel workshop intervention to narrow the physics gender gap at postcompulsory level. *Physical Review Physics Education Research*, 20(2), 020109. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.020109>
- Lövheim, D. (2016). *Naturvetarna, ingenjörerna och valfrihetens samhälle: Rekrytering till teknik och naturvetenskap under svensk efterkrigstid*. Kriterium.
- Ma, Y. (2023). The Effect of Inquiry-Based Practices on Scientific Literacy: The Mediating Role of Science Attitudes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(7), 2045–2066. ERIC. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10336-9>
- Marcos-Walias, J., Bobo-Pinilla, J., Delgado Iglesias, J., & Reinoso Tapia, R. (2023). Plant Awareness Disparity among Students of Different Educational Levels in Spain. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 11(2), 234–248. <https://doi.org/10.30935/scimath/12570>
- Maries, A., Li, Y., & Singh, C. (2025). Challenges faced by women and persons excluded because of their ethnicity and race in physics learning environments: Review of the literature and recommendations for departments and instructors. *Reports on Progress in Physics*, 88(1), 015901. <https://doi.org/10.1088/1361-6633/ad91c4>
- Martinot, P., m. fl. (2025). Rapid emergence of a maths gender gap in first grade. *Nature* (online). <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09126-4>
- McGarr, O., Exton, C., Power, J., & McInerney, C. (2023). What about the Gatekeepers? School Principals' and School Guidance Counsellors' Attitudes towards Computer Science in Secondary Schools. *Computer Science Education*, 33(2), 168–185. <https://doi.org/10.1080/08993408.2021.1953296>
- Mellander, E., & Svärth, J. (2015). *Tre lärdomar från en effektutvärdering av lärarstödsprogrammet NTA, IFAU-rapport 2015: 17*. IFAU-Institutet för arbetsmarknads- och utbildningspolitisk utvärdering.
- Membiola, P., Acosta, K., Yebra, M. A., & González, A. (2023). Motivation to learn science, emotions in science classes, and engagement towards science studies in Chilean and Spanish

- compulsory secondary education students. *Science Education*, 107(4), 939-963.
<https://doi.org/10.1002/sc.21793>
- Mendick, H. (2005). A beautiful myth? The gendering of being/doing ‘good at maths’. *Gender and education*, 17(2), 203-219. <https://doi.org/10.1080/0954025042000301465>
- Mendick, H., Berge, M., & Danielsson, A. (2017). A critique of the STEM pipeline: Young people’s identities in Sweden and science education policy. *British Journal of Educational Studies*, 65(4), 481-497. <https://doi.org/10.1080/00071005.2017.1300232>
- Meulenbroeks, R., van Rijn, R., & Reijkerkerk, M. (2024). Fostering secondary school science students’ intrinsic motivation by inquiry-based learning. *Research in Science Education*, 54(3), 339-358. <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10139-0>
- Moneta, G. B., Vulpe, A., & Rogaten, J. (2012). Can positive affect “undo” negative affect? A longitudinal study of affect in studying. *Personality and individual differences*, 53(4), 448-452. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2012.04.011>
- Moote, J., Archer, L., DeWitt, J., & MacLeod, E. (2021). Who has high science capital? An exploration of emerging patterns of science capital among students aged 17/18 in England. *Research Papers in Education*, 36(4), 402-422. <https://doi.org/10.1080/02671522.2019.1678062>
- Moote, J., Archer, L., Henderson, M., Watson, E., DeWitt, J., Francis, B., & Holmegaard, H. (2025). More is more: Exploring the relationship between young people’s experiences of school-based career education, information, advice and guidance at age 14–16 and wider adult outcomes at age 21–22 in England. *Research Papers in Education*, 40(1), 72–95. <https://doi.org/10.1080/02671522.2024.2330971>
- Mujtaba, T., & Reiss, M. J. (2013). What sort of girl wants to study physics after the age of 16? Findings from a large-scale UK survey. *International Journal of Science Education*, 35, 2979–2998. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.681076>
- Namkung, J. M., Goodrich, J. M., & Lee, K. (2023). The factor structure of mathematics anxiety and its relation to gender and mathematics performance. *Psychology in the Schools*, 60(11), 4740–4757. <https://doi.org/10.1002/pits.23016>
- Naturvetenskap och Teknik för Alla. (2024). *Verksamhetsberättelse 2024*. <https://nta.nu>
- Noris, M., Saputro, S., & Ulimaz, A. (2023). STEM Research Trends From 2013 to 2022: A Systematic Literature Review. *International Journal of Technology in Education*, 6(2), 224–237. <https://doi.org/10.46328/ijte.390>
- Nyman, M., & Sumpter, L. (2019). The issue of ‘proudliness’: Primary students’ motivation towards mathematics. *Lumat: International Journal of Math, Science and Technology Education*, 7(2). <https://doi.org/10.31129/LUMAT.7.2.331>
- Ofek-Geva, E., & Fortus, D. (2024). Exploring Features that play a role in adolescents’ science identity development. *Research in Science Education*, 54(5), 867-889. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10165-6>
- Ochsen, S., Bernholt, A., Grund, S., & Bernholt, S. (2023). Interestingness Is in the Eye of the Beholder—The Impact of Formative Assessment on Students’ Situational Interest in Chemistry Classrooms. *International Journal of Science Education*, 45(5), 383–404. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2163204>
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Papalazarou, N., Lefkos, I., & Fachantidis, N. (2024). The effect of physical and virtual inquiry-based experiments on students’ attitudes and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 33(3), 349-364. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10088-3>
- Pedersen, I. F., & Haavold, P. Ø. (2023). Students’ Mathematical Beliefs and Motivation in the Context of Inquiry-Based Mathematics Teaching. *International Journal of Mathematical*

- Education in Science and Technology*, 54(8), 1649–1663.
<https://doi.org/10.1080/0020739X.2023.2189171>
- Pleasant, J., & Olson, J. K. (2019). What is engineering? Elaborating the nature of engineering for K–12 education. *Science Education*, 103, 145–166. <https://doi.org/10.1002/sce.21483>
- Punzalan, C. H. (2022). STEM Interests and Future Career Perspectives of Junior High School Students: A Gender Study. *International Journal of Research in Education and Science*, 8(1), 93–102. <https://doi.org/10.46328/ijres.2537>
- Radovic, D., Black, L., Williams, J., & Salas, C. E. (2018). Towards conceptual coherence in the research on mathematics learner identity: A systematic review of the literature. *Educational Studies in Mathematics*, 99(1), 21–42. <https://doi.org/10.1007/s10649-018-9819-2>
- Rajsiglová, I., Poneszová, V., & Teplá, M. (2024). The Influence of Extracurricular Activities on the Interest of Czech and Finnish Students in Biology. *Journal of Baltic Science Education*, 23(3), 536–549. <https://doi.org/10.33225/jbse/24.23.536>
- Rozgonjuk, D., Täht, K., Soobard, R., Teppo, M., & Rannikmäe, M. (2024). The S in STEM: gender differences in science anxiety and its relations with science test performance-related variables. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00504-4>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 20–26.
- SCB. (2024). Trender och prognoser 2023. Befolkning. Utbildning. Arbetsmarknad. Med sikte på år 2040. https://www.scb.se/contentassets/3c424ebe4366403da0d30dfba52fba87/uf0515_2023a01_br_am85br2401.pdf
- Schmäing, T., & Grotjohann, N. (2023). Environmental Education in Teaching Science on the Wadden Sea Ecosystem: What Are the Effects on Environmental Psychological Constructs? *Environmental Education Research*, 29(2), 232–247. <https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2102584>
- Schoenherr, J., Schukajlow, S. & Pekrun, R. (2025). Emotions in mathematics learning: a systematic review and meta-analysis. *ZDM Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01651-w>
- Schiefer, J., Caspari, J., Moscoso, J. A., Catarino, A. I., Miranda Afonso, P., Golle, J., & Rebuschat, P. (2024). Science and Heritage Language Integrated Learning (SHLIL): Evidence of the effectiveness of an innovative science outreach program for migrant students. *Science Education*, 108(4), 983–1014. <https://doi.org/10.1002/sce.21860>
- Seymour, E., & Hewitt, N. M. (1997). *Talking about leaving: Why undergraduates leave the sciences*. Westview Press.
- Seymour, E., Hunter, A.-B., & Weston, T. J. (2019). Why We Are Still Talking About Leaving. I E. Seymour & A.-B. Hunter (Red.), *Talking about Leaving Revisited* (s. 1–53). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-25304-2_1
- Skolverket (2025). Könskillnader i skolresultat. <https://www.skolverket.se/publikationer?id=13305>
- Silfver, E. (2019). Gender performance in an out-of-school science context. *Cultural Studies of Science Education*, 14(1), 139–155. <https://doi.org/10.1007/s11422-017-9851-z>
- Smith, E., & Gorard, S. (2011). Is there a shortage of scientists? A re-analysis of supply for the UK. *British Journal of Educational Studies*, 59(2), 159–177. <https://doi.org/10.1080/00071005.2011.578567>
- Steeh, A. M., Höffler, T. N., Keller, M. M., & Parchmann, I. (2019). Gender differences in mathematics and science competitions: A systematic review. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(10), 1431–1460. <https://doi.org/10.1002/tea.21580>
- Stohlmann, M. (2022). Growth Mindset in K-8 STEM Education: A Review of the Literature since 2007. *Journal of Pedagogical Research*, 6(2), 149–163. <https://doi.org/10.33902/JPR.202213029>

- Sultan, U., Axell, C. & Hallström, J. (2024). Bringing girls and women into STEM?: Girls' technological activities and conceptions when participating in an all-girl technology camp. *International Journal of Technology and Design Education*, 34, 647–671. <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09831-z>
- Sumpter, L., & Sollerman, S. (2023). Changes in Affect: Patterns in Grade 4 and Grade 8 Students' Expressed Emotional Directions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 54(8), 1598–1613. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2023.2184279>
- Sumpter, L., Pettersson, A., & Sollerman, S. (2025). Lower secondary school students' conceptions about their effort in mathematics education. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 20 (3), em0839. <https://doi.org/10.29333/iejme/16521>
- Sumpter, L. & Sumpter, D.J.T. (2021). Understanding gender differences in participation in PhD studies. *SN Social Sciences*, 1(4) 90. <https://doi.org/10.1007/s43545-021-00098-6>
- Sundström, P. (2020). *Coachande nätbaserade samtal om matematik En studie om hur matematikcoacher stöttar elever vid problemlösning*. Linköpings universitet [Licentiatavhandling].
- Svenningsson, J. (2024). *Having an attitude toward technology: Rethinking PATT studies from a theoretical perspective to study students' attitudes toward technology* (Doctoral dissertation, Linköping University Electronic Press).
- Takeuchi, M. A., Sengupta, P., Shanahan, M. C., Adams, J. D., & Hachem, M. (2020). Transdisciplinarity in STEM education: A critical review. *Studies in Science Education*, 56(2), 213-253.
- Tal, M., Lavi, R., Reiss, S., & Dori, Y. J. (2024). Gender perspectives on role models: insights from STEM students and professionals. *Journal of Science Education and Technology*, 33(5), 699-717. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10114-y>
- Tang, K.-S. and Williams, P.J. (2019), STEM literacy or literacies? Examining the empirical basis of these constructs. *Review of Education*, 7, 675-697. <https://doi.org/10.1002/rev3.3162>
- Teknikdelegationen. (2010). *Vändpunkt Sverige - ett ökat intresse för matematik, naturvetenskap, teknik och IKT*. SOU 2010:28.
- Tytler, R., & Ferguson, J. P. (2023). Student attitudes, identity, and aspirations toward science. I *Handbook of Research on Science Education* (s. 158-192). Routledge.
- Vakarou, G., Stylos, G., & Kotsis, K. T. (2024). Effect of Didactic Intervention Einsteinian Physics on Students' Interest in Physics. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 12(2), 200–210. <https://doi.org/10.30935/scimath/14303>
- Valero, P., Österling, L., Truong, N., Danielsson, A., Nunes, B., & Berge, M. (2025). First-year university students' mathematics capital and identities. *The Mathematics Enthusiast*, 22(3), 311–334. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1672>
- Vanhöfen, J., Randler, C., Neunhoeffler, F., Härtel, T., Engeser, C., & Fischer, C. (2024). Comparing digital identification guides with traditional guidebooks in a bird field trip. *International Journal of Science Education*, 46(11), 1049–1072). <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2272602>
- Watson, A. D., & Watson, G. H. (2013). Transitioning STEM to STEAM: Reformation of engineering education. *Journal for Quality and Participation*, 36(3), 1-5.
- Westman, A. K., Jidesjö, A., & Oskarsson, M. (2025). Reoccurring science identities: Swedish secondary students' interest in science and technology compared 2003 and 2020. *NorDiNa: Nordic Studies in Science Education*, (1), 102-116.
- Williams, J., & Choudry, S. (2016). Mathematics capital in the educational field: Bourdieu and beyond. *Research in Mathematics Education*, 18(1), 3–21. <https://doi.org/10.1080/14794802.2016.1141113>

- Wint, N. (2023). Why do students choose to study on engineering foundation year programmes within the UK? *European Journal of Engineering Education*, 48(1), 157–179. <https://doi.org/10.1080/03043797.2022.2047895>
- Vrieler, T. (2025). *Advancing Social Justice in Code Club Education: Exploring Participation, Pedagogy, and Computer Science Capital*. Uppsala universitet. [Doktorsavhandling]
- von Davier, M., Kennedy, A., Reynolds, K., Fishbein, B., Khorramdel, L., Aldrich, C., Bookbinder, A., Bezirhan, U., & Yin, L. (2024). *TIMSS 2023 International results in mathematics and science*. <https://doi.org/10.6017/lse.tpisc.timss.rs6460>
- Zhang, D., & Wang, C. (2020). The relationship between mathematics interest and mathematics achievement: mediating roles of self-efficacy and mathematics anxiety. *International Journal of Educational Research*, 104, 101648. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101648>