

Hur kan vi organisera undervisningen på lågstadiet så att eleverna lär sig att värdera resultat i egna undersökningar?

Marie Åkerlind Paulsson
Maria Weiland
Sebastian Björnhammer
Per Anderhag

Stockholms stad
Stockholms universitet
Stockholms universitet
Stockholms stad och Stockholms universitet

Naturorienterande undervisning i grundskolan ska ge eleverna möjlighet att genomföra systematiska undersökningar, vilket ofta kräver laborativa moment. Forskning visar att sådana moment ofta har flera syften, vilket kan göra att fokus på naturvetenskap som process förloras. En särskilt viktig del är att lära sig värdera resultat. Men elever har ofta svårt för det eftersom de inte får tillräcklig träning i att analysera data och prata om möjliga felkällor när de tolkar sitt resultat. Syftet med den här artikeln är att visa exempel på hur NO-undervisningen på lågstadiet kan organiseras för att stärka elevernas förmåga att värdera resultat. Undervisningen planerades och analyserades med hjälp av den didaktiska modellen Organiserande syften. En klass i årskurs 2 genomförde nio lektioner om friktion, där fyra centrala lektioner fokuserade på att testa vilket material som gled snabbast nedför en ramp. Lektionerna utformades för att ge eleverna en aktiv roll i både utformningen och utvärderingen av undersökningarna och elevernas synpunkter och förslag användes i planerandet av efterkommande lektion.

Introduktion

Genom den naturorienterande undervisningen ska eleverna få lära sig att genomföra systematiska undersökningar. Detta står tydligt uttryckt i kursplanerna för de naturvetenskapliga ämnena i grundskolan. För att eleverna ska få möjlighet att träna på detta behöver lärare därför få in laborativa moment i undervisningen, något som ibland kan vara svårt att få till. Laborativa moment är ofta tidskrävande, särskilt när eleverna ska vara delaktiga i själva undersökandet. Forskning har dessutom visat att laborativa moment i skolan har många olika syften, vilket kan leda till att systematiska undersökningar hamnar i skymundan [1,2]. Syftet kan till exempel vara att eleverna ska lära sig om begrepp och fenomen, samtidigt som de implicit förväntas lära sig om systematiska undersökningar bara genom att göra systematiska undersökningar. Att elever får genomföra systematiska undersökningar är viktigt men eleverna behöver även stöd från läraren för att kunna fokusera på viktiga aspekter i att genomföra systematiska undersökningar [3].

En viktig aspekt av att kunna genomföra systematiska undersökningar är att kunna värdera resultat. Detta är något som elever både i Sverige och i övriga världen har svårt för [4,5]. En trolig förklaring kan vara att eleverna inte fått öva tillräckligt. Vanligtvis får elever arbeta med att identifiera felkällor men det är inte lika vanligt att eleverna får stöd i hur felkällorna hänger ihop med hur de kan värdera resultaten och hur data förhåller sig till evidens. Frågan är då hur undervisningen kan organiseras för att eleverna ska få möjlighet att lära sig att tolka data och värdera resultat? För att ge ett exempel som svarar på frågan ska vi beskriva hur vi, i ett forskningsprojekt inom ramen för Stockholm Teaching & Learning Studies (STLS), organiserade NO-undervisning på lågstadiet, för att eleverna skulle få möjlighet att öva på att värdera resultat i en egen undersökning.

I studien användes organiserande syften för att planera och analysera undervisningen. Organiserande syften [6,7] är en didaktisk modell som kan användas för att designa och analysera hur kontinuitet skapas mellan det eleverna gör under lektionen och det de förväntas lära sig. Modellen bygger på fem begrepp:

- Övergripande syfte
- Närliggande syfte
- Mål-i-sikte
- Kontinuitet
- Lärandeprogression

Övergripande syften relaterar till det eleverna ska lära sig, det eleverna förväntas kunna göra i slutet av lektionen eller lektionsserien och det som är lärarens syfte med undervisningen. De närliggande syftena kan beskrivas som aktiviteter som är begripliga för eleverna och som utgår från de kunskaper och erfarenheter eleverna har sedan tidigare. När eleven engageras i dessa aktiviteter kan de närliggande syftena bli till mål-i-sikte för eleverna. Närliggande syften behöver knytas samman med det övergripande, syftena behöver alltså göras kontinuerliga med varandra. Detta kan eleverna inte göra själva utan behöver stöd av läraren. Då det närliggande syftet blir till mål-i-sikte för eleverna och då närliggande syften blir kontinuerliga med varandra och det övergripande syftet leder det till lärandeprogression.

I vårt arbete med att planera undervisningen kring förmågan att värdera ett resultat använde vi organiserande syften för att planera för en progression, från det som eleverna redan behärskade kring att genomföra systematiska undersökningar till att värdera resultat. Sedan användes även modellens begrepp för att analysera och förstå elevernas lärandeprogression och därmed hur undervisningen skulle organiseras.

En undervisningssekvens om att värdera resultat i undersökandet av friktion

Med fokus på systematiska undersökningar och specifikt att värdera resultat startade projektet upp tillsammans med en klass på 28 elever i grundskolans årskurs 2. Eleverna skulle arbeta med temat friktion och som en del av detta skulle eleverna genomföra systematiska undersökningar för att ta reda på vilket av ett antal olika material som gled snabbast nedför en ramp.

Temat bestod i sin helhet av nio lektioner. Den allra första lektionen i temat började med att eleverna fick titta på korta filmklipp där människor halkade. Syftet med filmerna var att sätta igång samtal och funderingar i klassrummet. Eleverna fick också bekanta sig med de olika materialen som sedan skulle användas i kommande undersökningar. Vi hade förberett klossar, ramper och ett stort antal tillklippta bitar av olika material. Här fanns exempelvis tyll, frotté, läder, metall, kork och silkespapper. Eleverna fick till uppgift att sortera dessa utifrån olika egenskaper. Först utifrån sina egna premisser, därefter på ett mer naturvetenskapligt sätt och relaterat till temat friktion. Filmklipp och sorteringsövningar var aktiviteter (närliggande syften) som startade i det för eleverna redan tidigare kända. Det var nya aktiviteter som så att säga erbjöd eleverna samtal om tidigare erfarenheter. Eleverna fick möjlighet att delta i samtal med vardagliga ord som, genom de fortsatta samtalen, sedan gjordes kontinuerligt med ett mer naturvetenskapligt språkbruk.

Efter de inledande lektionerna följde fyra lektioner då klassen arbetade med att genomföra systematiska undersökningar. Dessa fyra lektioner har studerats mer specifikt i själva forskningsprojektet och har kallats undersökningslektioner i den här texten. Avslutningsvis utvärderades elevernas kunskaper om fenomenet friktion med ett frågequiz, varpå hela temat avslutades med en lektion där eleverna fick åka rutschkana ner för bänkarna i skolans idrottshall.

Under de fyra undersökningslektionerna arbetade eleverna med att ta reda på säkert vilket

material som glider snabbast nedför en ramp (se [Figur 1](#)). Det övergripande syftet med undersökningslektionerna var att eleverna skulle utveckla förmågan att värdera ett resultat, i en egen undersökning. För att eleverna skulle ges möjlighet till detta behövde de få vara aktiva aktörer i klassrummet med frihet att forma undersökningens datainsamling istället för att följa en färdig planering. För att skapa denna frihet utgick vi från fyra ingångsvärden i lektionsplaneringen: flexibilitet, kreativitet, kollaboration och konstruktivitet. Dessa ingångsvärden har tidigare beskrivits som grunden till att organisera för mer autentiska undersökningar i undervisningen [\[8\]](#).



Figur 1. Eleverna fick under fyra lektioner skapa en undersökning för att ta reda på vilket material som glider snabbast nedför en ramp. (Foto: Emilie Stockhaus)

Flexibilitet planerade vi för genom att erbjuda eleverna en kontext med många variabler. Vi ville presentera en variation av material att testa, flera ramper att testa på och inga förutbestämda höjder för ramperna. I denna multivariabla kontext ville vi uppmana eleverna till kreativitet. Eleverna skulle få testa sig fram och försöka själva, men även kontinuerligt genom helklassdiskussioner reflektera över hur undersökningen kunde förbättras. Att eleverna skulle bjudas in som medskapare i klassrummet syftade även till att möjliggöra för konstruktivitet där eleverna iterativt skulle pröva, värdera och ompröva sin datainsamling för att etablera "säkrare" resultat. Vi planerade för att eleverna, i en variation av grupparbete och helklassdiskussioner, kollaborativt skulle utveckla ny kunskap. Vi ville få eleverna att se klassen som ett forskarkollektiv där varje grupp kunde bidra i det systematiska undersökandet.

De närliggande syftena vi planerade för kan beskrivas med frågorna: Vilket material glider snabbast? och Hur kan ni veta det säkert? Dessa genererade flera aktiviteter som eleverna engagerades i och således behövde vi planera för nya närliggande syften utifrån hur processen utvecklades.

De fyra undersökningslektionerna

Här presenterar vi de fyra undersökningslektionerna och deras respektive närliggande syften. Eftersom lektionerna var organiserade så att eleverna skulle få stort utrymme att bidra med sina

tankar och förslag tillkom syften som vi inte initialt hade planerat för. Utöver mer allmänna, relationella och sociala förmågor som är viktiga för eleverna att utveckla (t.ex. att samarbeta) var lektionsseriens övergripande syften:

- Att utveckla förmågan att arbeta systematiskt i undersökningar
- Att utveckla förmågan att värdera resultat från systematiska undersökningar

Första undersökningslektionen

Första undersökningslektionen började med en tillbakablick där läraren och eleverna pratade om temats tidigare genomförda lektioner. Läraren introducerade sedan innehållet för den första undersökningslektionen, där eleverna skulle undersöka vilket av fyra olika material som gled snabbast nedför en ramp. De skulle arbeta i grupper om 3–4 elever och de skulle själva få välja vilket material de ville undersöka. De skulle också fundera över hur de utifrån sina tester kunde veta säkert vilket material som var snabbast. Varje grupp fick varsin ramp, ramperna hade olika längd och bestod av olika material. I lektionens inledning introducerade läraren alltså lektionens närliggande syften, nämligen:

1. Använd rampen för att undersöka vilket av de valda materialen som glider snabbast (grupp)
2. Fundera över hur ni kan veta säkert vilken som glider snabbast (helklass)

Eleverna fick 15 minuter på sig att hämta material och testa i sina ramper. Engagemanget var stort bland eleverna och ljudvolymen i klassrummet var hög då eleverna diskuterade materialval, vem som skulle göra vad och varför. Någon elev höll för öronen på grund av ljudnivån och vid flera tillfällen fick läraren påminna klassen om att "prata med mindre bokstäver".

När 15 minuter hade passerat uppmanades eleverna att lägga tillbaka de saker de använt men behålla rampen och det material som hade varit snabbast. Alla elever samlades i en halvcirkel mitt i rummet för att gemensamt reflektera över sina undersökningar. En grupp i taget ställde sig i halvcirkelns mitt och berättade och visade med materialet hur de hade genomfört sina undersökningar. För att veta vilket som var snabbast hade flertalet grupper räknat tiden det tog för de olika materialen att åka nedför rampen. De närliggande syftena att ta reda på vilket som är snabbast och hur man kan veta det säkert blev således mål-i-sikte för eleverna. Nedanstående exempel visar på hur detta kan framkomma under konversationen i klassrummet. I artikelns exempel indikeras läraren med L och eleverna med E, medan [...] indikerar delar av konversationen som inte tagits med i exemplet.

Exempel 1. Räkna tiden

1. L: Innan ni börjar så vill vi gärna veta vad ni kom fram till. Vad var snabbast?

2. E: Metall

3. L: Vilka material jämförde ni med?

4. E: Läder, resår

[...]

5. L: Hur vet ni att det är det snabbaste?

6. E: Vi jämförde hur lång tid det tog.

7. L: När ni jämförde, hur jämförde ni då?

8. E: Vi räknade hur lång tid det tog för den att åka ner.

9. L: Okej.

10. L: Så ni räknade. 1, 2, 3, typ så?

11. E: Nej, alltså inte så jättesnabbt.

[...]

12. L: Hur kom ni fram till att det var snabbast då? Hur gjorde ni?

13. E: Vi såg hur snabba de var och jag räknade sekunder.

14. L: Hur räknade du sekunder?

15. E: Jag räknade.

16. L: Så här 1, 2?

17. E: Ja.

Eleverna kunde alltså veta genom den jämförelse av tider de hade gjort mellan de olika materialen. Exemplet visar också hur läraren riktar elevernas uppmärksamhet på att "räkna" kan innebära olika saker för den som räknar, man kan till exempel räkna olika fort. Att veta säkert kan alltså handla om mätnoggrannhet. Läraren bad sedan eleverna att berätta om valet av material.

Exempel 2. Välja material

18. L: Får jag fråga, jag är nyfiken. Varför valde ni de där materialen? Hur kom ni fram till det?

19. E: Alla fick välja varsitt material. Och så valde [namn på elev] metall och så valde vi andra, eftersom vi var fyra i gruppen.

20. L: Aha. Valde ni något som ni tycker om eller som ni trodde var snabbt eller något som var fint eller?

21. E: Jag tog ett material som jag tyckte om.

[...]

22. L: Hur gjorde ni andra?

23. E: Jag valde fuskskinn.

24. L: Varför valde du den då?

25. E: Jag tänkte fuskpäls och då var den redan tagen. Och då tänkte jag typ så här, mitt andra jag gillar, och så fuskskinn.

26. L: Var det för att det lät lika?

27. E: Ja.

28. E: Jag tog fleece för jag trodde det var snabbast.

Som exemplet visar fanns det ingen uppenbar systematik i hur eleverna valde att testa (eller valde att inte testa) vilket av alla material som var snabbast (rad 21, 25, 28). Detta var något som läraren noterade och valde att återkomma till i samtalen. Som beskrivits ovan var aktiviteten kopplad till ett övergripande naturvetenskapligt syfte att träna på att arbeta undersökande. En viktig poäng i relation till detta är materialens glidrelaterade egenskaper (snarare än t.ex. deras estetiska egenskaper) och att alla material behöver testas för att eleverna ska kunna veta säkert. I det sammanfattande samtalet i slutet av lektionen återkommer läraren till materialval och det närliggande syftet att veta säkert, som alltså inte enbart handlar om att mäta tiden.

Exempel 3. Testa alla

29. L: Någon annan som vill dela med sig av någon tanke?

30. E: Om det fanns tillräckligt med metall så hade alla grupper testat metall.

31. E: Jag tänkte också ta det.

32. L: Men har ni testat allt material mot metall då?

33. E: Näe

34. L: Hur vet man att inte, nu hittar jag bara på, att inte kartong till exempel är snabbare, hur vet vi det? Kan vi veta säkert att det var metall som var snabbast av materialen?

35. L: Vad tänker du?

36. E: Jag vet inte, om vi säger att ingen tog tyll, då vet man inte om det är snabbare än metall, man måste testa alla.

Lektionen avslutades med att man pratade om vad man skulle vilja förändra till nästa lektion, i det sammanfattande samtalet hade "testa alla" (36) föreslagits av flera elever och man konstaterade därför avslutningsvis att man behöver testa alla material för att veta säkert vilket material som var snabbast. Mellan lektionerna diskuterade vi även att det hade varit engagerat men kanske lite högljutt och att vissa elever inte riktigt visste vad de skulle göra då de arbetade i gruppen. Kopplat till detta var också den känsla av tävling mellan grupperna som ibland infann sig under aktiviteten; eleverna ville snabbt ha ett resultat.

Andra undersökningslektionen

Även vid den andra undersökningslektionen arbetade eleverna i mindre grupper när de genomförde sina undersökningar. Utifrån den tidigare lektionen hade vi bestämt att varje elev skulle tilldelas ett specifikt ansvarsområde inom gruppen när de genomförde sina undersökningar (t.ex. fick en elev i varje grupp i uppgift att dokumentera resultatet). Denna förändring syftade till att få alla elever aktiva i grupparbetet och därmed också sänka den tidigare alltför höga ljudvolymen i klassrummet.

För att ytterligare öka kontinuiteten mellan de olika aktiviteterna beslutade vi också att eleverna i slutet av sin undersökning skulle berätta för sina klasskamrater vilket material som var snabbast och hur de kunde veta det säkert. Det var således en explicit aktivitet som eleverna inledningsvis blev medvetna om och kunde förbereda sig på. Tanken var att detta skulle stötta elevernas förståelse för vad som var väsentligt att uppmärksamma när de genomförde sina undersökningar.

Vi hade också fördelat tre olika material och varsin ramp mellan grupperna eftersom eleverna under föregående lektion hade föreslagit att man borde testa alla typer av material för att avgöra vilket som var det snabbaste. Här hade vi också avsiktligt delat ut material och ramper av olika "snabbhet" till grupperna för att göra det enklare för eleverna att få syn på skillnader. Vi hade även

bestämt att grupperna halvvägs in på lektionen skulle byta ramper med varandra, för att sedan testa sina tre material på nytt med den nya rampen. Detta var en förändring för att eleverna skulle upptäcka skillnader i hur deras material gled beroende på vilket underlag de använde.

Givet ovanstående justeringar valde vi att vänta med att introducera mätnoggrannhet, ett fenomen de indirekt hade berört under den första lektionen (exempel 1 ovan). Tre ytterligare närliggande syften (3-5) introduceras i undersökningslektion 2.

1. Använd två olika ramper för att undersöka vilket av tre material som glider snabbast (grupp).
2. Fundera över hur man kan säkert veta vilken som glider snabbast (grupp).
3. Testa materialet på en ny ramp och prata i gruppen om skillnader i resultatet mellan de olika ramperna (grupp).
4. Presentera för klassen vilket som var snabbast och förklara hur ni kan veta säkert. (helklass).
5. Ge förslag till förbättringar (helklass).

Lektionen följde samma upplägg som den tidigare och efter undersökningsmomentet presenterade varje grupp hur de hade gjort sina tester. I likhet med den tidigare lektionen hade eleverna räknat och jämfört tid för att kunna veta säkert vilken som var snabbast. Samtliga grupper hade således identifierat vilket av sina 2-3 material som var snabbast. Flera grupper kommenterade också skillnader de hade observerat när de testade sina material på ramp nummer två. De närliggande syftena blev mål-i-sikte under lektionen och endast i undantagsfall behövde eleverna hjälp med att sätta upp sina försök och samla den data de behövde. Det var flera elever som också menade att samarbetet hade fungerat bättre denna gång:

Exempel 4. Samarbeta

37. L: Nu har ni berättat en sak som var svår. Det var ju att det rullade. Vad var lätt? Vad tyckte ni gick bra?

38. E: Samarbetet gick bättre än det som var förut, som då. Alla som liksom var delaktiga och ingen blev arg om någon försökte.

[...]

39. L: [till annan elevgrupp] Vad var lättast när ni gjorde det här försöket?

40. E: Äh, samarbetet.

41. L: Samarbetet säger ni också. Svåraste då?

42. E: Svåraste var nog att hitta ett ställe där du skulle placera rampen.

I slutet av lektionen uppmanades eleverna att komma med förslag på hur man skulle arbeta vidare vid nästa lektion, för att klassen skulle bli än mer säkra på vilket material som var det snabbaste. Eleverna gav förslag på tidtagning (med iPads), ta bort de mest "långsamma" materialen, göra ett diagram över hur snabbt de olika materialen glider samt använda den ramp som man hade tyckt fungerat bäst för att avgöra materialens rörelse. Eftersom det hade varit svårt att få klossarna att inte glida av rampen föreslog eleverna också att rampen borde ha en kant. Dessutom tyckte de att det var viktigt att få veta i vilka grupper eleverna skulle få samarbeta vid nästa tillfälle.

Tredje undersökningslektionen

Precis som vid tidigare lektioner arbetade eleverna i mindre grupper när de vid tredje lektionen

genomförde sina undersökningar. Nu hade eleverna tilldelats nya ansvarsroller och var sammansatta i andra gruppkonstellationer. Inledningsvis återkopplade vi till den förra lektionen, varpå vi också tydliggjorde arbetets framåtskridande genom att visa och beskriva att det var elevernas egna förslag som låg till grund för planeringen av de kommande aktiviteterna. Därefter gick vi igenom tillvägagångssättet för de stundande undersökningarna och följande närliggande syften (1-5) för lektionen introducerades:

1. Testa samtliga material genom att dela upp dessa mellan elevgrupperna (grupp).
2. Mät tiden med Ipad för bättre mätnoggrannhet och dokumentera resultatet i tabell (grupp).
3. Presentera för klassen vilka material som var de tre snabbaste för varje testgrupp (helklass).
4. Sammanställ varje grupps resultat i en tabell och i ett diagram (helklass).
5. Ge förslag till förbättringar (helklass).

Eleverna blev alltså uppmärksammade på att varje elevgrupp skulle redovisa sina "tre-i-topp" av material. Nu skulle också varje elevgrupp tilldelas 2-3 material åt gången. På så sätt skulle klassen tillsammans låta testa samtliga material och därmed kunna urskilja vilka material som var de "snabbaste" hos respektive grupp. Att alla material skulle testas var också något som eleverna själva hade föreslagit. Det gällde även förslagen om att mäta tid med Ipad och att skapa ett gemensamt diagram. Varje elevgrupp fick således till uppgift att både mäta tid och notera dessa i en tabell.

Då undersökningarna sedan hade genomförts, redovisade varje grupp sina "tre-i-topp". Först gällande material och sedan beräknade tider, varpå allt sedan dokumenterades i ett gemensamt dokument med ett stapeldiagram på Smartboarden. Då grupperna sedan redovisade hur materialen hade rangordnats och man pratade om hur man hade gått tillväga för att urskilja vilka tre material som var snabbast, återkom vi till det närliggande syftet att veta säkert.

I samtalet kring diagrammet blev det också synligt att gruppernas tider, trots samma material och ramp, skilde sig åt. Varpå eleverna uppmärksammade att även rampens lutning kan påverka ett resultat. Detta demonstrerades också genom att eleverna gick fram till lådhurtsen eller stolen de hade använt, för att med kroppen visa hur rampen hade placerats då de gjort sin undersökning. Nedanstående exempel visar på detta.

Exempel 5. Mäta höjd

43. L: Hur kunde det bli så stor skillnad tror ni? Samma material, samma ramp? Varför kunde det bli nästan en sekunds skillnad på det? Vad tror ni det beror på?

44. E: Kanske för att de hade olika höjd på rampen?

45. L: Precis, det kan det va. Hur högt hade ni er ramp ungefär?

46. E: Därifrån och hit [eleven kommer fram och visar höjden på en lådhurts].

47. L: Därifrån och hit hade ni [tar fram rampen och visar mot lådhurtsen]. Och ni då som hade den söligare, om man nu säger så?

48. E: Vi hade typ hit [eleven kommer fram och visar].

49. L: Ja ni hade där nere, ni hade den nere på stolen [visar med rampen mot stolen].

Även den tredje undersökningslektionen avslutades med att eleverna skulle fundera över frågan om vad man skulle behöva göra för förändringar till nästa gång, för att verkligen hitta det snabbaste

materialet. Nu föreslog eleverna att rampen skulle sättas på samma höjd. De tyckte också att man borde ha en och samma tidtagare, och föreslog lärarna som dessa tidtagare. Dessutom ville de att försöket skulle upprepas två gånger vid varje testomgång. Eleverna ansåg också att man kunde ta bort material som fuskpås och frotté, eftersom samtliga grupper i klassen nu hade konstaterat att dessa gled långsammast av alla.

Fjärde undersökningslektionen

Den fjärde undersökningslektionen genomfördes helt i helklass och skilde sig därmed från de tidigare lektionerna. Eleverna satt i en halvcirkel runt ett bord där en ramp ställdes upp. De diskuterade gemensamt hur rampens lutning skulle kunna hållas konstant och efter ett förslag från en elev ställdes en stol på bordet som rampen kunde lutas mot. På lektionen innan hade eleverna konstaterat att det var en variation i hur tiden mättes eftersom olika personer kunde trycka olika snabbt, starta vid olika tidpunkter etc. De hade då föreslagit, som ett sätt att minska variationen, att lärarna skulle mäta tiden när de gjorde de sista, jämförande, mätningarna.

Lärarna mätte således tiden då de testade ett material i taget. Eleverna turades om att hjälpa till med att sätta på rätt material på klossarna i rampen samt släppa och fånga klossen. Under tiden elever var framme för att rigga nästa material som skulle testas i rampen uppmanades övriga elever att med utgångspunkt i sina tidigare undersökningar gissa vilket material som skulle vara snabbast. Utifrån de synpunkter och förslag som hade framkommit i den föregående lektionen hade undersökningslektion 4 nedanstående fem närliggande syften. Syfte 4 förhandlades fram under lektionen.

1. Testa alla material, ett i taget, utifrån en bestämd ramp och en bestämd lutning. Gissa utifrån tidigare tester vilket material som är snabbast (helklass).
2. Testa flera gånger (4 ggr), dokumentera de två snabbaste (helklass).
3. Sammanställ resultaten i en tabell (helklass).
4. Filma i slowmotion när de två snabbaste materialen åker samtidigt för att komma fram till vilket material som är snabbast (helklass).
5. Prata om hur man kan veta säkert (helklass).

Under lektionen tog vi och eleverna successivt fram den data de behövde för att kunna avgöra vilket material som är snabbast. I likhet med tidigare lektioner skedde det genom att vi kontinuerligt diskuterade hur eleverna skulle göra för att veta säkert. Som beskrivits ovan var det de två lärarna som mätte tiden det tog för materialet att glida nedför rampen. Efter varje test hade eleverna således två tider, och de valde att skriva upp den snabbaste av de två. Som en konsekvens av de samtal och justeringar som gjorts i tidigare lektioner mätte eleverna tiden med hjälp av Ipadens tidtagarfunktion istället för att räkna sekunder:

Exempel 6. Mäta tid

50. E: Klara, färdiga, gå!

51. E: Stopp!

52. L: Trettionio!

53. A: Ooohh!

54. L: Fyrtionio!

55. E: Oj, 10 sekunder mer!

56. L: Ja vad betyder 49? Betyder det minuter, sekunder, hundradelar. Vad betyder det

egentligen?

57. E: Hundradelssekunder.

58. L: Jaa. Hundradelssekunder.

59. L: Precis, då har vi gjort vårt första. Andra försöket nu [elevs namn]!

[fix med pallen]

60. E: Klara, färdiga, gå!

61. E: Stopp!

62. L: Noll komma fyrtiotvå

63. L: Noll komma fyrtiotre

64. A: Åhhh!

65. E: En sekund!

66. E: Nej en hundradel.

67. E: Det heter en millisekund!

68. E: Nej, det heter inte en millisekund (ohörbart).

69. L: Då tar vi försök 3, okej!

70. E: Klara, färdiga, gå!

71. E: Stopp!

Mätnoggrannhet i lektion 4 handlade alltså nu om att ange tiden i hundradelssekunder, det vill säga att tiden mättes med hundradelssekunders noggrannhet. Några gånger fick de exakt samma tid, vilket eleverna kommenterade - de var imponerande att lärarna hade lyckats starta och stoppa tiden samtidigt.

Varje material testades fyra gånger och utifrån elevernas förslag förde man in de två snabbaste tiderna i en tabell. Under testningen påpekade en elev att de borde släppa klossen mer exakt men när läraren frågade om de skulle ändra något sa en annan elev att det blir fel mot det de redan testat. Att veta säkert kan alltså handla om att ha kontroll och att man därför måste göra på samma sätt när man testar. När alla material hade testats bad läraren eleverna att titta på tabellen och fundera på vad de kan säga om tiderna och de olika materialen. De behövde komma överens om vilka två material som var snabbast för att kunna testa dessa i en sista undersökning. Bland annat noterade en elev då att det var en viss skillnad mellan de två snabbaste tiderna för materialet tyll:

Exempel 7. Testa flera gånger

72. E: Jag ser att det bara är en som har 29 och jag tycker att vi ska köra om tyll för att vara säker.

73. L: Aa, köra om tyll. Du tycker den känns snabbast när vi tittar, bara för att den har den lägsta där?

74. L: Varför tycker du att vi ska köra en gång till?

75. E: För att det kanske blir [...] något mellan 35 och 29. Det är ganska stor skillnad så man vill ju vara säker.

76. L: Ok.

[...]

77. E: Jag vill säga lite emot det [elevs namn] idé. Jag tycker inte att vi ska köra om det för att när vi just körde tyll, alltså i min grupp, så blev det 29 så jag tycker.

Det fanns således en osäkerhet i resultatet och för att veta säkert bör man testa tyll ytterligare en gång, vilket de också gjorde. När de pratade om tabellen såg eleverna också att vissa material var betydligt långsammare jämfört med de övriga. Efter att ha jämfört de olika tiderna beslutade de gemensamt att två material, tyll och metall, var snabbast och att dessa två skulle testas i en sista undersökning.

En elev fick i uppgift att med iPaden filma i slow-motion så att de kunde se mer tydligt vilken av metall och tyll som var snabbast. I likhet med tidigare lektioner var eleverna mycket intresserade och som exemplen visar handlade deras engagemang om att ta reda på vilket material som var snabbast och hur de kunde veta detta säkert. De närliggande syftena blev mål-i-sikte för eleverna, endast i undantagsfall frågade eleverna vad de skulle göra och varför. Ett ytterligare exempel på att veta säkert var mål-i-sikte och också något som engagerade eleverna var förslaget att använda en bok som startgrind. Genom att lyfta boken/startgrinden kunde de två materialen starta exakt samtidigt. När allt var i ordning ställt och materialen var placerade mot startgrinden sa läraren "Nu är det final" och eleverna applåderade. När de släppte materialen var det helt tyst i klassrummet. När de sedan tittade på den inspelade slow-motion-filmen på storbild var eleverna mycket uppmärksamma och jublade "ja tyll!" när de såg resultatet. De hoppade och kramade varandra ropandes "tyll, tyll, tyll!"

Lektionen avslutades med ett sammanfattande samtal där läraren frågade eleverna om de trodde att tyll hade vunnit på alla ramper. Eleverna, som tidigare hade använt olika ramper av olika material och yta, hänvisade då till tidigare försök där de sett att de kunde bli olika beroende på vilken ramp de använde. Läraren använde dessa erfarenheter för att introducera begreppet friktion och att det kan vara hög eller låg friktion mellan två material. Hon berättade att de gjort samma arbete i en annan klass och att det material som då vunnit var hård kartong. Eleverna ville höra mer om den andra klassen och de pratade om rampens betydelse för att kartong respektive tyll är snabbast.

Reflektioner kring de fyra undersökningslektionerna

Under dessa fyra lektioner har elevernas erfarenheter och förslag varit avgörande för de förändringar som gjorts. Elevinflytande har, utöver att det kan ses som ett mål i sig, också använts för att förbättra undersökningarna. I detta fall har det handlat om att få undersökningen mer kontrollerad för att kunna veta mer säkert.

Att lära sig att genomföra ett kontrollerat experiment skulle också kunna organiseras genom att eleverna får genomföra en systematisk undersökning där allt redan är kontrollerat, för att sedan utveckla en förståelse för varför dessa delar är kontrollerade. I detta fall hade det inneburit att eleverna skulle fått en ramp med en bestämd lutning, ett visst antal material att jämföra och ett tidtagarur för att mäta tiden. Ofta påpekas att eleverna ska genomföra flera försök för att kunna veta mer säkert men det är inte samma sak som att eleverna bjuds in i den iterativa process som naturvetenskapligt undersökande ofta innebär. Vår erfarenhet är dessutom att elever sällan får genomföra "samma" undersökning flera gånger.

Utfallet av vår undervisning talar för att eleverna behöver få vara delaktiga i att utforma systematiska undersökningar och inte enbart göra som någon annan har planerat. Därmed vill vi betona att den som vill organisera undervisningen så att eleverna lär sig att värdera resultat inte enbart kan använda den fjärde undersökningslektionen ovan som en mall. Lektionen förutsätter en uppbyggnad där eleverna bjuds in i den undersökande verksamhetens syften och utan elevernas delaktighet i de tidigare lektionerna tror vi inte att eleverna skulle vara lika engagerade under lektionen. Dessutom finns det delar som vi antagligen skulle ändra om vi skulle genomföra den fjärde lektionen igen.

För att förtydliga vad vi kommit fram till som viktigt, då elever på lågstadiet ska utveckla förmåga att värdera ett resultat, kommer vi här att sammanfatta de förändringar som gjordes under de fyra undersökningslektionerna och vad det ledde till, samt peka på vad som skulle kunna gjorts annorlunda.

Samarbetet i klassrummet förbättrades successivt

I den första lektionen arbetade eleverna väldigt fritt i sina grupper och uppgiften krävde inte direkt att alla i gruppen var lika delaktiga. Det var tydligt att vissa elever inte alls hittade en roll i gruppen och till den andra lektionen fick eleverna därför olika ansvarsområden. Detta är något som vi i efterhand tänker att vi borde ha gjort direkt.

Utöver att eleverna fick ansvarsområden som gjorde att de samarbetade bättre kunde vi även se hur elevernas mål-i-sikte att snabbt få ett resultat, snabbare än de andra grupperna, förändrades till att mer handla om ett kollaborativt kunskapsskapande. Genom att de lyssnade till och jämförde sina resultat med de andra grupperna kunde eleverna värdera resultatens trovärdighet. Denna typ av samarbete kan liknas vid ett forskarsamhälle där olika forskare bidrar till en kollaborativ utveckling av ny kunskap, vilket är något man kan uppmärksamma eleverna på.

Undersökningen blev mer och mer av ett kontrollerat experiment

Genom förändringen från att eleverna mätte tid genom att räkna sekunder till att filma i slowmotion och mäta i hundradelssekunder ökade mätnoggrannheten och undersökningen fick allt mer karaktären av ett kontrollerat experiment. Här var det viktigt att eleverna fick vara delaktiga i denna process. Ändringarna uppstod utifrån ett upplevt behov och eleverna kunde därmed förstå hur andra sätt att mäta tiden gjorde att de kunde veta mer säkert. Detta gällde även det mer systematiska valet av material, vilket gick från att eleverna valde det material de tyckte om, eller det som fanns över, till att de strukturerat testade alla material.

Utan att direkt fokusera på begreppet felkällor eller variabler att kontrollera kom eleverna med många förslag på vad som kunde påverka resultatet och hur de skulle kunna göra för att undvika både slumpmässiga felkällor och systematiska felkällor. Här skulle vi kunnat introducera några av dessa begrepp för att ge eleverna språkliga verktyg för att beskriva vad de gjort och varför. Vi skulle även ha kunnat betona begreppet kontrollerat experiment för eleverna, och berättat att även om det är en vanlig metod inom naturvetenskapen så är det inte den enda metoden.

Dokumentation är en viktig del i systematiska undersökningar

Att dokumentera var något som fördes in alltmer från och med undersökningslektion 2, då en elev i varje grupp fick ansvaret att dokumentera resultaten. Genom att klassen samlades och sammanställde resultaten i både en tabell och ett diagram kunde eleverna lättare jämföra resultaten.

Under undersökningslektion 4 genomfördes fyra försök för varje material och något hastigt beslutades att de två snabbaste resultaten skulle dokumenteras. Här skulle det ha varit bättre att

genomföra fem försök för att då enkelt kunna få fram medianen för varje material. Genom att sortera bort de högsta och de lägsta värdena skulle slumpmässiga fel kunna korrigeras, median skulle därmed ge ett mer säkert resultat än medelvärde.

Reflektioner kring organiserande syftens roll i planering och utvärdering av undervisning

Med stöd av organiserande syften har vi både planerat och utvärderat huruvida de närliggande syftena blivit till mål-i-sikte för eleverna, där vi explicit riktade fokus på den systematiska undersökningen och att veta säkert. Under de fyra undersökningslektionerna har flera syften samspelat. Samtidigt som eleverna har utvecklat sin förmåga att genomföra systematiska undersökningar, har de också lärt sig om bland annat friktion, samarbete och matematik. Vi vill betona att dessa syften kan sammanflätas men att det kan vara viktigt att vara klar över vilket syfte som är i förgrunden och hur vi som lärare kan stötta eleverna i att engageras i det syftet [9].

Friktion är ett tacksamt innehåll då det finns många praktiska erfarenheter kring att genomföra undersökningar i skolan på temat friktion. Samtidigt kan de traditioner som finns i verksamheten göra att det krävs extra mycket planering för att inte just fenomenet friktion i sig ska hamna i förgrunden och därmed potentiellt påverka elevernas delaktighet i och förståelse för att "göra naturvetenskap". Som vi diskuterat i inledningen behöver eleverna återkommande få arbeta med förmågan att genomföra systematiska undersökningar.

Slutligen, att organisera undervisning för att stödja elevers förmåga att arbeta undersökande är en komplex uppgift och det behövs fler undervisningsexempel från andra sammanhang och med annat innehåll. Vår förhoppning är att vårt arbete ska inspirera lärare att prova lektionssekvensen som presenterats. Hur skulle det till exempel gå att med stöd i denna studie planera en undervisning då eleverna ska få värdera resultat men utifrån något annat än fenomenet friktion? Och hur skulle just denna undervisningssekvens ta form om det exempelvis var elever på högstadiet som gjorde samma undersökning?

Författare



Figur 2. Marie Åkerlind Paulsson, Maria Weiland, Sebastian Björnhammer, och Per Anderhag.

Marie Åkerlind Paulsson är grundskollärare med inriktningen Ma/Nv åk 1-7 och arbetar i Stockholm stad. Mail: marie.paulsson@edu.stockholm.se

Maria Weiland är doktorand i naturvetenskapsämnenas didaktik vid Stockholms universitet och arbetar som lektor i Södertälje kommun. Maria är koordinatör i det ämnesdidaktiska nätverket i

naturvetenskap och teknik vid Stockholm Teaching & Learning Studies. Mail: maria.weiland@su.se

Sebastian Björnhammer är doktorand i naturvetenskapsämnenas didaktik vid Stockholms universitet och arbetar som projekt- och utvecklingsledare vid Kunskapsskolans centrala pedagogikavdelning. Dessutom arbetar Sebastian med undervisningsutvecklande forskning i natur- och tekniknätverket vid Stockholm Teaching & Learning Studies. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4836-6928> Mail: Sebastian.bjornhammer@su.se

Per Anderhag arbetar som lektor på Stockholm stads utbildningsförvaltning samt är affilierad forskare på institutionen för ämnesdidaktik, Stockholms universitet. Per leder det ämnesdidaktiska nätverket i naturvetenskap och teknik vid Stockholm Teaching & Learning Studies. ORCID: (<https://orcid.org/0000-0002-5547-5834>) Mail: per.anderhag@edu.stockholm.se

Tack till Emilie Stockhaus som var med vid studiens inledningsfas.

Referenser

1. Hodson, D. (2014). Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different Goals Demand Different Learning Methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534–2553. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.899722>
2. Lunde, T., Rundgren, C.-J., & Rundgren, S.-N. C. (2015). När läroplan och tradition möts–hur högstadielärare bemöter yttre förväntningar på undersökande arbete i naturämnesundervisningen. *Nordic Studies in Science Education*, 11(1), 88-101. <https://doi.org/10.5617/nordina.783>
3. Björnhammer, S., Andrée, M., Nordling, J., Dudas, C., Freerks, P.-O., Jahdadic, S., Lundström, J., Lavett Lagerström, M., da Luz, J., Planting-Bergloo, S., Puck, S., Reimark, J., Wennerström, P., Westman, F., & Wibom, J. (2020). Vad kan elever som kan formulera undersökbara frågor. *Forskning om undervisning och lärande*, 8(1), 81–104. <https://doi.org/10.61998/forskul.v8i1.27217>
4. Gyllenpalm, J., Rundgren, C. J., Lederman, J., & Lederman, N. (2021). Views about scientific inquiry: A study of students' understanding of scientific inquiry in grade 7 and 12 in Sweden. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 66(2), 336-354. <https://doi.org/10.1080/00313831.2020.1869080>
5. Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry—The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of research in science teaching*, 51(1), 65-83. <https://doi.org/10.1002/tea.21125>
6. Johansson, A.-M., & Wickman, P.-O. (2012). Vad ska elever lära sig angående naturvetenskaplig verksamhet? – En analys av svenska läroplaner för grundskolan under 50 år. *NorDiNa*, 8(3), 197–212. <https://doi.org/10.5617/nordina.528>
7. Johansson, A. M., & Wickman, P.-O. (2018). The use of organising purposes in science instruction as a scaffolding mechanism to support progressions: A study of talk in two primary science classrooms. *Research in Science & Technological Education*, 36(1), 1-16. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1318272>
8. Cirkony, C. (2023). Flexible, creative, constructive, and collaborative: The makings of an authentic science inquiry task. *International Journal of Science Education*, 45(17), 1440–1462. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2213384>
9. Weiland, M. (2019). Hänsyn till helheten: Extrahering av en didaktisk modell för det komplexa innehållet i den naturorienterande undervisningen på lågstadiet [Licentiatavhandling]. Uppsala universitet