

# Elever i ett språkligt heterogent klassrum rör sig mot naturvetenskapliga beskrivningar av ljud

Jenny Uddling & Kristina Danielsson

## Abstract

Den här studien belyser hur ett ämnesinnehåll bearbetas i ett naturvetenskapligt klassrum där flera elever undervisas på sitt andraspråk. Närmare bestämt undersöks om och i så fall hur eleverna i ett språkligt heterogent fysikklassrum i årskurs åtta, i samtal mellan lärare och elever samt mellan elever, ges stöd i att utveckla en allt mer naturvetenskaplig beskrivning av ljud.

De data som ligger till grund för studien består av video- och ljudinspelningar, digitala foton och insamlade texter från fyra fysiklektioner. Analysen grundas i socialsemiotisk teori (Halliday 1978), med verktyg från systemisk-funktionell grammatik (SFG) i syfte att identifiera tecken på lärande i elevernas uttryck.

Resultatet visar att läraren iscensatte aktiviteter som bidrog till elevernas möjligheter att utveckla kunskaper om ämnesinnehållet och att uttrycka sig om ljud på ett alltmer ämnesadekvat vis. Emellertid gav några av de språkliga resurser som läraren erbjöd inte det stöd som kanske var avsett. Studien har implikationer för hur lärande i språkligt heterogena naturvetenskapliga klassrum kan främjas, där en central aspekt är att lärare på ett medvetet sätt själva använder språket och att de resonerar med eleverna om hur detta bidrar till att uttrycka ämnesinnehållet.

Nyckelord: tecken på lärande, fysikundervisning, naturvetenskapligt ämnesspråk, språkligt heterogena klassrum, SFL

## Inledning

För att fullt ut kunna delta i exempelvis naturvetenskaplig ämnesundervisning behöver alla elever stöttas i att tolka och använda dess ämnesspråk vilket blir allt mer specialiserat och skriftspråkligt högre upp i skolan. Detta språk kan vara en utmaning för många elever, inte minst för de elever som undervisas på sitt andraspråk. I dag har cirka 25 % av eleverna i svensk grundskola utländsk bakgrund, det vill säga, de är antingen födda utomlands eller har föräldrar som båda är födda utomlands (Skolverket 2019/2020). Därmed undervisas många elever på sitt andraspråk.

Trots att forskning har visat att elevers lärande främjas av att lärare inte bara fokuserar ämnesinnehållet utan att de också samtalar med eleverna om hur detta innehåll uttrycks (t.ex. Forey & Cheung 2019; Gebhard, Chen & Britton 2014; Macnaught m.fl. 2014) är sådana samtal ovanliga i

naturvetenskapliga klassrum (Danielsson 2010, 2011; Hipkiss 2014; Wilson & Jesson 2018). Dessutom visar studier att elever sällan ges tillräckligt stöd i övergången från vardagsspråk till ett mer självbärande naturvetenskapligt språk (Hägerfelth 2004; Kouns 2014). Hipkiss (2014) visade i sin studie av kemi- och biologiundervisning i årskurs åtta att eleverna nästan enbart mötte ämnesspråket i läromedelstexterna, medan språket i klassrumsinteraktionen var betydligt mer vardagligt. Nygård Larsson (2011) visade att andraspråkseleverna, i större utsträckning än eleverna med svenska som modersmål, hade behövt mer stöd när de självständigt förväntades skriva ämnestexter i biologiundervisningen på gymnasiet; andraspråkseleverna fick lägre betyg och skrev nästintill av läromedelstexterna istället för att producera egna texter.

Under senare år har ämneslitteracitet, vilket bland annat rymmer de specifika sätt att tala, tänka, läsa och skriva som används och värderas högt i en disciplin (Moje 2007), framhållits som en viktig del av ämneskunnandet. Många forskare förespråkar dessutom ett explicitgörande av hur ämneskunskap uttrycks som ett sätt att också ge stöd i själva ämneslärandet (t.ex. Fang & Schleppegrell 2008; Tang 2016).

Tidigare forskning har alltså visat att lärare i naturvetenskapliga klassrum sällan samtalar med eleverna om hur ämnesinnehållet uttrycks, eller ger tillräckligt stöd till eleverna att utveckla ett mer självbärande ämnesspråk, och att detta särskilt utmanar elever som undervisas på sitt andraspråk. Ytterligare forskning som visar hur flerspråkiga elever som undervisas på sitt andraspråk kan stärkas i sin parallella språk- och kunskapsutveckling i naturvetenskaplig ämnesundervisning har efterfrågats (Jakobson & Axelsson 2017; Seah & Yore 2017). I denna studie undersöks därför undervisningen i ett språkligt heterogent fysikklassrum<sup>1</sup> i årskurs åtta, där läraren har en tydligt uttryckt förväntan att eleverna ska lära sig att förstå och själva kunna använda ett ämnesspråk. De data studien bygger på rör det innehållsrika område då klassen arbetade med vågmodellen för att beskriva ljud. Tidigare studier har visat att centrala ljudbegrepp som ljudvågor, vibrationer och ljudöverföring är utmanande för elever, vilket har förklarats med att ljud förstås som något materiellt (t.ex. Eshach & Schwartz 2006). Flera interventionsstudier (t.ex. West & Wallin 2013) visar dock hur elever kan utveckla en naturvetenskaplig förståelse av ljudbegreppen genom bland annat undervisningsupplägg där elever får uppleva och erfara begreppen. Oss veterligen saknas dock språkinriktade studier om hur lärare stöttar elever att *uttrycka* sin kunskap om ljud på ett mer ämnesspecifikt vis. Studiens syfte är därför att belysa hur naturvetenskapligt ämnesinnehåll kan bearbetas i ett språkligt heterogent klassrum på sätt som ger stöd för eleverna att utveckla en allt mer naturvetenskaplig beskrivning av

---

<sup>1</sup> Att klassrummet är språkligt heterogent innebär att flertalet av eleverna har ett annat modersmål än svenska samt att eleverna har kommit olika långt i sin utveckling av svenska.

ämnesinnehållet, i detta fall beskrivning av ljud. Studien bygger på följande specificerande forskningsfrågor:

FF1: Vilka tecken finns på att eleverna i skrivna texter och samtal rör sig mot en naturvetenskaplig beskrivning av ljud?

FF2: Hur möjliggör eller hindrar lärarens lektionsupplägg och språkliga val i instruktioner och genomgångar eleverna att närma sig en ämnesadekvat beskrivning av ljud?

## Teori

Teoretiskt bygger studien på socialsemiotik (Halliday 1978), där en utgångspunkt är att språkets innehåll, form och funktion är tätt sammanknutna och man menar att form och innehåll inte kan särskiljas; det sätt som ett innehåll uttrycks på påverkar också vilket innehåll som framträder. Utgångspunkten i socialsemiotisk teori är också att varje val av tecken (jfr Kress 2010), dvs. hur vi uttrycker oss i interaktionen, är ett resultat av historiska, sociala, kulturella och situationella faktorer i den kommunikativa situationens kontext. Situationens kontext inkluderar sådant som deltagare i interaktionen, exempelvis lärare och elever i en språkligt heterogen kontext, samt tillgängliga modaliteter och specifika resurser, exempelvis tillgängliga artefakter som laborationsutrustning, skrivtavlor och liknande.

Ett centralt begrepp inom socialsemiotisk teoribildning är *register*, vilket hänger samman med kontextens betydelse i interaktionen och hur olika resurser t.ex. ordval, val av gest, används på olika sätt i olika sammanhang. Hur register skiljer sig åt kan relateras till tre registervariabler, nämligen fält (innehåll), relation (sociala relationer) och uttryckssätt (exempelvis vilken modalitet, t.ex. tal eller skrift, som används i interaktionen). Registervariablerna har en motsvarighet i språkets *metafunktioner*, vilka fungerar som utgångspunkt för lexikogrammatiska analyser i systemisk-funktionell grammatik (SFG) (Halliday & Matthiessen 2014): den *ideationella* (fält), *interpersonella* (relation) och *textuella* (uttryckssätt) metafunktionen. I studien analyserar vi våra data i relation till den ideationella metafunktionen, vilken rör innehållet i interaktionen.

Naturvetenskapligt ämnesspråk har tidigare beskrivits utifrån SFG-analyser (Halliday & Martin 1993; Lemke 1990) och några typiska drag som ofta nämns är teknikalitet och abstraktion. Teknikalitet skapas framförallt av ämnesspecifika termer och uttrycker den precision som naturvetenskapen kräver. Abstrakta begrepp erbjuder i sin tur en rekonstruktion av den vardagligare kunskapen. Ofta består de abstrakta begreppen och de tekniska termerna av nominaliseringar, vilket bland annat möjliggör att man kan tala om naturvetenskapliga processer som objektifierade ting (t.ex. ”det blir tätare avstånd mellan partiklarna > denna *förtätning* gör att...”). Eleverna kan genom att utveckla sin förmåga att använda den här typen av

lexikogrammatiska resurser (dvs. ordval och grammatiska konstruktioner) också utveckla sitt lärande i ämnesområdet, där vi med lärande avser ”ett nytt sätt att utvidga sin repertoar för att förstå och handla meningsfullt i ett sammanhang” (Selander & Kress 2010:25).

Tidigare forskning om klassrumsinteraktion har också pekat på potentialen av brobyggande rörelser mellan olika register, eller diskurser<sup>2</sup>, som ett sätt att ge eleverna stöd att successivt bli en del av ämnesdiskursen (jfr Nygård Larsson & Jakobsson 2019:22). Genom att lärare medvetet och explicit växlar mellan ämnesspråk och mer vardagliga uttryck ges elever stöd att utveckla ämnesspråket samtidigt som kopplingen till vardagsspråk och vardagliga erfarenheter kan ge dem stöd i att utveckla en djupare förståelse för ämnesinnehållet (t.ex. Nygård Larsson 2011; Nygård Larsson & Jakobsson 2019). Vardagsspråket kan alltså göra det möjligt för eleverna att länka ämnesinnehållet till det som redan är bekant för dem, exempelvis egna vardagserfarenheter. Lärares implicita rörelser mellan ämnesspråk och mer vardagliga uttryck, eller bruk av hybridpråk, kan emellertid också hindra elevers lärande. Exempelvis visar Serder och Jakobsson (2016) hur ord som har olika betydelse i olika sammanhang skapar förvirring hos eleverna.

För elever som undervisas på sitt andraspråk kan det dessutom vara så att de kanske ännu inte utvecklat delar av den språkliga basen, som grundläggande ordförråd, uttal och grammatik (Viberg 1996). Elever med svenska som sitt förstaspråk förväntas däremot ha utvecklat den språkliga basen i svenska före skolstart och denna bas utgör därmed grunden för den språkliga utbyggnad som förväntas ske i skolan. Lärare som undervisar i klasser där många elever har svenska som sitt andraspråk behöver därför parallellt arbeta med att stödja eleverna i utvecklingen av såväl språklig bas som utbyggnad. Detta omfattande arbete gäller i synnerhet nyanlända elever men kan även gälla elever som har bott länge i Sverige. Därtill utmanas ofta andraspråkselever i större utsträckning än förstaspråkseleverna i lärandet av skolspråkliga register, som är mer vardagsfrämmande och skriftspråkliga. Ett sätt att stödja utvecklandet av dessa register är att tillsammans med eleverna tala om språkets form och funktion (de Oliveira & Schleppegrell 2015; Schleppegrell 2013).

Interaktion och förhandling av språklig betydelse är särskilt gynnsam för elevers andraspråksutveckling. Ett skäl till detta är att förhandling bidrar till ökade möjligheter att förstå språkligt inflöde, ett annat att det bidrar till att eleverna ges möjlighet att pröva och processa nya uttryckssätt. Utifrån sociokulturell teori framhålls därtill värdet av en stöttande samtalspartner, som t.ex. omformulerar och ber om förtydliganden, vilket möjliggör att eleven under förhandlingarna lär sig att uttrycka det som hen ännu inte kan uttrycka på egen hand (Lindberg 2013). Sammantaget gynnas elevers

---

<sup>2</sup> Ett register rör de språkliga uttryckssätten, medan en diskurs också inbegriper sätt att tänka och förhålla sig till världen.

andraspråksutveckling av rika möjligheter att delta i meningsfulla aktiviteter men också av att meningspotentialen i olika språkliga val explicitgörs (Gibbons 2006; Schleppegrell 2013; de Oliveira & Schleppegrell 2015). I studien kombineras SFL:s språk teori med teorier om andraspråksutveckling rotade i sociokulturell teori.

## Datinsamling

Studien är en del av forskningsprojektet *Flerspråkiga elevers menings- skapande i skolämnena biologi och fysik*, finansierat av Vetenskapsrådet (Dnr: 2013-42867-99966-13). Här använder vi data från de fyra första lektionerna där eleverna i ett fysikklassrum i årskurs åtta deltog i olika aktiviteter som rörde vågmodellen och hur ljud kan beskrivas. Av klassens 22 elever gav 19 elever sitt medgivande till att delta i studien. Av dessa var 16 elever flerspråkiga och talade två eller flera språk hemma.<sup>3</sup> Fyra var nyanlända, och hade alltså gått kortare tid än fyra år i svensk skola. Undervisningsspråket var svenska, vilket eleverna behärskade i olika grad. Läraren var erfaren med behörighet att undervisa i biologi, kemi och fysik i årskurs fyra till nio. Vidare uttryckte han själv att han hade ett språkligt fokus i sin undervisning och att han var van vid att undervisa i språkligt heterogena klassrum.

Insamlade data består av video- och ljudinspelningar, digitala foton och texter, exempelvis lärarens arbetsblad och elevtexter. Projektet följer Vetenskapsrådets (2017) etiska principer, gällande krav som rör information, samtycke, anonymitet och rätten att dra sig ur projektet utan att behöva ange skäl. Alla namn är pseudonymiserade.

## Analytiska metoder

De ljudbegrepp som fokuseras i studien är sådana som läraren lyfte fram i samband med sin genomgång av vågmodellen, nämligen ljudvågor, amplitud och frekvens, där han nämnde att frekvens mäts i Hertz.<sup>4</sup>

I analyserna av materialet utgår vi ifrån att ljud kan beskrivas mer eller mindre ämnesspecifikt, både när det gäller lexikogrammatik och andra resurser. När det gäller lexikogrammatiska val, vilket är fokus för den här studien, illustreras detta i figur 1, vilken utformades under analysens gång och anpassades till våra specifika data.

---

<sup>3</sup> Forskning har visat att elevers flerspråkighet kan vara en central läranderesurs i naturvetenskapliga klassrum (t.ex. Karlsson, Nygård Larsson & Jakobsson 2020). Endast två elever hörs använda sin flerspråkighet under en av de studerade lektionerna men aldrig på initiativ av läraren. Därför blir inte användningen av flerspråkiga resurser relevant för denna studie.

<sup>4</sup> Frekvens rör hur tätt det är mellan ljudvågorna, vilket får effekt för ljudets tonhöjd, där högre frekvens ger ljusare toner. Amplitud rör ljudvågornas höjd i relation till en mittpunkt. Amplituden rör ljudstyrka, där högre amplitud resulterar i ett starkare ljud.

vardagsdiskurs		ämnesdiskurs		
<b>härmar ljudet</b>	<b>relaterar till vardags- erfarenhete</b>	<b>uttrycker sig vagt</b>	<b>uttrycker sig mer precist men med vardagsspråk</b>	<b>använder specifika ämnesord</b>
t.ex. shhh ljud	t.ex. låter som en kobjällra	t.ex. opreciserat låg/hög, tydligt, bra, hörs	t.ex. stark, svag, ljus, mörk	t.ex. våglängd, frekvens, Hertz, amplitud

Figur 1: Exempel på hur ljud kan beskrivas mer eller mindre ämnesspecifikt

För att identifiera tecken på att eleverna rör sig mot en naturvetenskaplig beskrivning av ljud (jfr FF1) analyserades både elevers skrivna texter och deras samtal.

Med hjälp av transitivitetanalyser, som undersöker hur betydelse uttrycks ideationellt, jämfördes hur eleverna vid två skrivuppgifter redogjorde för ljudexperiment som de genomfört. Närmare bestämt undersöktes hur betydelse uttrycks i satser, med utgångspunkt i satsens processtyp och hur satsens deltagare binds samman av en viss processtyp (här relationella, mentala, verbala och materiella processer, jfr Holmberg & Karlsson 2019). Omständigheterna, som också kopplas till processer, ger tilläggsinformation om t.ex. tid, plats och villkor. De kompletterar analysen av processen och dess deltagare. Analyserna genomfördes på de satser (fria, bundna, inbäddade) som innehöll beskrivningar av ljud. Genom transitivitetanalyserna visas exempelvis om deltagarna i satsen är mer eller mindre ämnesspecifika (se figur 1). Genom att jämföra hur eleverna beskrev ljudet i samma experiment under lektion 2–3 respektive lektion 4 kunde vi se om de verkade röra sig mot en naturvetenskaplig beskrivning av ljud. En sådan rörelse betecknar vi *tecken på lärande* (Selander & Kress 2010).

I samtalen analyserade vi om eleverna visade tecken på lärande genom skiftet i deras språkbruk, exempelvis att en elev vid början av temat beskrev ljud med hjälp av ljudhärkning för att senare använda begrepp som frekvens och amplitud (figur 1). Skiftet kan också innebära att en elev explicit uttrycker att hen inledningsvis inte ”kan” t.ex. ett begrepp, för att sedan använda det på ett adekvat sätt i sitt sammanhang. Det explicita uttrycket kan röra sig om att eleverna ställer frågor eller att det i deras utsagor framkommer att något är oklart.

För att man ska kunna uttala sig om tecken på lärande i elevernas skrivna texter och samtal behövs således ett tydligt skifte hos enskilda elever, där

det först bör finnas exempel på att eleven inte uttrycker sig ämnesadekvat och exempel på att eleven senare uttrycker ett liknande ämnesinnehåll på ett ämnesadekvat vis. Detta skifte kan visa sig från en lektion till en annan, eller under en kortare tidsperiod, som exempelvis under ett samtal.

Parallellt med analyserna av elevernas utveckling av ämnesspecifika beskrivningar av ljud identifieras språkliga val som verkar möjliggöra eller hindra en sådan utveckling (jfr FF2). Här undersöktes särskilt lärarens muntliga och skriftliga instruktioner inför aktiviteter och hans uppmaningar att använda vissa vardagsord och ämnesspecifika begrepp, liksom hur dessa instruktioner plockades upp av eleverna. Vi redogör också för om läraren genom lektionsupplägget successivt ställer allt högre krav på eleverna att beskriva ljud på ett mer ämnesspecifikt vis.

## Resultat

Vi inleder med att redogöra för lärarens lektionsupplägg och språkliga val i instruktioner och genomgångar under de fyra lektionerna. Därefter presenteras resultaten som avser elevernas eventuella rörelse mot en naturvetenskaplig beskrivning av ljud i skrivna texter och samtal. Slutligen redogör vi för hur lärarens instruktioner rörande exempelvis ordval verkar möjliggöra eller hindra elevernas utveckling av en naturvetenskaplig beskrivning av ljud.

### Lärarens lektionsupplägg och språkliga val i instruktioner och genomgångar

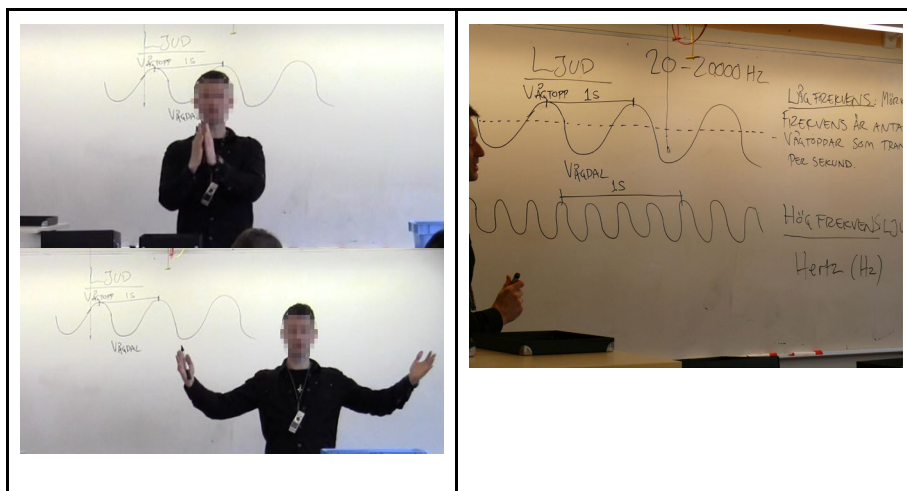
I början av den första lektionen – liksom under flera av de följande lektionerna – klargjorde läraren målet för lektionen: att de skulle ”tänka som en fysiker” och att en viktig aspekt av detta var att ”använda fysikord”. Han sa också att en korrekt användning av det vetenskapliga språket skulle ge höga betyg:

Du ska kunna använda dig av fysikens begrepp, orden, en massa ord, modeller och teorier för att förklara olika saker om ljud och ljus. Och det kan man göra på olika sätt. Man kan göra det med ett vardagligt språk blandat med naturvetenskapligt. Och så kan man göra det med bara naturvetenskapligt språk. Och ju mer naturvetenskapligt språk man använder, ju mer rätt man använder det, desto högre blir ju bedömningen. Desto mer mot A, eller hur?

(excerpt 1, lektion 1)

Därefter uppmanades eleverna att parvis på mini-whiteboards kategorisera ord som ”frekvens”, ”starka och svaga toner”, ”ljudnivå/styrka”, ”vibrationer” och ”våglängd” utifrån om det var ord de kunde förklara, förstå eller inte alls förstod. Läraren talade också om att ljud behöver ett medium för att vi ska kunna höra dem.

Under den andra och tredje lektionen utförde eleverna fem ljud-experiment där olika ljudkällor och medier gav upphov till olika ljud. Vid den andra lektionen instruerade läraren eleverna att individuellt redogöra skriftligt för experimentens utförande samt att beskriva de ljud de hört med hjälp av ordparen ”högt/lågt” respektive ”mörkt/ljust”. Vid den tredje lektionen arbetade eleverna vidare med experimenten och texterna. De uppmanades inledningsvis att använda ordparen ”mörkt/ljust” och ”starkt/svagt”. En elev påpekade att de använt ”högt/lågt” under föregående lektion och då lades även detta ordpar till. Samtliga ordpar kan härledas till vågmodellen, där mörkt/ljust rör ljudvågornas frekvens medan högt/lågt och starkt/svagt rör ljudvågornas amplitud. När eleverna var klara med ljudexperimenten presenterade läraren genom multimodal orkestrering vågmodellen som en naturvetenskaplig förklaring till ljudets egenskaper (Figur 2). Han ritade då ljudvågor på tavlan och kommenterade hur deras olika utseende<sup>5</sup> gav upphov till olika ljud. Han skrev upp begreppet frekvens tillsammans med en kort definition samt en koppling mellan frekvens och ljud respektive mörkt ljud (figur 2) och till Hertz som den enhet man anger frekvens med. I sin talade genomgång använde han ord som ”vågtopp”, ”vågdal”, ”frekvens”, ”Hertz”, ”amplitud”, ”ljust/mörkt”, ”starkt/svagt”, samt ”högt/lågt”. Han använde också sin egen röst för att illustrera adjektiven.



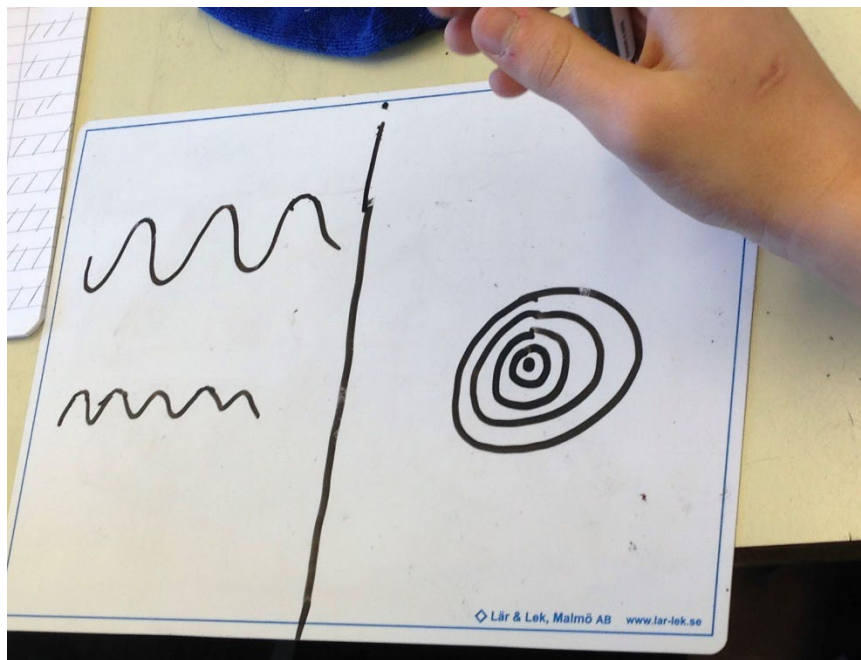
Figur 2: Multimodal orkestrering av vågmodellen (Lektion 3)

Den fjärde lektionen inleddes med att eleverna, parvis på mini-whiteboards, uppmanades att besvara frågan ”Hur ser ljud ut?”. Med detta ville läraren att

<sup>5</sup> Att beskriva ljud som synliga vågrörelser är en förenkling som används för att beskriva de mer komplexa sambanden mellan förtätning och förtunning mellan molekyler.



eleverna skulle koppla sina svar till vågmodellen. Figur 3 är ett exempel på ett elevpars svar.



Figur 3: Hur ser ljud ut? Elevsvar (lektion 4).

Denna aktivitet följdes sedan upp i helklass. Läraren repeterade då vågmodellen genom att återigen rita upp vågor på tavlan och han talade om hur ljudvågornas olika "utseende" motsvarar olika ljud. Därefter fick eleverna i grupp beskriva fyra ljudvågor som fanns på ett arbetsblad, med hjälp av orden "svag/starkt ton, högt/lågt ton, kort/lång våglängd", och de fick ge exempel på vad ljudvågorna kunde låta som.

Till sist fick de olika grupperna återvända till var sitt experiment och i grupp skriftligen förklara det som hände i ljudexperimentet samt beskriva ljuden. I sina texter skulle de använda vad läraren kallade "fysikord", i det här fallet "vibrationer, frekvens, högt/lågt, starkt/svagt, ljudkälla, våglängd" och i sina resonemang skulle de utgå från vågmodellen.

Lärarens tänkta progression avseende elevernas utveckling av ämnesspecifika beskrivningar av ljud framkom genom aktiviteternas sekvensering. Han inledde den första lektionen med att eleverna fick svara på frågor om vilka begrepp de kände till, för att de sedan successivt skulle använda det ämnesspråket självständigt när de utifrån ett naturvetenskapligt perspektiv skulle beskriva vad som kännetecknar olika ljud. Han talade också med eleverna om denna progression, exempelvis innan eleverna skulle utföra experimenten under lektion 2:

Tanken med att använda dom här orden nu är att vi sen ska gå in och titta på vad menar man i fysiken när nånting låter högt, lågt, mörkt, ljusst. Hur kan man beskriva det med hjälp av fysikens modeller av ljud? Vad är ett högt ljud eller hur beskriver fysiker det som kan väldigt mycket fysik? Hur beskriver man höga och låga toner, svagt och starkt? /.../ Nästa gång vi träffas på måndag då fortsätter vi med dom här /.../ och så går vi in och tittar på mer hur ser en svag och en stark ton ut alltså modellen av ljud ut. Hur ser det ut, hur beskriver man det i fysiken.

(excerpt 2, lektion 2)

Läraren hade således en explicit förväntan på att eleverna under lektionsserien skulle utveckla ämneskunskaper om ljud, men också en förmåga att själva beskriva ljud. Han tog då inte heller för givet att eleverna var bekanta med vare sig vardags- eller ämnesorden, utan var medveten om att eleverna i det språkligt heterogena klassrummet hade olika förutsättningar och behov. Som framgår av exempelvis excerpt 2 använde han själv ofta vardagliga ord som hög, låg, stark och svag.

### **Rörelsen mot en naturvetenskaplig beskrivning av ljud i elevernas skrivna texter**

Vi kunde notera att eleverna rör sig mot en naturvetenskaplig beskrivning av ljud i de två skrivuppgifter som de arbetade med under lektion 2–3 respektive lektion 4 och att de därmed visar tecken på lärande i relation till både ämnesinnehåll och naturvetenskapligt språkbruk. Från den första skrivuppgiften analyserades tio individuella elevtexter vilka tillgängliggjorts genom kopior från elevernas anteckningshäften. Analyserna av den andra skrivuppgiften bygger på elevernas uppläsning av sina förklarande texter som företrädesvis skrevs i grupp under lektion 4. Där analyserades fyra gruppertexter av totalt fem, vilket innefattar texter som skapats i de grupper där de tio eleverna vars enskilda texter vi analyserat ingick. I de fall dessa texter också hade skrivits ner i elevernas anteckningshäften kunde vi konstatera att den upplästa texten motsvarade den skrivna.

Som nämnts skilde sig instruktionerna delvis åt för de två skrivuppgifterna, i och med att eleverna i den första uppgiften förväntades redogöra för utförandet av experimentet, alltså en rapporterande text, medan de i den andra skulle förklara experimentet. Vid båda tillfällena förväntades eleverna beskriva hur ljudet lät med hjälp av ord som uttrycker hur ljud låter. Översikten i figur 4 visar ett övergripande resultat av den transitivitetsanalys som gjordes av de enskilda elevtexterna från den första skrivuppgiften, tillsammans med exempel som hämtats från dessa.

Processer	Relationell (57%): blir, låter Materiell (26%): ger (ifrån sig), får, eka (2), dämpa (2), transportera Mental (17%): höra, veta (1)
Förstadeltagare	Relationell process: ljudet/det (ibland underförstått) Materiell process: ljudet/det, linjalen (och andra laborationsmaterial) Mental process: man, vi, jag
Andradeltagare	Relationell process: - adjektiv: hög (12), låg (5), ljus (11), mörk (15), stark (7), svag (4) - nominal: mindre/starkare/inget ljud, eko, kyrkklocka, som en kyrkklocka (eller annan vardagserfarenhet) (9) Materiell process: högt ljud (1) lågt ljud (2) mörkt ljud (2), ljusst ljud (1), ljus, starkt ljud (2) Mental process: högt ljud (1), ljusst ljud (2), mörkt ljud (1), svagt ljud (1)
Omständighet	Orsak 55%: ju...(desto), eftersom... Tid 29%: när snöret är spänt Sätt 12%: tydligt och bra
<p><i>Exempel på satser med beskrivning av ljud</i></p> <p>ljudet blir ljusare/mörkare ljudet blir mörkare och högre eftersom det finns lite vatten i den och luften man blåser in åker ända ner den minsta flaskan ger lägst ljud man får en bass aktig ljud man hörde ett svagt kling ljudet transporteras svagt</p>	

Figur 4: Övergripande transitivetsanalys av elevernas beskrivning av ljud vid första skrivuppgiften (enskilda texter). Procent eller antal förekomster inom parentes.

Transitivetsanalysen av den första skrivuppgiften (figur 4) visar att eleverna i hög grad byggde sina beskrivningar av ljud på relationella processer, alltså innehållstomma processer som beskriver tillstånd och som främst binder samman deltagare eller deltagare och omständighet, som exempelvis "blir" (t.ex. "ljudet blir starkt"). Utöver "blir" användes också den relationella processen "låter" (t.ex. "ljudet låter starkt"). Förstadeltagarna som kopplades till de relationella processerna var i de flesta fall ordet "ljud", ibland pronomenet "det". Andradeltagarna som kopplades till de relationella processerna beskrev vanligtvis ljudet, ofta i form av attribut till förstadeltagaren, exempelvis adjektiven "hög", "låg", "stark" och "svag". I andra fall var andradeltagaren ett nominal med eller utan attribut, som mindre/starkare/inget ljud, eko, kyrkklocka, eller en fras inledd med "som om" vilken kopplades till någon form av vardagserfarenhet. Förstadeltagare som relaterade till de materiella processerna var ofta laborationsmaterial, medan andradeltagaren genomgående var "ljud" med någon bestämning ("Den minsta flaskan ger *lägst ljud*"). Förstadeltagare

som relaterade till mentala processer var exempelvis ”jag” eller ”man” och även här var andradeltagaren ofta ”ljud” med någon bestämning (”Jag hörde *ett svagt ljud*”). Vanligen beskrevs ljuden genom just andradeltagaren men även några materiella processer, som ”eka” eller ”dämpa” beskriver ljud, liksom några omständigheter, exempelvis ”ljudet hördes *tydligt och bra*” eller ”man hörde *med efterklang*”. I övrigt uttryckte omständigheterna orsaks- eller tidssamband.

I skrivuppgiften använde eleverna i hög grad vardagliga uttryck, antingen direkt relaterade till vardagserfarenheter, t.ex. ”som en kobjärla”, ”som om man sjunger i ett tomt rum”, ”höra varandra”, eller beskrev ljud i vaga ordalag, som ”högt”, ”lågt”, ”normalt starkt/svagt” utan precisering av vad det innebär. Vanligast var dock att ljud beskrevs mer precist men med ett vardagsspråk, som exempelvis ”ljusare”, ”mörkare”, ”ett bass aktig ljud”, ”starkt” och ”svagt”.

Figur 5 visar det övergripande resultatet av transitivitetanalysen av de fyra gruppexterna som samlades in i relation till den andra skrivuppgiften.

Processer	Relationella (9): har, var, lät, blev (underförstått) Materiella (6): ändras, leder till, gjorde Mentala (2): höra, uppfattas
Förstadeltagare	Relationell process: tonen, ljudet, ljudvågorna, vågorna, det (underförstått ljudet) Materiell process: frekvensen, vatten (eller annat laborationsmaterial), som (orsak) Mental process: vi
Andradeltagare	Relationell process: - adjektiv: högre, ljusare, - nominal: hög frekvens, hundra hertz Materiell process: mörkare ljud, att ljudet blir ljusare, att tonen blir ljus Mental process: ljudet, starkare
Omständighet	Orsak (5): desto..., på grund av, om... Tid (2): när man ..., då
<p><i>Exempel på satser med beskrivning av ljud</i></p> <p>det blev hög frekvens det lät högre och ljusare frekvensen ändrades beroende på hur mycket vatten man hade ljudvågorna hade låg frekvens</p>	

Figur 5: Övergripande transitivitetanalys av elevernas beskrivning av ljud vid andra skrivuppgiften (gruppexterna) (antal förekomster inom parentes).

Transitivitetanalysen av texterna från den andra skrivuppgiften (figur 5) visar återigen att eleverna i hög grad byggde sina beskrivningar av ljud på relationella processer som ”blev” (t.ex. ”det blev hög frekvens”), ”har” och

”lät”. Förstadeltagarna som kopplades till de relationella processerna var nu mer skiftande än i de första texterna. Utöver ”ljudet” förekom också mer ämnesspecifika ord som ”tonen”, ”frekvens” och ”ljudvågorna”. Även i dessa texter var andradeltagarna som relaterades till de relationella processerna ofta attribut till förstadeltagaren, i form av adjektiv (”tonen var *högre*”) eller nominal, men ofta mer ämnesspecifikt än i första skrivuppgiften (”ljudet var väldigt mörkt alltså *låg frekvens*”). Materiella processer som ”ändras” och ”leder till” ingick också i beskrivningarna, med ämnesspecifika deltagare som ”frekvens”. I dessa texter beskrev inga omständigheter ljud.

I jämförelse med den första skrivuppgiften använde eleverna i den andra skrivuppgiften i högre utsträckning ämnesspråk och de relaterade inte längre ljud till sina vardagserfarenheter. Dock använde de även vid detta tillfälle vaga beskrivningar av ljud, t.ex. ”låg frekvens och ljudtoner” och ”lägre och mörkare”. Vid några tillfällen uttryckte de sig mer precist men med vardagsspråk (”starkare”, ”mörkare”, ”ljusare”) och vid relativt många tillfällen användes ämnesspråk, såsom teknisk terminologi (”högre frekvens”, ”Hundra hertz ungefär”, ”väldigt mörkt. Alltså låg frekvens”). Vid det första tillfället beskrev eleverna framförallt hur ljudet låter, medan de vid det andra tillfället beskrev ljudet visuellt, vilket kan förklaras med att de då hade tillgång till vågmodellen och därför skrev om hur ljudvågorna ser ut. På så sätt blir det tydligt att eleverna vid det första och andra skrivuppgiften inte bara har olika uttryckssätt utan också utgår från olika synsätt, eller diskurser. Sammantaget kan vi notera att eleverna visar tecken på lärande i den andra skrivuppgiften när den jämförs med den första, vilket syns i att de i högre utsträckning använder ämnesspråket i den andra skrivuppgiften.

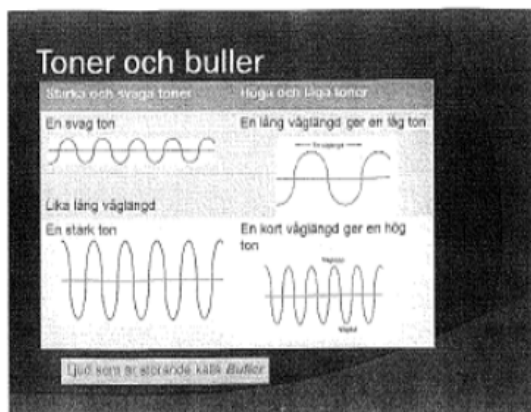
### **Rörelsen mot en naturvetenskaplig beskrivning av ljud i elevernas samtal**

Ett flertal exempel visar att eleverna i samtal med varandra, och ibland med läraren, rörde sig mot en naturvetenskaplig beskrivning av ljud. Som nämndes tidigare kan tecken på lärande visas från en lektion till en annan, eller under en kortare tidsperiod, som under ett samtal. På ett övergripande plan kunde vi notera att eleverna rörde sig från ett mer vardagligt språkbruk under de första lektionerna, mot ett mer ämnesspecifikt språkbruk under senare lektioner. Exempelvis fanns vid temats början elever som explicit uttryckte att de inte förstod begreppen ”frekvens” och ”våglängd”, eller att de i sitt sätt att tala om exempelvis ”ljusa och mörka toner” visade att de inte förstod orden, medan de under senare lektioner använde ämnesbegrepp som frekvens och Hertz på ett adekvat sätt.

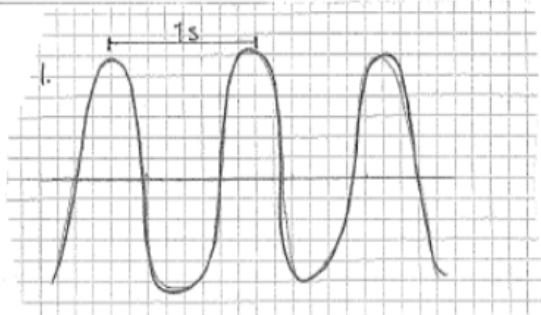
Vad gäller de tecken på lärande som kan urskiljas under kortare tidsperioder identifierades flera sådana skiften, särskilt i de samtal som fördes under lektion 4. Därför används några belysande exempel därifrån.

Exemplen är hämtade från gruppsamtal när eleverna beskriver ljudvågorna i arbetsbladet och i gruppsamtal när eleverna skulle förklara de tidigare genomförda ljudexperimenten. Det finns också exempel från helklassgenomgången då läraren gick igenom vad eleverna skrivit i sina gruppexperter.

När Tim, Dannah, Jowan och Sanna skulle beskriva den första ljudvågen på arbetsbladet (figur 6) med hjälp av orden "svag/stark ton, hög/låg ton, kort/lång våglängd" och ge exempel på vad ljudvågorna kunde låta som, framstår det som att det till en början var utmanande för dem att lösa uppgiften och därmed beskriva ljud på ett ämnesadekvat vis.



- A. Beskriv ljudet nedanför (använd ord som svag/ stark ton, hög/låg ton, kort/lång våglängd) och  
 B. försök ge ett exempel på var vi kan hitta just det ljudet.



Figur 6: Arbetsbladets första ljudvåg.

I Tims utsagor framkom bland annat att han var osäker på om amplitud rör ljudstyrka (volym) eller ljus/mörkt ljud (ljud med låg respektive hög frekvens), samt hur man kan se om arbetsbladets första ljudvåg motsvarar ett mörkt ljud. I Jowans utsagor framkom att han felaktigt uttryckte att låg

frekvens (dvs. ett mörkt ljud) motsvarar "hög röst", dvs. ett starkt (eller möjligen ljusst) ljud:

- Tim: Äh, ljudet har stark amplitud så det blir hög och stark röst.  
Läraren: Hög och stark.  
Tim: Ljudet är väldigt mörkt.  
Läraren: Mörkt?  
Tim: Ja, men det... Jag skrev ljudet är starkt. Amplituden är alltså väldigt mörk.  
Jowan: Frekvensen är låg så det blir hög röst.  
Tim: Frekvensen är låg.  
Jowan: Låg frekvens.  
Sanna: Men också...  
Tim: Äh, men, äh, väldigt mörk ton för att den här är låg... Så det blir mörkast.

(excerpt 4, lektion 4)

Inledningsvis använde eleverna således amplitud och frekvens på sätt som tyder på att de var osäkra på termerna. Något senare i samma samtal visade Jowan tecken på lärande när han relativt ämnesadekvat beskrev sambandet mellan frekvens och vad som kännetecknar ljud: "alltså desto mer det är frekvens, desto ljusare blir ljudet". Strax därefter frågade Sanna "Vad låter det som? Eftersom att det är väldigt låg frekvens?" varpå Jowan exemplifierade "Det låter så här ööööh (sägs med mörk röst). En zombie (skratt). Ööööh. Som en vanlig människa när man är trött på morgonen". Jowan visar således tecken på lärande under gruppsamtalet. Vardagsspråket, som uttrycks med ljudhärmingar och en liknelse, blev här också ett stöd för att illustrera innebörden av låg frekvens på ett liknande sätt som läraren tidigare hade illustrerat hög respektive låg frekvens och amplitud med sin röst.

Att det för Tim först var oklart att mörkt/ljust ljud relateras till antal ljudvågor per sekund, alltså frekvens (excerpt 4), framkom också när de i gruppen talade om hur de skulle tolka den första vågbilden. Tim ifrågasatte då Jowans slutsats att ett visst antal ljudvågor per sekund visar motsvarande antal Hertz. Jowan frågade därför läraren, som bekräftade att Jowan hade mätt Hertz på korrekt vis. Även Tim konstaterade att Jowan hade haft rätt:

- Jowan: Om det är tre vågor per sekund, skriver man tre Hertz då? Gör man det?  
Läraren: Mm.  
Sanna: Oj.  
Tim: Du hade rätt.  
Jowan: Jag hade rätt.

(excerpt 5, lektion 4)

Med lärarens hjälp redde således Tim och Jowan ut hur man mätte Hertz i de uppritade vågorna. När de i gruppen därefter jämförde ljudvåg 1 och 2 på arbetsbladet preciserade de beskrivningen av ljud i termer av högre eller lägre med hjälp av begreppet frekvens:

- Tim: Den är ljusare än den första. Inte lägre.  
Jowan: Jo, det är lägre. För att, kolla! Det är inte lika högt. Ljusare och mörkare. Vad ska vi skriva?  
Sanna: Den har högre frekvens eller...  
Jowan: Den har...  
Sanna: Den är högre.  
Jowan: Den har högre frekvens. Jag skriver 'Den har högre frekvens än, än nummer ett' (skriver).

(excerpt 6, lektion 4)

För att undvika ett oprecist "högre/lägre" föreslog Sanna preciseringen "högre frekvens". Användningen av "högre frekvens" istället för "lägre/högre" visar hur ett ämnesspecifikt språktillägnande möjliggör precision och ökad samsyn, vilket i sin tur ger ökade förutsättningar för ämneslärande. Termen frekvens innehåller dessutom en förklaring till varför ljudet är mörkt/ljust, dvs. att frekvensen rör antal ljudvågor per sekund.

- Tim: Okay. Hur många Hertz ska vi ha?... Eftersom det är ljust måste vi ha många Hertz.  
Dannah: Vem är Hertz?  
Tim: Vet du inte vad Hertz är?  
Dannah: Neej.  
Tim: Okay. Hur många vågtoppar per sekund. Fattar du?  
(ohörbart)  
Sanna: Hertz är, du mäter.  
(ohörbart)  
Sanna: Hertz är hur många vågtoppar per sekund.  
Tim: Här får det plats fem vågtoppar per sekund. Då blir det fem Hertz. Fattar du?  
Dannah: Åhå! Det kommer så här... En, två, tre, fyra. Då är det fyra.

(excerpt 7, lektion 4)

När Dannah frågade Tim "Vem är Hertz?" blev det synligt att hon inte hade förstått begreppet Hertz. Hon visade sedan tecken på lärande genom att med hjälp av bilden av vågmodellen själv visa att fyra vågtoppar motsvarar fyra Hertz. I gruppen talade de därefter om hur många Hertz de skulle skriva att



Ljudet hade låtit som i experimentet. När läraren kom till gruppen passade Dannah på att fråga honom om åtta Hertz är mörkt:

Dannah: Åtta Hertz. Är inte det mörkt?

Läraren: Det beror på om du pratar så här (illustrerar med mörk röst) eller om du pratar så här (illustrerar med ljus röst).

Dannah: Är inte åtta Hertz mörkt?

Läraren: När man kommer till tjugotusen, då är det ju väldigt ljusst.

Dannah: Ja, men du vet den här skeden. Hur många Hertz tror du att det är?

(excerpt 8, lektion 4)

Läraren redde inte ut Dannahs frågor, angående om åtta Hertz var mörkt, trots att en så låg frekvens inte är hörbar för människor. Dannah frågade istället hur många Hertz han trodde att skeden gav ifrån sig i ljudexperimentet. Återigen visade Dannah tecken på lärande när hon i sin fråga visade att hon nu visste att Hertz mäter frekvens, alltså hur ljusst ljudet är. Genom att hon nu hade tillgång till termen Hertz fick hon ökade förutsättningar för att mer precist kunna jämföra hur mörka eller ljusa olika ljud är.

Något senare under lektion 4 följde läraren i helklass upp den andra skrivuppgiften. Tim läste då upp hur deras grupp hade förklarat sitt ljudexperiment. Läraren ställde en följdfråga till Dannah, som förklarade vad Hertz är:

Läraren: Okay. Mm. Tim sa något om Hertz också. Vad var det för någonting?

Dannah: Det var, alltså hur många ljudvågor som går alltså, eller alltså hur många ljudtoppar som går genom en sekund.

Läraren: Okay.

(excerpt 9, lektion 4)

Vad gäller Dannahs förmåga att tala om ljud, i detta fall genom att använda Hertz, ser vi flera tecken på lärande. Hon hade med andra ord utvidgat sin repertoar för att förstå och handla meningsfullt i fysikklassrummet.

Sammantaget finns det flera tecken på att eleverna lärt sig vad Hertz och frekvens betyder och hur dessa kan relateras till vågmodellen. I och med att det i samtalen finns få exempel på att det verkade utmanande för eleverna att använda adjektiven starkt/svagt om ljud (alltså amplitud) relaterat till vågmodellen, fanns också få tecken på lärande i detta avseende.

### **Vardagsord och ämnesspecifika begrepp: Möjligheter och hinder**

När eleverna skulle beskriva ljud var en återkommande instruktion att de skulle använda de vardagsspråkliga adjektivparen stark/svag, ljus/mörk och hög/låg. Adjektivparen stark/svag respektive ljus/mörk för beskrivning av

Ljud är entydiga, eftersom de syftar på amplitud (stark/svag) respektive frekvens (ljus/mörk), och de kan kombineras med antingen ”ton” eller ”ljud” utan att betydelsen ändras. Adjektivparet hög/låg, å andra sidan, kan användas för såväl amplitud (ett högt ljud motsvarar hög amplitud, alltså ett starkt ljud) som frekvens (en hög ton motsvarar hög frekvens, alltså ett ljust ljud), varför betydelsen av detta adjektivpar är oklar. Genom att koppla adjektiven till ”ton” eller ”ljud” blir betydelsen mindre oklar: vardagsspråkets ”en hög ton” relateras till frekvens medan ”ett högt ljud” relateras till amplitud.

I aktiviteten när eleverna vid lektion 2 och 3 skriftligen skulle redogöra för utförandet av de fem ljudexperimenten, instruerades de att bl.a. använda ”högt/lågt” (utan explicit kombination med ”ton” eller ”ljud”). Under den följande lektionen uppmanades de att använda ”högt/lågt ljud”, vilket visserligen innebär en precisering mot amplitud, men det visade sig ändå vara otydligt vad som avsågs. Dessutom användes adjektivparet ”hög/låg” av läraren både för att beskriva såväl frekvens som amplitud.

Den oprecisa betydelsen av hög/låg skapade emellanåt förvirring hos eleverna. Exempelvis kommenterade Feroz ”Säger du stark ton och stark ton?”, när Yanis hade sagt ”Stark ton och har en väldigt hög (ton)” för att beskriva en av ljudvågorna på det uppkopierade arbetsbladet. Och när eleverna i en annan grupp skulle beskriva det ljud som arbetsbladets första ljudvåg kunde motsvara, med hjälp av ”stark/svag ton”, ”hög/låg ton” och ”kort/lång våglängd”, saknade Tanesha ”ljus och mörk”:

Tanesha: Okay, men så det är stark.

Widad: Jaa, och högt.

Tanesha: Den där är starkt.

Widad: Jaa.

Tanesha: Nej, men ljus då och sånt där?

Rana: Den där är stark.

Tanesha: Man måste skriva ljus och mörk, tror jag.

Rana: Det här är ljus.

Tanesha: Nej, det är mörk. Det är mörk.

Widad: ‘Svag/stark, hög/låg, kort/lång’ (läses från instruktionen på arbetsbladet)

Tanesha: Jaha. Ska man inte skriva mörk?

Widad: Och vi använder stark och hög.

(excerpt 10, lektion 4)

Widad läste upp de adjektiv som de enligt arbetsbladet skulle använda för att beskriva ljud, nämligen ”svag/stark, hög/låg, kort/lång”. Hon konstaterade sen att ”vi använder stark och hög”, dvs inte ”mörk/ljus” som Tanesha föreslagit. Widad valde därmed också bort ”kort, lång”, som skulle

kunnat användas för att beskriva våglängden, och som ytterligare hade komplicerat adjektivanvändningen.

När Tanesha, Widad, Rana och Kalene skulle beskriva de fyra ljudvågorna, samtalade de om vad som gör att tonen blir hög, och vad som gör att tonen blir stark respektive svag. Rana försökte, liksom Tanesha i excerpt 10, precisera låg med ”mörkare”, vilket gruppens medlemmar reagerade olika på. Kalene undrade var hon hade fått mörkare ifrån. Tanesha konstaterade i sin tur att det inte fanns med bland de ord de skulle använda för att beskriva ljud, men sa samtidigt att ”man vet ju om det är mörkt eller ljusst”:

Tanesha: En hög ton har kortare avstånd än en låg ton.

Widad: Mm.

Tanesha: Den har mer avstånd.

Widad: Jaa.

Tanesha: Och sen när det är svag och stark då är det höjden på vågorna som man mäter. Så en stark ton har mycket högre vågor än en svag ton.

Widad: Ja, det var det han sa.

Rana: Men det här är mörkare, eller hur?

Klara: Var får du mörk ifrån?

Rana: Det är ju så här mörkare ljud.

(ohörbart)

Tanesha: Det finns inte med, men man vet ju om det är mörk eller ljus.

(ohörbart)

Tanesha: (ohörbart) Om det är lång så här då är det mörk. Om det är litet då är det ljusst.

(excerpt 11, lektion 4)

”Mörk/ljus” användes alltså av flera elever i klassens för att precisera hur ljud låter. I excerpt 11 finns också exempel på att eleverna var noga med att använda de ord som läraren hade uppmanat dem att använda, vilket också framhölls i excerpt 10. Något senare i det samtal som excerpt 11 är hämtat ifrån sa Widad ”Vi har använt fett mycket högt, lågt”, vilket hon verkade nöjd med, trots att dessa ord inte blev ett stöd när de i gruppen skulle beskriva ljud.

Det finns också exempel på att läraren uppmanade eleverna att använda sig av ”ljusst/mörkt” och ”starkt/svagt” för att precisera de ljud de hörde. Detta skedde exempelvis när han uppmanade några elever att precisera de ljud de skulle beskriva i ljudexperimentet ”linjalen som svänger”:

Bahir: Kolla! Kolla! (linjalen vibrerar)

Dannah: När man gör så här.

Bahir: Det låter inte lika mycket så här.

Läraren: Det låter inte lika mycket?

- Bahir: Nej. Kolla det här, det låter inte lika starkt som...  
Läraren: Mörkare, ljusare, starkare, svagare?  
Bahir: Kolla här! Här det låter så här, alltså den slår på bänken det låter starkt... eller högt.  
Läraren: Starkt. Okay.  
Bahir: Jaa. Eller högt. Och sen här, det låter inte lika mycket.  
Läraren: Ja, vad säger vi då då? Hur låter motsatsen till stark?  
Bahir: Svagt.  
Läraren: Okay. Jaa. Mörkt eller ljust då?  
Bahir: Äh, det här är ljust (prövar).  
Läraren: Okay.  
Bahir: Där är (ohörbart) eller ljusmörk.  
Läraren: Jaha. Så det är lite mörkare där? Ja. Då har du ju två ord du kan använda för att beskriva ljud.

(excerpt 12, lektion 3)

I elevernas beskrivningar av ljud efterfrågade läraren användningen av orden "stark/svag" och "ljus/mörk". Detta tyder på att läraren var medveten om betydelsen av "högt/lågt" var vag och oprecis även om han alltså själv använde dessa adjektiv på ett oklart sätt och dessutom uppmanade eleverna att använda bl.a. just dessa adjektiv i sina texter.

Användningen av "hög/låg" komplicerades dessutom av att dessa adjektiv inte bara användes för att beskriva ljud, utan också för att beskriva våghöjd. I excerpt 13 syns att läraren hänvisade till det visuella; att vågen är hög ("Om ni tittar på den där och den där, själva toppen."), medan Jowan talade om höga/låga toner ("Den här är liksom starkare röst."):

- Läraren: Men vad är det som skiljer? Om ni tittar på den där och den där, själva toppen.  
Jowan: Det är därför den här är så himla låg.  
Läraren: Okay. Så det, det...  
Jowan: Den här är liksom starkare röst.  
Läraren: Okay, högre.  
Jowan: Jaa, den är till och med svag. Den här är starkast.

(excerpt 13, lektion 4)

Sammantaget fann vi flera exempel på att elever och lärare använde eller efterfrågade det entydigare "stark/svag" eller "ljus/mörk" för att precisera hur ljud låter istället för hög/låg. Likaså användes ordet "frekvens" för att specificera, men också för att kunna jämföra hur mörkt eller ljust ljudet var. I flera fall kunde vi se att särskilt användningen av det ämnesspecifika "frekvens" fungerade som ett stöd för att tala om ljud.

Lärarens uppmaningar att använda hög/låg kan vara en orsak till att eleverna inte använde de mer precisa adjektiven "stark/svag" eller

”ljus/mörk”, och detta verkade skapa viss förvirring hos eleverna. Därmed framstår det som att användningen av de vardagliga adjektiven hög/låg inte fungerade som ett stöd för eleverna i deras beskrivning av ljud, utan snarare som ett hinder.

## Diskussion

I föreliggande artikel har vi gett exempel på hur eleverna i en språkligt heterogen klass, både i textskapande och i samtal, rör sig mot en naturvetenskaplig beskrivning av ljud. Deras tecken på lärande visade sig i såväl deras texter som i samtalen elever emellan och tillsammans med läraren. I texterna syntes ett skifte från att i hög grad använda vardagsord för att beskriva hur ljud låter, till att bland annat inkludera terminologi som frekvens och att på ett relativt precist sätt beskriva olika ljud relaterat till vågmodellen. Detta skifte förklaras av de instruktioner som läraren givit dem, att de fått tillgång till en förklaringsmodell genom vågmodellen, samt att läraren inte bara fokuserade ämnesinnehållet utan också samtalade med eleverna om hur detta innehåll skulle uttryckas (jfr Forey & Cheung 2019; Gebhard, Chen & Britton 2014; Macnaught m.fl. 2014).

Att stärka elevers utveckling av ämnesspråket är centralt eftersom ämnesspråket i sig ger ökade förutsättningar för ämneslärande (Halliday & Martin 1993), vilket till exempel syntes när Dannahs tillgång till termen Hertz gav ökade förutsättningar för att mer precist kunna jämföra hur mörka eller ljusa olika ljud är. Läraren i denna studie samtalade med eleverna om hur ämnesinnehållet skulle uttryckas, vilket kan fungera som ett stöd för ämneslärande (jfr Fang & Schleppegrell 2008; Tang 2016). Sådana samtal kan vara särskilt gynnsamt för de elever som undervisas på sitt andraspråk, eftersom de behöver fokusera på målspråket i större utsträckning än elever med svenska som sitt förstaspråk.

Till skillnad från Hipkiss studie (2014) visas i vår studie en lärares konsekventa och explicita förväntan på att eleverna i interaktion med varandra använder ämnesspråket (här “fysikord” och vågmodellen). Elevernas prövande gjorde ibland att eleverna använde ord som de ännu inte behärskade (amplitud, frekvens) och att de ibland på lärarens uppmaning använde ord som inte blev till stöd när de skulle beskriva ljud (“Vi använde fett mycket högt, lågt”).

Samtidigt som läraren uppmuntrade elevernas användning av ämnesspråket hade han i en intervju sagt att han använde vardagsspråket i större utsträckning för att flera av klassens elever inte var så förankrade i undervisningsspråket svenska och att han var rädd att språket skulle bli alltför tekniskt och svårt (Uddling 2019). Eleverna använde vardagsspråk bl.a. för att länka till det redan bekanta (t.ex. ”låter som zombie”, ”öhhhh”), men det blev inte alltid det stöd som det var tänkt i detta klassrum. Adjektivparet ”hög/låg”, vars vaga och oprecisa betydelse skapade förvirring, visar på vikten av att lärare använder meningsskapande resurser

på medvetna sätt så att de erbjuder det stöd som avses. Nygård Larsson och Jakobsson (2019) samt Serder och Jakobsson (2016) menar att lärare genom att explicit och medvetet växla mellan vardagliga uttryckssätt och synsätt och mer naturvetenskapliga uttryckssätt och synsätt kan stärka elevers lärande. Kanske skulle eleverna i denna klass ha gynnats av att läraren varit än mer medveten och explicit i rörelsen mellan vardagliga och ämnesspecifika uttryckssätt.

Flera av de aktiviteter som läraren hade planerat var gruppuppgifter som ökade elevernas interaktion. Detta kan vara särskilt gynnsamt för de elever som undervisas på sitt andraspråk eftersom de via interaktionen kan få stöd att förstå, men också att uttrycka ett ämnesinnehåll som de ännu inte kan uttrycka på egen hand. Många oklarheter synliggjordes och klargjordes i förhandling eleverna emellan, men också genom att läraren själv deltog i elevernas samtal. För att oklarheter ska kunna redas ut krävs, såsom i detta klassrum, ett öppet och tillåtande klimat där elever vågar fråga efter det som de inte förstår. I klassen gavs alltså många tillfällen att fråga, förhandla om betydelse och att göra språket och ämnesinnehållet till sitt, vilket sannolikt var särskilt gynnsamt för klassens andraspråkselever. Det finns många exempel på att eleverna i klassen hjälpte varandra och hade varandra som lärresurser. Detta blev särskilt tydligt i analys av samtalen där eleverna visade tecken på lärande.

Eleverna gavs också flera tillfällen att bearbeta och fördjupa det ämnesinnehåll som redan gått igenom, bland annat då de i grupp skulle vända tillbaka till och förklara de ljudexperiment som de tidigare hade beskrivit. I språkligt heterogena klasser, där eleverna kan ha väldigt olika erfarenheter, kan det vara särskilt viktigt att på liknande sätt bygga vidare på gemensamma klassrumserfarenheter.

Att flera av klassens elever undervisades på sitt andraspråk gör att studien bidrar till forskning om hur andraspråkselevs språk- och kunskapsutveckling i naturvetenskapliga språkligt heterogena klassrum kan stärkas (Jakobson & Axelsson 2017; Seah & Yore 2017). Studien har implikationer för undervisning i språkligt heterogena klasser, där flera elever undervisas på sitt andraspråk, bland annat när det gäller a) vikten av att skapa uppgifter med interaktion och förhandling om språklig betydelse, b) att skapa ett tryggt klassrumsklimat, c) att konsekvent efterfråga ämnesspråk och lyssna så att eleverna använder detta på adekvat vis i sitt sammanhang och d) faran i att använda vardagsord med vag betydelse.

## Referenser

- Danielsson, Kristina (2010), "Learning chemistry: Text use and text talk in a Finland-Swedish chemistry classroom", *IARTEM e-journal* 3: 1–28.  
<https://doi.org/10.21344/iartem.v3i2.785>
- Danielsson, Kristina (2011), "Att närma sig en naturvetenskaplig diskurs: text och textanvändning i svenska och finlandssvenska klassrum", i Inger

- Eriksson (red), *Kemiundervisning, text och textbruk i finlandssvenska och svenska skolor: en komparativ tvärvetenskaplig studie*. Stockholm: Stockholms universitets förlag, s. 161–237.
- Eshach, Haim & Schwartz, Judah L. (2006), "Sound stiff? Naive materialism in middle-school students' conceptions of sound", *International Journal of Science Education* 28(7): 733–764.  
<https://doi.org/10.1080/09500690500277938>
- Fang, Zhihui & Schleppegrell, Mary J. (2008), *Reading in secondary content areas: A language-based-pedagogy*. Ann Arbor: The University of Michigan Press.
- Forey, Gail & Cheung, Lok Ming Erik (2019), "The benefits of explicit teaching of language for curriculum learning in the physical education classroom", *English for Specific Purposes* 54: 91–109.  
<https://doi.org/10.1016/j.esp.2019.01.001>
- Gebhard, Meg, Chen, I-An, & Britton, Lynne (2014), "'Miss, nominalization is a nominalization': English language learners' use of SFL metalanguage and their literacy practices", *Linguistics and Education* 26: 106–125.  
<https://doi.org/10.1016/j.linged.2014.01.003>
- Gibbons, Pauline (2006), *Bridging discourses in the ESL classroom: Students, teachers and researchers*. London: Continuum.
- Halliday, Michael A. K. (1978), *Language as social semiotic. The social interpretation of language and meaning*. Baltimor, MD: University Park Press.
- Halliday, Michael A. K. & Martin, James R. (1993), *Writing science: Literacy and discursive power*. London: Routledge.
- Halliday, Michael A. K. & Matthiessen, Christian (2014), *An introduction to functional grammar* (4 uppl.). Oxon: Routledge
- Holmberg, Per & Karlsson, Anna-Malin (2019), *Grammatik med betydelse. En introduktion till funktionell grammatik* (2 uppl.). Lund: Studentlitteratur.
- Hipkiss, Anna Maria (2014), *Klassrummets semiotiska resurser: En språkdidaktisk studie av skolämnena hem- och konsumentkunskap, kemi och biologi*. Doktorsavhandling. Umeå: Umeå universitet.
- Hägerfelth, Gun (2004), *Språkpraktiker i naturkunskap i två mångkulturella gymnasieklassrum: En studie av läroprocesser bland elever med olika förstaspråk*. Doktorsavhandling. Malmö: Malmö högskola.
- Jakobson, Britt & Axelsson, Monica (2017), "Building a web in science instruction: Using multiple resources in a Swedish multilingual middle school class", *Language and Education* 31(6): 479–494.  
<https://doi.org/10.1080/09500782.2017.1344701>
- Karlsson, Annika, Nygård Larsson, Pia & Jakobsson, Anders (2020), "The continuity of learning in a translanguaging science classroom", *Cultural Studies of Science Education* 15: 1–25. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09933-y>
- Kouns, Maria (2014), *Beskriv med ord: Fysiklärare utvecklar språkinriktad undervisning på gymnasiet*. Doktorsavhandling. Malmö: Malmö högskola.

- Lemke, Jay L. (1990), *Talking science: Language, learning and values*. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- Lindberg, Inger (2013), "Samtal och interaktion i andraspråksforskning", i Kenneth Hyltenstam & Inger Lindberg (red), *Svenska som andraspråk i forskning, undervisning och samhälle* (2 uppl.). Lund: Studentlitteratur, s. 481–518.
- Macnaught, Lucy, Maton, Karl, Martin, James R. & Matruglio, Erika (2013), "Jointly constructing semantic waves: Implications for teacher training", *Linguistics and Education* 24(1): 50–63.  
<https://doi.org/10.1016/j.linged.2012.11.008>
- Moje, Elizabeth Birr (2007), "Developing socially just subject-matter instruction: A review of the literature on disciplinary literacy teaching", *Review of Research in Education* 31: 1–44.  
<https://doi.org/10.3102%2F0091732X07300046001>
- Nygård Larsson, Pia (2011), *Biologiämnets texter: Text, språk och lärande i en språkligt heterogen gymnasieklass*. Doktorsavhandling. Malmö: Malmö högskola.
- Nygård Larsson, Pia & Jakobsson, Anders (2019), "Elevsamtal om en PISA-uppgift. Naturvetenskap i olika skolkontexter", *Utbildning och Demokrati* 28(3): 17–39.
- de Oliveira, Luciana C. & Schleppegrell, Mary J. (2015), *Focus on grammar and meaning*. Oxford: Oxford University Press.
- Schleppegrell, Mary J. (2013), "The role of metalanguage in supporting academic language development", *Language Learning* 63(1): 153–170.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9922.2012.00742.x>
- Seah, Lay Hoon & Yore, Larry D. (2017), "The roles of teachers' science talk in revealing language demands within diverse elementary school classrooms: A study of teaching heat and temperature in Singapore", *International Journal of Science Education* 39(2): 135–157.  
<http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2016.1270477>
- Selander, Staffan & Kress, Gunther (2010), *Design för lärande: Ett multimodalt perspektiv*. Stockholm: Norstedts.
- Serder, Margareta & Jakobsson, Anders (2016), "Language Games and Meaning as Used in Student Encounters with Scientific Literacy Test Items", *Science Education* 100(2): 321–343.  
<https://doi.org/10.1002/sce.21199>
- Shanahan, Timothy & Shanahan, Cynthia (2008), "Teaching disciplinary literacy to adolescents: Rethinking content area literacy", *Harvard Educational Review* 78(1): 40–59.  
<http://dx.doi.org/10.17763/haer.78.1.v62444321p602101>
- Skolverket (2019/20), *SIRIS databas*. Hämtad 2020-11-02:  
[https://siris.skolverket.se/reports/rwservlet?cmdkey=common&geo=1&report=gr\\_elever&p\\_sub=1&p\\_ar=2019&p\\_lankod=&p\\_kommunkod=&p\\_skolkod=&p\\_hmantyp=&p\\_hmankod=&p\\_flik=G](https://siris.skolverket.se/reports/rwservlet?cmdkey=common&geo=1&report=gr_elever&p_sub=1&p_ar=2019&p_lankod=&p_kommunkod=&p_skolkod=&p_hmantyp=&p_hmankod=&p_flik=G)
- Uddling, Jenny (2019), *Textsamtalens möjligheter och begränsningar i språkligt heterogena fysikklassrum*. Doktorsavhandling. Stockholm: Stockholms universitet.



- Vetenskapsrådet (2017), *God forskningssed*. Stockholm: Vetenskapsrådet.  
Hämtad 2017-12-10:  
[https://www.vr.se/download/18.2412c5311624176023d25b05/1529480532631/God-forskningssed\\_VR\\_2017.pdf](https://www.vr.se/download/18.2412c5311624176023d25b05/1529480532631/God-forskningssed_VR_2017.pdf)
- Viberg, Åke (1996), "Svenska som andraspråk i skolan", i Kenneth Hyltenstam (red), *Tvåspråkighet med förhinder? Invandrar- och minoritetsundervisning i Sverige*. Lund: Studentlitteratur, s. 110–148.
- West, Eva & Wallin, Anita (2013), "Students' Learning of a Generalized Theory of Sound Transmission from a Teaching–Learning Sequence about Sound, Hearing and Health", *International Journal of Science Education* 35(6): 980–1011.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2011.589479>
- Wilson, Aaron & Jesson, Rebecca (2018), "A case study of literacy teaching in six middle- and high-school science classes in New Zealand", i Kok-Sing Tang & Kristina Danielsson (red), *Global developments in literacy research for science education*. Cham: Springer International Publishing, s. 133–147. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-69197-8\\_9](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-69197-8_9)