



GÖTEBORGS UNIVERSITET

# Blinka lilla stjärna där, hur jag undrar hur stor du är

---

*Elevers uppfattningar om astronomiska objekts storlek och skala*

**Sarah Lindgren**

Självständigt arbete L6XA1A  
Vårterminen 2021

Examinator: Eva Nyberg

## Sammanfattning

Titel: Blinka lilla stjärna där, hur jag undrar hur stor du är. Elevers uppfattningar om astronomiska objekts storlek och skala.

Title: Twinkle twinkle little star, how I wonder what size you are. Pupils' conceptions about astronomical objects and scale.

Författare: Sarah Lindgren

Typ av arbete: Examensarbete på avancerad nivå (15 hp)

Examinator: Eva Nyberg

Nyckelord: Astronomy Education Research, astronomi, planet, stjärna, solsystem, galax, universum, storlek, avstånd, vardagsföreställningar

Den här studien är en del av det svenska forskningsprojektet *Storlek och skala i universum* vid Nationellt resurscentrum för fysik, vars syfte är att undersöka elevers uppfattningar om storlek och avstånd för att kunna skapa bättre förståelse för hur det skall undervisas. Storlek och avstånd är ett underforskat område inom både svensk och internationell utbildningsinriktad astronomiforskning. Denna studie har i sin tur som syfte att bidra till forskningen genom att undersöka svenska mellanstadieelevers uppfattningar om fem astronomiska objekt samt dessas relativa skala. Dessa objekt är planet, stjärna, solsystem, galax och universum. Två forskningsfrågor har styrt undersökningen; Hur rangordnar och beskriver eleverna de ovan nämnda astronomiska objekten? Vilka uppfattningar och vardagsföreställningar, om några, har eleverna om dessa astronomiska objekt? Undersökningen är utförd med ett datainsamlingsinstrument som tidigare använts i två andra internationella studier. Flera analyser har gjorts, bland annat frekvensanalys av felplaceringar av elevernas rangordning av objekten och innehållsanalys av fritextsvar. Analyserna visar att eleverna i stor utsträckning placerar stjärna före planet och att de har en variation av felaktiga uppfattningar, så kallade vardagsföreställningar, om att stjärnor är små. En del av eleverna placerar också galax före solsystem. Men elevernas beskrivningar av solsystem är generellt sett mer adekvata i förhållande till beskrivningarna av galax. Dessa resultat stämmer överens med vad som framkommit av tidigare forskning. Studien argumenterar utifrån detta att kunskap om vad stjärnor är och hur stora de är behövs för att också förstå vad galaxer är samt korrekt kunna rangordna objekten.

## Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Syfte och forskningsfrågor	2
2	Studiens teoretiska perspektiv	2
2.1	Uppfattningar om astronomiska fenomen	2
2.2	Forskning om storlek och avstånd	4
2.3	Tidigare forskning med Introductory Astronomy Questionnaire	6
2.4	Vetenskapliga definitioner av studiens astronomiska objekt	8
2.4.1	Planet	8
2.4.2	Stjärna	8
2.4.3	Solsystem	9
2.4.4	Galax	9
2.4.5	Universum	9
2.5	Några missuppfattningar om studiens astronomiska objekt	9
2.5.1	Missuppfattningar om planeter (och Jorden)	10
2.5.2	Missuppfattningar om stjärnor (och solen)	10
2.5.3	Missuppfattningar om solsystem	11
2.5.4	Missuppfattningar om galaxer	11
2.5.5	Missuppfattningar om universum	11
2.6	Astronomi i läroplanen	12
3	Metod	12
3.1	Swedish Introductory Astronomy Questionnaire	13
3.2	Analysmetod för rankningsuppgift	13
3.3	Analysmetod för förklaringsfrågorna	14
3.4	Urvalsbeskrivning	14
3.5	Etiska överväganden och urvalsrelaterade begränsningar	15
4	Resultat och resultatdiskussion	16
4.1	Elevernas rangordning av galax, planet, stjärna, universum och solsystemet	16
4.2	Elevernas beskrivningar av planet	18
4.3	Elevernas uppfattningar och vardagsföreställningar om planet	19
4.4	Elevernas beskrivningar av stjärna	20
4.5	Elevernas uppfattningar och vardagsföreställningar om stjärna	21
4.6	Elevernas beskrivningar av solsystem	21

4.7	Elevernas uppfattningar och vardagsföreställningar om solsystem	22
4.8	Elevernas beskrivningar av galax	23
4.9	Elevernas uppfattningar och vardagsföreställningar om galax	24
4.10	Elevernas beskrivningar av universum	24
4.11	Elevernas uppfattningar och vardagsföreställningar om universum	25
5	Diskussion	25
5.1	Insikter och begränsningar för metod och analys	26
5.2	Elevernas beskrivningar av astronomiska objekt	27
5.2.1	Faktorer som används för att definiera astronomiska objekt	27
5.2.2	Vardagsord och vetenskapliga termer	27
5.2.3	Vad som saknas	27
5.2.4	Astronomiska objekt som platser	28
5.2.5	Undantag	28
5.3	Elevernas vardagsföreställningar om astronomiska objekt	28
5.3.1	Stjärnor är små	28
5.3.2	Förväxling av galax och solsystem	28
5.4	Studiens betydelse för forskningsfältet	29
6	Slutsats	30
	Författarens tack	31
	Referenslista	32
	Bilaga I. SIAQ	35
	Bilaga II. Analyser	36
	Beskrivning av poängsättningsfunktion i Microsoft® Excel (fråga 8)	36
	Beskrivning av frekvensanalys i Microsoft® Excel (fråga 8)	36
	Tillvägagångssätt vid granskning av svar till rankningsuppgift (fråga 8)	36
	Tillvägagångssätt vid kodning av teman av svar på förklaringsfrågor (fråga 9 – 13)	37
	Bilaga IV. Teman för stjärna	41
	Bilaga V. Teman för solsystem	43
	Bilaga VI. Teman för galax	45
	Bilaga VII. Teman för universum	47

# 1 Inledning

Blinka, lilla stjärna där,  
hur jag undrar vad du är.  
Fjärran lockar du min syn,  
lik en diamant i skyn.  
Blinka, lilla stjärna där,  
hur jag undrar vad du är.<sup>1</sup>

Den välkända barnsången *Blinka lilla stjärna* kanske bäst beskriver barnets syn på vad en stjärna är. *En diamant i skyn* är betydligt enklare att relatera till än en extremt stor klotformad himlakropp av plasma som alstrar energi genom fusion. Mörka nätter syns stjärnorna som små lysande prickar på himlen. Det är senare när vi blir något äldre som vi förhoppningsvis lär oss att det är släktingar till vår egen sol. Astronomisk kunskap och förståelse bygger på observation (Shen & Confrey, 2010). De flesta människor har möjlighet att studera skenbara rörelser och händelser på himlavalvet dag som natt även när vi är unga och *undra vad det är*. Det är inte lika självklart att förstå vad det är vi ser. Men vi föreställer oss!

Storlek och avstånd i universum saknar som många andra ting i rymden motstycke till något på Jorden och kan därför vara svåra att relatera till och förstå. I stora drag vet vi kanske att saker som är stora kan se små ut på avstånd, som att flygplatsen krymper desto högre upp i luften vi kommer när vi lyfter med ett flygplan. Men hur långt bort är stjärnorna egentligen? För att begrunda den tanken kan det poängteras att det tog ungefär tre dagar för de första människorna som gick på månen att åka dit i svindlande hastigheter (NASA, 2019).

Föreställningar om att stjärnor är diamanter eller små lysande prickar kan sägas vara naiva eller vardagliga och stämmer dåligt överens med vad som är vetenskapligt vedertaget. För att bättre förstå vår naturvetenskapliga världsbild lär barn sig bland annat om astronomi i den svenska grundskolan (Skolverket, 2017). Dessa vardagsföreställningar kan dock följa med barnen till skolbänken och lämnas de utan åtgärd kan de bli rena missuppfattningar.

Den här studien är en del av ett svenskt forskningsprojekt som heter *Storlek och skala i universum* vilket syftar till att ta reda på svenska elevers uppfattningar om storlek och avstånd för att förbättra astronomiundervisningen (NRFCF, 2021). *Storlek och skala i universum* drivs vid Nationellt Resurscentrum för Fysik, NRFCF, Lunds universitet. Projektet är i sin tur en del av en internationell ansträngning som använder liknande forskningsinstrument för att utvidga forskningsfältet om storlek och avstånd. Till studien plockas delar av forskningsprojektet ut till att undersöka mellanstadieelevers uppfattningar om fem astronomiska objekt och deras relativa skala. Ett astronomiskt objekt kan sägas utgöra ett samlingsnamn för olika himlakroppar och fenomen (Retrê m.fl., 2019). De objekt som fokuseras i denna studie är planet, stjärna, solsystem, galax och universum.

---

<sup>1</sup> Blinka lilla stjärna, här i diktform översatt till svenska av Betty Ehrenborg-Posse. På originalspråket engelska heter dikten *The Star* och är skriven av Ann och Jane Taylor (Wikisource, 2012).

## 1.1 Syfte och forskningsfrågor

Studien har som syfte att bidra till forskningen om svenska elevers uppfattningar i astronomi genom att undersöka mellanstadieelevers uppfattningar om astronomiska objekt samt dessas relativa skala. Följande forskningsfrågor har legat till grund för undersökningen:

- Hur rangordnar och beskriver eleverna de astronomiska objekten planet, stjärna, galax, solsystem och universum?
- Vilka uppfattningar och vardagsföreställningar, om några, har eleverna om dessa astronomiska objekt?

## 2 Studiens teoretiska perspektiv

I den här studien utgör tidigare forskning i stor utsträckning både bakgrund och teoretiskt ramverk. Forskning om astronomi i utbildningskontext samlas i det internationella forskningsfältet Astronomy Education Research, AER. Det finns forskning inom AER om till exempel olika metoder för undervisning, effekter av dessa, läroplananalyser med astronomiperspektiv och hur astronomiska fenomen beskrivs och uppfattas av elever, lärare med flera. I den här kontexten bör också betonas att svensk forskning utgör en liten del av AER, vilket således också gäller för litteraturen i den här studien. Svensk forskning om storlek och skala är begränsad i synnerhet (NRCF, 2021), vilket i sin tur har begränsat möjligheten att ta teoretiskt avstamp från ett svenskt perspektiv.

Nedan presenteras de områden inom AER som är aktuella för denna studie. Först ges en bakgrund till uppfattningar inom AER för att bland annat reda ut hur begreppen missuppfattningar och vardagsföreställningar ses på i denna uppsats. Forskningsfältet om storlek och avstånd beskrivs därefter i stora drag för att placera studien i ett tidigare sammanhang. Sedan presenteras också de tidigare internationella studier som använt samma instrument som forskningsprojektet *Storlek och skala i universum*, eftersom det kan bli aktuellt att jämföra resultat med dessa. För att kunna urskilja element av vardagsföreställningar och andra uppfattningar vid analys av elevsvaren så behandlas också en kort beskrivning av en vetenskapligt korrekt bild av de astronomiska objekt som berörs i studien. Ett avsnitt följer som beskriver missuppfattningar som är specifika för objekten. Slutligen finns ett avsnitt om vilka astronomiska områden som lärs ut enligt svensk läroplan. Information som kan skapa förståelse för vad eleverna förväntas kunna.

### 2.1 Uppfattningar om astronomiska fenomen

Här ges en kort bakgrund av forskning som berör uppfattningar inom AER för att dels skapa förståelse för hur den ser ut, dels skapa förståelse till varför sådan forskning behövs. Men också för att förklara studiens teoretiska ställningstagande att missuppfattningar är bestående vardagsföreställningar.

Det finns två välciterade forskningsöversikter inom AER som i stora delar utgörs av forskning om uppfattningar om astronomiska fenomen, Bailey och Slater (2003) samt Lelliott och

Rollnick (2010). Deras översikter visar att det är utbrett med uppfattningar om astronomiska fenomen och objekt som inte stämmer överens med den vetenskapliga förklaringen. I den här studien benämns alla sådana uppfattningar som missuppfattningar i de fall när den tidigare forskningen skall beskrivas<sup>2</sup>.

Det finns olika metoder att undersöka uppfattningar och missuppfattningar inom AER. Bland annat har en rad instrument utvecklats i form av skriftliga test som blivit mer eller mindre standardiserade. Dessa instrument används till exempel för att jämföra resultat före och efter undervisning och för att jämföra resultat mellan olika grupper, som väldigt ofta är universitetsstudenter som skall läsa introduktionskurser i astronomi (Bailey m.fl., 2009). Några exempel är the Astronomy Diagnostic Test, ADT, som skapades genom ett forsknings-samarbete 1998 och the Lunar Phases Concept Inventory, LPCI, som skapades av Rebecca Lindell 2001 (Bailey & Slater, 2003). Det kan vara svårt för yngre barn att genomföra skriftliga test som många av de här instrumenten är. I studier med yngre deltagare kan det i stället tillämpas olika sorters intervjuer (Bryce & Blown, 2013). Det finns dock exempel där dessa nämnda instrument också anpassats för yngre elever (Wilhelm m.fl., 2018). Även i studier med vuxna så används intervjuer antingen som huvudmetod eller i kombination med andra metoder för att undersöka uppfattningar (Cox m.fl., 2016; Lelliott & Rollnick, 2010). Det finns alltså många olika sätt att undersöka uppfattningar och missuppfattningar på.

En tendens är att felaktiga uppfattningar inom AER är av samma karaktär oavsett landstilhörighet och ålder, men att de verkar minska i omfattning med ökad ålder och/eller utbildning<sup>3</sup> (Bailey & Slater, 2003). Därför kan det vara berättigat att snarare kalla yngre elevers felaktiga uppfattningar för vardagsföreställningar, och mer bestående sådana för missuppfattningar. Det kan vara svårt att helt utplåna missuppfattningar med utbildning och kan då i egentlig mening också kallas för missuppfattningar (Wilhelm m.fl., 2018). Den ställning som den här studien tar är därför att missuppfattningar om astronomi generellt sett är kulturellt överskridande. Det är också ett praktiskt ställningstagande eftersom den svenska forskningen inom området är begränsad.

Kännedom om missuppfattningar och insikter i hur de uppstår och överbryggas är viktiga för astronomiundervisning för att vardagsföreställningar inte skall permanentas. Ytterligare en tendens är nämligen att vetenskapligt accepterade förklaringar om astronomiska fenomen som lärs ut i undervisning integreras med redan felaktiga uppfattningar, snarare än att de överskrider dem. Det resulterar bland annat i att personer kan använda vetenskapliga begrepp men fortfarande ha missuppfattningar (Agan, 2004; Bailey & Slater, 2003). Vidare så har förekomsten av liknande missuppfattningar funnits hos både praktiserande lärare och elever vilket kan indikera att lärare för vidare sina missuppfattningar i undervisningen (Cox m.fl., 2016; Lelliott & Rollnick, 2010).

---

<sup>2</sup> Det finns ännu fler ord för uppfattningar som skiljer sig från den vetenskapliga uppfattningen som t.ex. vardagsuppfattning, feluppfattning m.m.

<sup>3</sup> På grund av detta så görs ingen särskiljning av deltagarnas ålder m.m. i den fortsatta presentationen om missuppfattningar inom AER.

## 2.2 Forskning om storlek och avstånd

Eftersom syftet med denna studie är att bidra till befintlig forskning är det relevant att undersöka tidigare sådan och beskriva hur fältet ser ut. I detta avsnitt beskrivs först forskning och forskningsresultat som rör storlek och avstånd i förhållande till andra forskningsfält. Några studier om uppfattningar om storlek och avstånd presenteras också. Slutligen presenteras också ett urval studier för att försöka skapa en bild av vad forskningen säger om hur storlek och avstånd relaterar till förståelse om andra astronomiska fenomen.

I forskningsöversikten av Lelliott och Rollnick (2010) diskuteras storlek och avstånd i förhållande till andra astronomiska områden. De har undersökt litteratur mellan 1974 - 2008 som de kategoriserat efter åtta "Big ideas", nyckelkoncept i astronomi. Dessa åtta är: systemet Jordan/månen/solen, formen på Jordan, natt- och dagcykeln, årstiderna, gravitation, solsystemet, stjärnor samt storlek och avstånd<sup>4</sup>. Baserat på den undersökta litteraturen kan de se att de fyra första kategorierna är utförligt efterforskade och vanligt förekommande i undervisning till skillnad från de fyra senare. Lelliott och Rollnick (2010) betonar i sin slutsats att specifikt avstånd och storlek är underforskat och dessutom under-undervisat. Bailey och Slater (2003) kallar kosmologi och astrobiologi för moderna ämnen inom AER vid tiden för sin översikt och refererar till studier mestadels om uppfattningar om Big Bang och förutsättningar för liv. Studier utanför solsystemet ter sig alltså förhållandevis få, åtminstone vid tidpunkten för dessa forskningsöversikter. Nio studier om storlek och avstånd beskrivs av Lelliott och Rollnick (2010). De är delar av andra studier som även undersöker andra astronomiska fenomen, ibland med olika modeller av himlakroppar. De flesta rör systemet Jordan/månen/solen. Huvudpoängerna är att få av deltagarna i dessa studier kan återge astronomiska storlekar och avstånd som t.ex. mellan Jordan och månen, solen eller närmaste galax (se t.ex. Agan, 2004; Miller & Brewer, 2010). I en tvärsnittsstudie gjord på norska elever och studenter om storlek och avstånd av Rajpaul m.fl. (2018) poängteras att den forskning som gjorts är svår att jämföra på grund av att resultaten är starkt relaterade till de respektive studiernas frågor till deltagarna. De argumenterar vidare att det inte finns någon samsyn inom fältet för hur storlek och avstånd bäst skall undersökas eller hur resultat skall tolkas vilket också framgår av heterogeniteten på de studier som Lelliott och Rollnick (2010) redogör för. Dessutom finns det i forskningen argument både för och emot att barn i yngre åldrar har förutsättningar att förstå astronomiska storlekar och avstånd (Lelliott & Rollnick, 2010).

I en av flera artiklar om universitetsstudenters uppfattningar om kosmologi presenterar Coble m.fl. (2013) analyser på olika data de samlat in med enkäter och intervjuer med mera från en återkommande astronomikurs över fem terminer. De har till exempel också olika sorters rankningsuppgifter för att undersöka storlek och avstånd i universum. Coble m.fl. (2013) slutsats är att studenterna i deras studie föredrar att beskriva avstånd i relativa storlekstermer och förefaller obekanta med absolut skala. Förutom att deras studenter är bättre på att beskriva skala relativt snarare än absolut så ser de att studenterna får bättre resultat på rankningsuppgifter med hierarkiska strukturer (exempel solsystem och galax) än när de skall ordna

---

<sup>4</sup> Lelliott och Rollnick (2010) använder "size and distance" och "size and scale" i samma kategori och diskuterar båda aspekterna.



individuella objekt inom dessa strukturer (exempel Jupiter och Andromedagalaxen). De redovisar inte hur studenterna rangordnat utan redovisar studenternas poäng för hur rätt de rankat, så en fullständig jämförelse med andra liknande studier<sup>5</sup> blir svår. Coble m.fl. (2013) ser att konceptuell förståelse för objekten gör att studenterna kan rangordna dem bättre. De säger också att en förståelse för relativ skala inte innebär att studenterna också förstår absolut skala. Alltså bör undervisning om skala i universum innebära en förståelse för objekten som skall rankas och utgå från relativa skalor enligt Coble m.fl. (2013).

I en studie av Tretter m.fl. (2006) undersöks hur väl elever och studenter i olika årskurser och utbildningsformer storleksordnar saker som små partiklar, pennor, skolbussar, Jordens diameter och astronomiska avstånd med mera. Det är snarare en studie om storlek och skala i ett naturvetenskapligt perspektiv, än storlek och skala i en strikt astronomikontext. Det framgår emellertid av deras studie att relativ skala var lättare att förstå än absolut skala generellt sett. Tretter m.fl. (2006) ser också mönster som tyder på att elever i årskurs fem placerar objekt fel på grund av att de är obekanta med vad det är.

Ett påstående från bland annat Lelliott och Rollnick (2010) som har orsakat lite kontrovers är att en förståelse för storlek och avstånd är grundläggande för att i sin tur förstå andra astronomiska fenomen. De skriver detta utan att hänvisa till någon specifik litteratur. Denna idé framför också Bailey och Slater (2003) genom att hänvisa till en opublicerad masteruppsats av Fanetti (2001) som har undersökt collegestudenters uppfattningar om månens faser. Huvudanledningen till att de inte förstår månens faser tillskriver Fanetti (2001) en bristande förståelse för skalan på systemet Jorden/månen enligt Bailey och Slater (2003). Rajpaul m.fl. (2018) är kritiska till detta och motsäger idén att storlek och avstånd är grundläggande på detta sätt. De menar att det snarare är ett antagande och en intuitiv förväntan utan vetenskapliga belegg och hänvisar då till Lelliott och Rollnick (2010) och Fanetti (2001). Rajpaul m.fl. (2018) skriver vidare att Fanetti inte kan visa någon korrelation mellan kunskapen om skalan på systemet Jorden/månen och förmåga att förklara månens faser. Fanetti (2001) skriver själv i sina slutord att ett möjligt samband kanske kan hittas med mer data och att mer forskning behövs på området. Samtidigt skriver hon också att "There has to be some connection [...] it is just not clear what that connection is at this time" (Fanetti, 2001, s. 65). Forskarna är alltså inte överens i frågan om hur grundläggande storlek och avstånd är för att förstå astronomiska fenomen och objekt.

Det finns fler tankar om hur storlek och skala hör ihop med förståelse för andra astronomiska fenomen. I Nordlabprojektet av Andersson m.fl. (2003) urskiljs delar som behövs för att korrekt kunna förklara orsaken till årstiderna. Andersson m.fl. (2003) skriver att några av dessa delar är att Jorden är mycket liten i förhållande till och på enormt avstånd från solen. Andersson m.fl. (2003) menar dock att det inte bara behövs astronomisk kunskap utan också kunskap om hur strålning (energi från solen) fördelas över ytor för att förklara orsaken till årstiderna. Även Rajpaul m.fl. (2018) framställer en hypotes om att det inte bara är kunskap om storlek och

---

<sup>5</sup> Som studierna som beskrivs i avsnittet "Tidigare forskning med Introductory Astronomy Questionnaire" nedan.

avstånd utan också om astronomiska objekt som behövs för att kunna förklara olika astronomiska fenomen<sup>6</sup>.

I en undersökning om vad ett urval studenter och professorer inom internationell astronomi-utbildning urskiljer relaterat till olika rumsliga dimensioner beskriver Eriksson m.fl. (2014) ett samband mellan storlek och avstånd och förmåga att förstå universums tredimensionella struktur. De menar att det inte bara behöver undervisas mer om storlek och avstånd för att förstå universum som betonas av Lelliott och Rollnick (2010), eftersom storlek och avstånd är begränsat till två dimensioner. För att förstå universums struktur från en representativ bild eller film behövs förmåga att mentalt extrapolera tredimensionalitet, där bland annat förståelse för storlek och avstånd är integrerat (Eriksson m.fl., 2014).

Ett liknande resonemang för också Wilhelm m.fl. (2018) i sin studie där de undersöker hur lärare uppfattar och förklarar månens faser för sina elever bland annat utifrån lärarnas spatiala förmåga. Denna spatiala förmåga består bland annat av en känsla för skala och proportioner, förmåga att skifta perspektiv från Jorden till rymden och från två dimensioner till tre, samt att mentalt rotera representationer av objekt (Wilhelm m.fl., 2018). Deras teoretiska ramverk bygger å ena sidan delvis på Fanettis avhandling men deras resultat visar å andra sidan ett samband mellan lärare med hög spatial förmåga och bättre resultat för dessa lärares elever. Det är emellertid viktigt att betona med tanke på tidigare diskussion att Wilhelm m.fl. (2018) inte tillskriver sambandet att förstå månens faser till enbart storlek och avstånd.

Det som detta avsnitt visar är att forskningsfältet för storlek och avstånd än så länge inte är lika efterforskat inom AER som andra områden och att motsättningar finns om hur det relaterar till förståelse för andra astronomiska fenomen. Det finns dessutom inte något instrument för att undersöka uppfattningar om storlek och avstånd som är lika etablerat som till exempel ADT och LPCI. Behovet att forska mer om detta är därför stort.

### **2.3 Tidigare forskning med Introductory Astronomy Questionnaire**

Som tidigare beskrivits så är denna studie en del av ett större forskningsprojekt. Instrumentet för detta forskningsprojekt och denna studie är en modifierad version av Introductory Astronomy Questionnaire, IAQ, som tagits fram av Rajpaul m.fl. (2014). IAQ är ännu inte lika välkänt som andra instrument som beskrivits ovan men används av två publicerade studier, dels Rajpaul m.fl. (2014) där det skapades, dels i Rajpaul m.fl. (2018) i modifierad form. Delar av studierna och de resultat som är aktuella för denna studie beskrivs och jämförs nedan medan den svenska adaptationen av IAQ beskrivs i metodavsnittet.

IAQ kom till eftersom Rajpaul m.fl. (2014) ansåg att de tidigare instrumenten inte riktigt passade deras forskningsbehov. De ville undersöka vad 79 sydafrikanska universitetsstudenter som deltog i en introduktionskurs i astronomi hade för uppfattningar, åsikter och resultat från kursen med mera. IAQ skapades därefter och användes som för- och eftertest. I IAQ finns bland annat en rankningsuppgift med hierarkisk struktur där galax, planet, stjärna, universum och

---

<sup>6</sup> Denna studie presenteras närmare i nästa avsnitt

solsystemet skall ordnas från minst till störst, och öppna frågor där studenterna skall förklara för en kompis tolvåriga syster vad objekten i rankningsuppgiften betyder. Analysen sker både med poängsättning på rankningsuppgiften och förklaringsfrågorna och med ytterligare en innehållsanalys av de senare. De sydafrikanska studenterna i studien av Rajpaul m.fl. (2014) förbättrade sina resultat på både rankningsuppgiften och förklaringsfrågorna efter undervisning. En övergripande analys visar att den mest frekventa missuppfattningen hos studenterna är att stjärnor är små objekt på natthimlen. Rajpaul m.fl. (2014) tyckte också det var intressant att de flesta studenterna tolkade solsystem generiskt och att många beskrev planet som exoplanet.

I originalform är IAQ i stora delar kontextbunden till den specifika introduktionskursen eftersom den också innehåller frågor som kan anses vara kursutvärderande (Rajpaul, 2014). Men IAQ innehåller även dessa uppgifter om storlek och avstånd beskrivna ovan som senare kom att användas i en modifierad form som Norwegian Introductory Astronomy Questionnaire, NIAQ, av Rajpaul m.fl. (2018). Rajpaul m.fl. (2018) anser att det är svårt att jämföra och tolka resultat från den befintliga litteraturen om storlek och avstånd eftersom det saknas ett standardiserat sätt att mäta med. Det är ett av argumenten för att skapa och använda NIAQ som för- och eftertest i en norsk studie av Rajpaul m.fl. (2018) som undersöker astronomiska kunskaper. De testar 41 lärarstudenter på universitetet som skall påbörja astronomiundervisning både före och efter undervisningen, men också elever från ungdomsskolan som är mellan 13 och 16 år. I den senare utgör 535 norska skolelever från årskurs 8 förgrupp och 387 elever i årskurs 10 utgör eftergrupp.

Skillnader mellan IAQ och NIAQ i fråga om rankningsuppgiften och förklaringsfrågorna är små, förutom att NIAQ är översatt helt till norska. Förklaringsfrågorna är formulerade så att de skall förklara för en niondeklasselev som är intresserad av astronomi i stället för en kompis lillasyster. Dessutom införs ytterligare en rankningsuppgift i NIAQ med 10 individuella objekt som skall ordnas inom hierarkiska strukturer, som exempelvis asteroidbältet, Polstjärnan, månen, Jordens centrum, ozonlagret med flera (Rajpaul m.fl., 2018). Svaren på den första rankningsuppgiften i NIAQ analyserades på samma sätt som i IAQ men Rajpaul m.fl. (2018) gjorde därutöver ytterligare analyser. Till exempel så undersökte de den första rankningsuppgiften på fler sätt för att få fram ytterligare information, de gjorde korrelationsanalys mellan specifika objekts placering i rankningsuppgiften och förklaringsfrågor och de utförde också korrelationsanalyser mellan samtliga rankningsuppgifter och förklaringsfrågor (Rajpaul m.fl., 2018).

De norska lärarstudenterna förbättrade sina resultat från för- till eftertest med undervisning, medan ingen statistiskt säkerställd skillnad på resultaten framkom för elevgruppen (Rajpaul m.fl., 2018). Korrelationsanalysen visade ett samband mellan deltagarnas kunskaper om astronomiska objekt från förklaringsfrågorna och deras resultat på rankningsuppgifterna; de som hade tillräckligt bra kännedom om objekten rankade dem också bättre. Vidare så rankade 40% av eleverna planet som större än stjärna, även efter undervisning, motsvarande för lärarstudenterna var cirka 10%. Det var den största missuppfattningen hos båda grupperna. Den näst största felplaceringen var galax före solsystem som gjordes av 15 – 20 % eleverna och 5% av

lärarstudenterna. Alla grupperna kunde förklara universum och solsystem bäst i förklaringsuppgifterna. Även många av de norska eleverna visade en medvetenhet om exoplaneter, en majoritet av lärarstudenterna tolkade solsystem generiskt och många beskrev också planet som exoplanet, överensstämmande med resultaten från IAQ (Rajpaul m.fl., 2014; Rajpaul m.fl., 2018). Som tidigare nämnt så är en hypotes i Rajpaul m.fl. (2018) att förståelse för vanliga astronomiska objekt i sin tur är grundläggande för att förstå mer komplexa astronomiska fenomen. Även om deras resultat i delar stödjer detta så menar de själva att det behövs stödjas med mer forskning.

Resultatet från de båda studierna liknar också varandra i fler avseenden. Både de norska lärarstudenterna och de sydafrikanska studenterna förbättrade sina resultat medan ingen förbättring syntes hos de norska eleverna. I båda studierna verkar det som att samtliga grupper har sämst förståelse för stjärnors relativa storleksförhållande.

## **2.4 Vetenskapliga definitioner av studiens astronomiska objekt**

I kontrast till missuppfattningar så står bland annat de vetenskapligt vedertagna uppfattningarna. I det här avsnittet beskrivs de senare som ytterligare hjälp att tolka elevsvaren i resultatanalysen. Definitionerna bygger mestadels på material som getts ut av Internationella Astronomiska Unionen, (IAU, 2021; Retrê m.fl., 2019), uppslagsverket Nationalencyklopedin och annan litteratur beskriven i studien i de fall där det är lämpligt.

### **2.4.1 Planet**

Den officiella definitionen av planet antogs av Internationella Astronomiska Unionen 2006 efter en diskussion som uppstått utifrån många nyligen upptäckta ”planeter” som var mycket små. (IAU, 2021). Det är tre kriterier varav samtliga skall uppfyllas för att en himlakropp skall definieras som en planet (IAU, 2021).

- A. En planet är en himlakropp som ligger i omloppsbana runt en stjärna
- B. En planet har tillräckligt med massa för att dess egen gravitation format den helt eller nästan helt rund
- C. Området runt dess omloppsbana är rensat från andra mindre objekt

Planeter har olika sammansättning, i vårt solsystem brukar en allmän skillnad göras mellan gasjättar, som består av väte och helium, och isjättar som består av vatten, koldioxid, metan och ammoniak, men även jordliknande planeter som består av metaller och mineral (Davidsson m.fl., 2021). Planeter i andra solsystem kallas exoplaneter. Exoplaneter kan ha helt andra egenskaper än planeterna i vårt solsystem, som till exempel att de är mycket större än solsystemets största planet Jupiter (Persson & Kiselman, 2021).

### **2.4.2 Stjärna**

Stjärnor är massiva himlakroppar som består av plasma. Plasma är en gas där elektronerna skiljts från atomkärnorna (Retrê m.fl., 2019). Den vanligaste gasen i stjärnor är väte och helium (Lelliott & Rollnick, 2010). Stjärnors massa gör att de upprätthåller sin egen gravitation, men de är också tillräckligt stora för att starta fusion i sin kärna. Fusion är den energialstrande

process där lättare ämnen som väte omvandlas till det tyngre ämnet helium. Fusion sker i stjärnors kärnor och energin sprids ut genom dess atmosfär (Retrê m.fl., 2019) Beroende på en stjärnas storlek och sammansättning kan den antingen kollapsa i ett svart hål, svalna och bli en vit dvärg eller explodera till en supernova i slutet av sin livstid. Nya stjärnor, planeter och andra himlakroppar bildas från materialet av supernovorna eller av andra stora ansamlingar med gas och rymdstoft som kallas för nebulosor (Retrê m.fl., 2019). Vår stjärna solen är en medelstor stjärna jämfört andra stjärnor. De flesta är mellan 100 och 0,1 gånger större respektive mindre än solen (Gustafsson, 2021). Solen utgör 99,99% av all massa i vårt solsystem (Retrê m.fl., 2019).

### **2.4.3 Solsystem**

Lelliott och Rollnick (2010) beskriver vårt solsystem som solen och de himlakroppar som kretsar i omloppsbanor runt denna på grund av gravitationell påverkan. Solsystemet bildades för 4,6 miljarder år sedan och utgörs av 8 planeter och dess månar; Merkurius, Venus, Jorden, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus och Neptunus samt asteroider, kometer och dvärgplaneter (Retrê m.fl., 2019). Det finns också solsystem som utgörs av andra stjärnor och exoplaneter (Persson & Kiselman, 2021) och solsystem som har fler stjärnor än en, till exempel binära system med två stjärnor (Retrê m.fl., 2019).

### **2.4.4 Galax**

Retrê m.fl. (2019) beskriver en galax som ett system som hålls samman av gravitationen från miljoner till miljarder stjärnor, men även stoft, gas och mörk materia. Det finns olika sorters galaxer, många av dessa har också ett massivt svart hål i centrum, som till exempel spiralgalaxen Vintergatan som vårt solsystem ligger i. Galaxer kan vara olika formade, ha olika ålder och bestå av olika sorters stjärnor. Galaxer är i ständig rörelse och kan påverkas av varandras gravitation, de kan till exempel krocka eller börja kretsa kring varandra (Retrê m.fl., 2019).

### **2.4.5 Universum**

Universum beskrivs synonymt med kosmos och världsalldet av Svensson m.fl. (2021) och kan alltså sägas utgöra allt som vi känner till. Det skapades för cirka 13,8 miljarder år sedan och i det första skedet av dess skapelse skedde den expansion som kallas Big Bang. Expansionen är pågående. Universum anses vara oändligt (Svensson m.fl., 2021). Den del av universum som vi kan observera kallas det synliga universum (Retrê m.fl., 2019).

Universum består av mörk energi till 68%, mörk materia till 27% och normal materia till 5% (Retrê m.fl., 2019). Normal materia kan sägas vara det som bygger upp planeter och stjärnor och andra himlakroppar. Mörk materia har samma gravitationella påverkan som vanlig materia men reflekterar inte ljus (Svensson m.fl., 2021). Mörk energi är slutligen en energiform som bland annat påverkar universums expansion (Retrê m.fl., 2019).

## **2.5 Några missuppfattningar om studiens astronomiska objekt**

För att ge en övergripande bild till vilka slags missuppfattningar som framkommit sedan tidigare för de respektive objekten i studien så kommer här en sammanfattning. Denna information används i analysen av elevsvar. I de fall där det har varit möjligt redovisas också olika sätt som objekten beskrivits tidigare. Denna sammanfattning avser inte ge en uttömmande

bild utan skall ses som en översikt. Processen att hitta relevant litteratur för vissa objekt har nämligen varit lite ansträngd, delvis på grund av litteraturens heterogenitet, delvis på grund av tidsbegränsning. Men först några ord om litteraturen som missuppfattningarna hämtats från. De missuppfattningar som beskrivits i forskningsöversikterna av Lelliott och Rollnick (2010) och Bailey och Slater (2003) är med. Missuppfattningarna kommer från studier med olika metoder, teoretiska ramverk och deltagare i många olika åldrar och länder, men detta beskrivs inte närmare i detta avsnitt. Vardagsföreställningar likställs därför här med missuppfattningar. Många kosmologiska studier har uteslutits som behandlar uppfattningar om universum och galaxer för de har aspekter som är för avancerade för den här studien. Det vill säga att det inte är troligt att urvalet känner till kosmisk bakgrundsstrålning, mörk energi och liknande.

### **2.5.1 Missuppfattningar om planeter (och Jorden)**

Planeter beskrivs genom hur de skiljer sig från stjärnor i storlek eller vad de består av snarare än sina egna egenskaper (Agan, 2004; Simon m.fl., 2018). Jorden kan också beskrivas som en jätteboll (Andersson m.fl., 2003). En egenskap som används för att särskilja planeter är att de har atmosfär (Bailey m.fl., 2009; Simon m.fl., 2018). Men också till exempel att planeter är större än stjärnor (Agan, 2004; Rajpaul m.fl., 2018) eller att planeter är solida i jämförelse med stjärnor som är av gas (Bailey m.fl., 2009). Det förekommer också en liten andel som tror att en planet är en stjärna (Simon m.fl., 2018). Gällande planeter i vårt solsystem så kan de beskrivas som att de består av enbart gas eller av partiklar, eller enbart är solida (Simon m.fl., 2018).

Jorden är den planet som alla människor har egen upplevelse av och ibland förekommer det missuppfattningar om att andra planeter har samma unika egenskaper som Jorden. Till exempel att en planet generellt sett är beboelig/kan upprätthålla liv (Bailey m.fl., 2009; Simon m.fl., 2018) eller till och med har liv (Simon m.fl., 2018). Sedan finns missuppfattningen att det bara finns planeter i vårt solsystem (Hansson & Redfors, 2013).

### **2.5.2 Missuppfattningar om stjärnor (och solen)**

Det förekommer missuppfattningar om vad en stjärna är. Stjärnor beskrivs som stora gasbollar och att de brinner (Agan, 2004; Bailey m.fl., 2009). Elever har också beskrivit att stjärnor består av eld eller lava (Agan, 2004). Stjärnors form beskrivs som runda eller "stjärnformade", alltså femkantiga (Lelliott & Rollnick, 2010). Det finns också exempel på att ordet stjärnfall sannolikt har orsakat missuppfattningar. Stjärnfall beskrivs som döende stjärnor (Bailey m.fl., 2009) eller stjärnor i rörelse (Kanli, 2015). Men också att kometer är stjärnor (Kanli, 2015). Dessa tankar och några fler relaterar till missuppfattningen att stjärnor är små. De kan beskrivas som små närliggande objekt (Agan, 2004), bland annat att polstjärnan ligger i solsystemet (Rajpaul m.fl., 2018) och att de är mindre än andra himlakroppar i vårt solsystem (Bailey m.fl., 2009), detta beskrivs ytterligare i avsnittet om solsystem. En annan missuppfattning är att stjärnor är små objekt på natthimlen (Rajpaul m.fl., 2014). Andra missuppfattningar kan vara relaterade till att stjärnor lyser, som att elever beskriver att en stjärnas ljusstyrka är beroende på hur långt bort den är (Agan, 2004). Men också att stjärnor reflekterar solljus, i likhet med månen (Lelliott & Rollnick, 2010). När stjärnor skall definieras så görs det i jämförelse med andra himlakroppar som till exempel planeter (Agan, 2004) och sällan genom att nämna energialstring eller fusion

(Bailey m.fl., 2009). Stjärnor beskrivs också enbart genom att nämna att de är “samma som solen” (Bailey m.fl., 2009).

När det gäller solen så förekommer liknande missuppfattningar som för stjärnor, med svårighet att veta vad det är och hur den funkar. Som att solen ger energi i en kemisk process (Bailey m.fl., 2009) eller att solens energi är en värmerest från Big Bang (Kanli, 2015). Solen beskrivs som en stor eldboll (Lelliott & Rollnick, 2010). Sen finns det olika uppfattningar relaterat till solen som stjärna. Antingen så förstås inte solen som en stjärna (Lelliott & Rollnick, 2010), eller så förstås den som en stjärna men att den inte är som andra stjärnor eller att det inte finns något annat objekt som liknar vår sol (Hansson & Redfors, 2013). Även att solen är större än andra stjärnor (Agan, 2004) vilket knyter an till missuppfattningen att stjärnor är små.

### **2.5.3 Missuppfattningar om solsystem**

Missuppfattningen om att stjärnor är små närliggande objekt i solsystemet knyter an till missuppfattningen att stjärnorna ligger inne i solsystemet (Agan, 2004; Bailey m.fl., 2012; Lelliott & Rollnick, 2010; Rajpaul m.fl., 2018; Trumper, 2001a, 2001b; Simon m.fl., 2018). Att galaxer finns inne i solsystemet är en annan missuppfattning (Simon m.fl., 2018). Fler missuppfattningar innebär att solsystemet är Vintergatan (Simon m.fl., 2018), att det beskrivs som “allt” (Hansson & Redfors, 2013) och att solsystemet bildades vid Big Bang (Simon m.fl., 2018). Andra missuppfattningar berör planeternas och solens rörelser i solsystemet, som att Jorden är i solsystemets centrum och att det är andra planeter som orsakar sol och månförmörkelser (Andersson m.fl., 2003). Ytterligare ett missförstånd är att planeternas avstånd från solen avgör deras rotationshastighet (Bailey & Slater, 2003).

Ytlig kunskap om solsystemet innebär att det vid beskrivningar enbart nämns namn på olika objekt i solsystemet (Coble m.fl., 2013; Lelliott & Rollnick, 2010) och att det är ovanligt att andra objekt än solen och Jorden nämns som exempelvis asteroider, månar med mera (Coble m.fl., 2013).

### **2.5.4 Missuppfattningar om galaxer**

Det förefaller relativt vanligt att galax blandas ihop med solsystem (Andersson m.fl., 2003; Bailey m.fl., 2012; Coble m.fl., 2013). Det finns missuppfattningar att galaxer är mindre än solsystem (Rajpaul m.fl., 2018). När galax beskrivs så namnges olika galaxer som till exempel Vintergatan (Coble m.fl., 2013). Det kan vara svårt att förstå det multum av stjärnor som finns i en galax och att förklara olika delar av en galax som t.ex. halon i spiralgalaxer (Coble m.fl., 2013). En elev beskrev att en galax är en avdelning i universum, som celler är i en kropp (Agan, 2004).

### **2.5.5 Missuppfattningar om universum**

Frågor om universum kan ge svar av existentiellt slag som till exempel relaterar till trosuppfattningar eller känslor (Andersson m.fl., 2003). Det finns missuppfattningar om hur universum ser ut; att det är statiskt, ej växande och orörligt (Andersson m.fl., 2003) eller att det är tomt/mörkt/runt (Coble m.fl., 2013). En del studier berör uppfattningar om Big Bang, som visar till exempel missuppfattningen att det var en explosion (Bailey & Slater, 2003). Det finns

missuppfattningar om att objekt i universum inte går att mäta (Coble m.fl., 2013) och om att det kan finnas flera universum (Andersson m.fl., 2003).

## 2.6 Astronomi i läroplanen

Genom att undersöka vad de elever som utgör urvalet för denna studie har för undervisningsbakgrund kan bättre förståelse ges för deras aktuella kunskapsnivå. Här beskrivs det i ett utdrag av det centrala innehållet från grundskolans fysikämne. Astronomi förekommer både i fysikämnets centrala innehåll och fram till 1 juli 2022 också i kunskapskraven för årskurs sex och nio (*Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet* [Lgr11], 2019; Skolverket, 2021).

Urvalet utgörs av mellanstadieelever, det vill säga elever från årskurs fyra, fem och sex. När elever börjar årskurs fyra så kan det förväntas att de har bearbetat astronomi i årskurs ett till tre som en del av temat *Året runt i naturen*:

Jordens, solens och månens rörelser i förhållande till varandra. Månens olika faser. Stjärnbilder och stjärnhimlens utseende vid olika tider på året. (Lgr11, 2019, s. 175)

För årskurs fyra till sex berörs senare följande punkter under rubriken *Fysiken och världsbilden* vilket skall ses som en progression från tidigare innehåll:

Solsystemets himlakroppar och deras rörelser i förhållande till varandra. Hur dag, natt, månader, år och årstider kan förklaras.  
Människan i rymden och användningen av satelliter.  
Tidmätning på olika sätt, från solur till atomur. (Lgr11, 2019, s. 177)

I årskurs sju till nio behandlas sedan kosmologi som ytterligare progression i *Fysiken och världsbilden*:

Naturvetenskapliga teorier om universums uppkomst i jämförelse med andra beskrivningar.  
Universums utveckling och atomslagens uppkomst genom stjärnornas utveckling.  
Universums uppbyggnad med himlakroppar, solsystem och galaxer samt rörelser hos och avstånd mellan dessa. (Lgr11, 2019, s. 178)

Stjärnor, galaxer och universum är alltså något som eleverna får undervisning om i årskurs sju medan "solsystemets himlakroppar" berörs i mellanstadiet. Det går därför att anta att eleverna inte kommer ha lika god kännedom om vissa objekt som andra.

## 3 Metod

I det här avsnittet så beskrivs hur undersökningen gått till. Först presenteras det instrument som har legat till grund för datainsamlingen, Swedish Introductory Astronomy Questionnaire, och hur det har distribuerats. Därefter beskrivs de delar av instrumentet som använts i den här studien, den så kallade rankingsuppgiften och förklaringsfrågorna, och analysförfarandet av dessa. I metodavsnittets avslutande del beskrivs de mellanstadieelever som utgör urvalet i studien. Slutligen redovisas etiska överväganden som gjorts i samband med undersökningen.



### 3.1 Swedish Introductory Astronomy Questionnaire

Datainsamlingsinstrumentet är som tidigare nämnt baserat på NIAQ och IAQ (Rajpaul m.fl., 2014; Rajpaul m.fl., 2018) varpå det blir naturligt att ge det namnet Swedish Introductory Astronomy Questionnaire, SIAQ, från och med nu. SIAQ har noga översatts till svenska för att språkligt motsvara originalformuleringen. Detta i syfte för att kunna eliminera språkliga skevheter vid framtida jämförelser av resultat mellan studierna<sup>7</sup>. Det består av 16 frågor och kan ses i helhet i Bilaga I. Datainsamlingen med SIAQ sker online, det är konstruerat som ett formulär med Microsoft® Forms som är tillgängligt via webbsidan för NRCF (2021). Länk till projektet och SIAQ har skickats ut i omgångar till olika lärare, skolor, delats på sociala medier och olika nätverk på internet och är en ännu pågående datainsamling. Den data som används till den här studien är insamlad från och med 17 oktober 2019 till och med 3 Maj 2021.

11 frågor i SIAQ har valts ut till denna studie; Fråga 1 - 4 och Fråga 8 - 13. Övriga frågor berör inte studiens syfte eller har valts bort på grund av tidsbegränsning. Första frågan berör deltagande i undersökningen, bara vid samtycke aktiveras resten av formuläret. Därefter får respondenterna ange årskurs, kön och om de arbetat med astronomi det senaste året i fråga 2 - 4. Denna information behövs för att kunna välja ut och beskriva eleverna som representerar urvalet. De övriga frågorna är inkluderade för att kunna besvara studiens syfte. Fråga 8 är en rankningsuppgift där galax, planet, stjärna, universum och solsystemet skall ordnas från minst till störst, alltså en relativ rankning. Fråga 9 - 13 är öppna frågor där respondenterna skall förklara för en vän som är intresserad av astronomi "med en mening eller två" vad objekten i rankningsuppgiften betyder. De öppna frågorna kallas förklaringsfrågor i den här studien. Samtliga öppna frågor i SIAQ är obligatoriska och kräver svar för att kunna slutföras. Tiden för respondenterna att slutföra hela SIAQ varierade mellan ungefär 10 - 20 minuter.

### 3.2 Analysmetod för rankningsuppgift

Rankningsuppgiften (fråga 8) syftar till att kunna undersöka hur eleverna har rangordnat de astronomiska objekten. För att få en mer detaljerad information av rankningarna har det i studien utförts både en poängsättning och frekvensanalys av rankningsuppgiften med hjälp av funktioner som programmerats i Microsoft® Excel. Analysgenomförandet beskrivs mer detaljerat i Bilaga II. Poängsättning av rankningsuppgiften är ett sätt att se i vilken utsträckning eleverna har gjort rätt, då 1 poäng tilldelas rätt placering och 0 poäng fel placering per objekt som sedan summeras, en metod som används av bland annat Coble m.fl. (2013). Rajpaul m.fl. (2018) argumenterar för att enbart poängsättning av elevernas svar utelämnar information som till exempel de vanligaste misstagen eller relationer mellan objekt. Ytterligare ett förfarande är därför att utföra en frekvensanalys som också gjorts på rankningsuppgifter av både Rajpaul m.fl. (2018) och Tretter m.fl. (2006). Frekvensanalysen går ut på att undersöka hur många objekt som placerats på respektive plats. Till exempel hur många som placerat planet först, och därefter hur många som placerat planet på andra plats och så vidare. Syftet med detta är alltså att se hur felen yttrar sig.

---

<sup>7</sup> Detaljer om adaptionen av SIAQ från NIAQ och IAQ kan ges av forskningsledare för projektet *Storlek och skala i universum*.

Ett problem som uppstod vid analysen av rankningsuppgiften var att det är uppenbart att en betydande andel av eleverna inte har uppfattat att rankningen skall göras i en specifik riktning, från minst till störst. Exempelvis så är det nio elever som har ordnat objekten korrekt men i inverterad riktning. Detta kan vara en effekt av deras förmåga att besvara enkäter som påpekats av Bryce och Blown (2013). Ytterligare problematik var att det fanns tendens att frågan besvarats enbart för att kunna skicka in formuläret. Detta syns tydligt bland vissa svar i förklaringsuppgifterna där vissa (ogiltiga) svar innebar att eleverna enbart har skrivit ett tecken, nonsens eller dylikt. Svaren har därför granskats närmare för att kunna urskilja ogiltiga, inverterade och oklara svar. Därefter har 21 svar inverterats till rätt riktning och 7 svar ogiltigförklarats, till sammanlagt 71 giltiga svar. En fullständig beskrivning av tillvägagångssättet finns i Bilaga II.

### **3.3 Analyismetod för förklaringsfrågorna**

För att kunna undersöka hur elever uppfattar och beskriver de astronomiska objekten har svar från förklaringsfrågorna (fråga 9 - 13) använts. Frågorna har analyserats separat, objekt för objekt, för att få ut en så detaljerad information som möjligt.

För att kunna hitta olika kategorier med elevbeskrivningar har en metod valts ut som används på liknande sätt i andra studier som också analyserar svar från frågor med fritextsvar (se t.ex. Bailey m.fl., 2012; Hansson & Redfors, 2013; Simon m.fl., 2018). Det är en iterativ reviderande process där svaren först har lästs igenom flertalet gånger för att kunna urskilja olika representationer för beskrivningar, skeenden och annan information. Varje representation utgör ett tema. Dessa teman antecknades samtidigt ned och tilldelades en kod vilken i sin tur applicerades på svaren. Varje tema har därefter justerats kontinuerligt med nya insikter vid varje genomläsning samtidigt som svaren också kodats om. Processen upprepades tills inga nya teman genererats och samtliga svar kodats. Svar med flera teman har tilldelats flera koder. Huvudpoängen är inte att räkna förekomsten av varje tema utan att undersöka deras karaktär. Antalet tilldelade koder per tema har dock också sammanställts i tabeller för att kunna säga något om i vilken utsträckning de representerar urvalet. Hela processen förklaras mer detaljerat i Bilaga II.

Slutligen, i och med att datainsamlingen har skett online, så har eleverna haft tillgång till hela internet för att kolla upp information. Några fall av plagiat har förekommit vid kontroll, där text helt sonika kopierats in från svenska Wikipedia. Det går inte att helt utesluta att de läst på utan att kopiera, om de fått hjälp eller samarbetat. Svar har klassificerats som ogiltiga om de innehåller sådan text kopierad från Wikipedia, nonsens eller inte är tolkningsbara.

### **3.4 Urvalsbeskrivning**

Forskningsprojektet *Storlek och skala i universum* riktar sig till elever i alla utbildningsformer över hela Sverige och har data från samtliga årskurser i grundskola och gymnasium. För denna studiens del har de elever som angett i SIAQ att de går i årskurs fyra, fem och sex valts ut. Totalt är det 78 elever; 17 från årskurs fyra, 29 från årskurs fem och 32 från årskurs sex. Nedan (se Tabell 1) redovisas hur eleverna fördelar sig efter kön, årskurs och vilka som uppgett att de fått eller inte fått astronomiundervisning. Då studiens syfte är att undersöka uppfattningar och

missuppfattningar hos mellanstadieelever så kommer ej några jämförelser mellan grupper att göras. Ytterligare en anledning till att inte jämföra grupper är att de kan betraktas att ha liknande kunskaper även om de uppgett att de fått astronomiundervisning, eftersom kunskapskraven gäller i slutet för årskurs sex (Lgr11, 2019).

**Tabell 1**

Beskrivning av elever

Årskurs och astronomiundervisning	Kille	Tjej	Vill ej uppge
Åk 4 med astronomiundervisning	7	10	-
Åk 4 utan astronomiundervisning	-	-	-
Åk 5 med astronomiundervisning	2	3	-
Åk 5 utan astronomiundervisning	11	10	1
Åk 5 vet ej om de haft astronomiundervisning	-	1	1
Åk 6 med astronomiundervisning	9	11	2
Åk 6 utan astronomiundervisning	5	-	1
Åk 6 vet ej om de haft astronomiundervisning	3	-	1

Kommentar: Elever fördelade efter information från fråga 2 – 4 i SIAQ.

### 3.5 Etiska överväganden och urvalsrelaterade begränsningar

Det tillhör god forskningssed att beakta individskyddskravet i samband med undersökningen och därför beskrivs härefter de etiska överväganden som gjorts efter de fyra huvudkrav som formulerats i Vetenskapsrådets forskningsetiska principer (Vetenskapsrådet, 2002).

På NRCF:s hemsida finns utförlig information om studien till alla som får den skickad till sig; att den är frivillig, att forskningsdatat sparas och hanteras varsamt samt inbjudningsbrev till lärare och vårdnadshavare med information om bland annat studiens syfte (NRCF, 2021). Informationsskyddskravet innebär att sådan information skall finnas tillgänglig för deltagare i undersökningen (Vetenskapsrådet, 2002). Genom att lämna samtycke till undersökningen så ges bestämmanderätt för medverkan till eleverna vilket krävs för att uppfylla samtyckeskravet (Vetenskapsrådet, 2002) och för att få samla in persondata enligt EU-lagstiftningen GDPR (Integritetsskyddsmyndigheten, 2016). Däremot är eleverna under 15 år vilket oftast brukar innebära att samtycke krävs från vårdnadshavare. Men SIAQ samlar trots allt inte in känsliga persondata eller annan sådan information vilket innebär att samtycke också kan ges av de lärare som distribuerat SIAQ (NRCF, 2021; Vetenskapsrådet, 2002). Vidare så skyddas elevernas identitet genom att de är anonyma och för att forskningsdatat har hanterats på ett varsamt sätt, lagrats på lokala hårddiskar och enbart av de som är inblandade i projektet för att uppfylla konfidentialitets- och nyttjandekravet (Vetenskapsrådet, 2002). Det är i stort sett omöjligt att knyta en enskild individ till svaren men kontaktuppgifter till forskarna finns tillgängliga om någon skulle ångra sitt deltagande, vilket hittills inte har hänt (U. Eriksson, personlig kommunikation, 7 april, 2021).

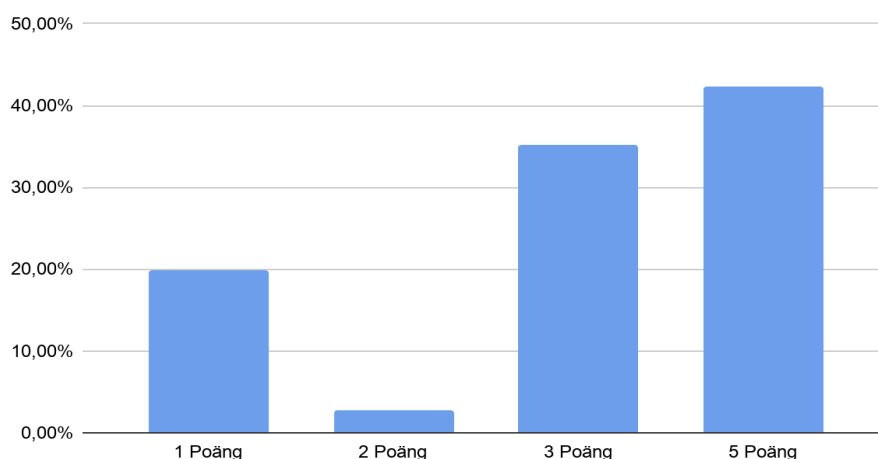
Självadministrerande datainsamling har vissa begränsningar. Eftersom deltagarna är helt anonyma på detta sätt så går det inte att säga något om elevernas bakgrund, var i Sverige de bor, i vilket typ av område de bor eller annat som kan vara intressant att känna till för att kunna avgöra vilka de egentligen representerar. 76 av 78 elever har genomfört enkäten under ett tidsspänn som kan anses vara skoltid, klockan 08 - 13. Det är troligt att minst 16 elever är från en skola i Göteborgsområdet, vilka är elever till någon av flera nyligen tillfrågade lärare. Det går i vilket fall som helst inte att avgöra hur många av de som blivit tillfrågade att svara på SIAQ som avstått, men med utgångspunkt från dess spridning och den tid som den funnits tillgänglig så är det troligtvis många. Det kan också vara en effekt av att forskarna inte har direktkontakt med respondenterna.

## **4 Resultat och resultatdiskussion**

Syftet med den här studien är att undersöka mellanstadieelevers uppfattningar om astronomiska objekt samt dessas relativa skala. Avsnittet är strukturerat efter studiens två forskningsfrågor. Resultat för rankningsuppgiften (fråga 8 i SIAQ) inleder avsnittet för att besvara studiens första forskningsfråga om hur eleverna rangordnar de astronomiska objekten. Efter detta avsnitt så följer resultat av analysen för objekten (fråga 9 – 13 i SIAQ) i storleksordning från minst till störst för att fortsätta besvara den första forskningsfrågan om hur eleverna beskriver dessa. För varje objekt presenteras det mest förekommande temat först och därefter redovisas de efter hur de relaterar till varandra. Ett urval av teman för respektive objekt exemplifieras. Direkt efter resultatredovisningen följer en resultatdiskussion för varje objekt som också ämnar besvara studiens andra forskningsfråga; hur eleverna uppfattar de astronomiska objekten och om uppfattningarna kan utgöra vardagsföreställningar. Denna forskningsfråga utreds genom att analysera det resultat som framkommit från elevernas beskrivningar av planet, stjärna, solsystem, galax och universum i förhållande till de missuppfattningar och definitioner som beskrivits i teoridelen. De beskrivningar och uppfattningar som kan anses överensstämja med missuppfattningar anses också utgöra elevernas vardagsföreställningar.

### **4.1 Elevernas rangordning av galax, planet, stjärna, universum och solsystemet**

Resultatet från de två analyserna av rankningsuppgiften (fråga 8 i SIAQ) är summerade i ett diagram (Figur 1) och i en tabell (Tabell 2) vilka beskrivs mer detaljerat nedan.

**Figur 1***Procentuell poängfördelning över alla giltiga svar*

Kommentar: Antal giltiga svar är 71.

Genom att titta på poängfördelningen i diagrammet ovan (Figur 1) ges en förståelse i vilken utsträckning eleverna har rangordnat rätt eller fel. Det visar sig att 42% har fått full poäng och placerat alla objekt på rätt plats, men att en betydande del, 35%, har felplacerat minst två objekt och fått 3 poäng. Det går inte att enbart felplacera ett objekt så därför går det inte heller att få 4 poäng. Men därutöver är det ytterligare 20% som enbart placerat ett objekt rätt och fått 1 poäng. Det betyder att en majoritet, 58%, har gjort någon slags felplacering. Inga svar noterades för 0 poäng.

**Tabell 2***Procentfördelning av objektens platser*

Objekt	Plats 1	Plats 2	Plats 3	Plats 4	Plats 5
Planet	56%	44%	-	-	-
Stjärna	44%	52%	3%	1%	-
Solsystem	-	4%	69%	25%	1%
Galax	-	-	28%	69%	3%
Universum	-	-	-	4%	96%

Kommentar: De blå rutorna visar respektive objekts korrekta placering.

Karaktären på objektens felplacering i sin tur blir synlig i tabellen ovan (Tabell 2) som visar att en majoritet av objekten är rätt placerade när hänsyn inte tas till hur de hänger ihop i svaren som helhet. 96% har placerat universum rätt, med endast en liten spridning till plats 4 (galax) vilket innebär att de flesta känner till universums relativa storleksförhållande till de andra objekten. Spridningen på placeringarna för både stjärna och solsystem återfinns på fyra olika platser, om än i liten utsträckning, vilket kan innebära en större osäkerhet kring hur de förhåller sig till de andra objekten. Övriga observationer är att nära hälften, 44%, har placerat stjärna på första plats och lika många har placerat planet på andra plats. Ett betydande antal, 25% respektive 28%, har också placerat solsystem på platsen för galax och vice versa. Det är dock

fler som har placerat galax och solsystem på rätt plats än planet och stjärna. Sett till stjärna är det precis över hälften som placerat rätt, minst rätt av alla objekt, och placeringarna har också en spridning över fyra platser. Detta kan tyda på att det råder störst osäkerhet kring detta objekts relativa storleksförhållande.

## 4.2 Elevernas beskrivningar av planet

En stor variation på teman har uppkommit ur elevernas beskrivning av vad planet betyder (fråga 10 i SIAQ). Eftersom ett svar kan bestå av flera teman så jämförs varje tema mot de 75 giltiga svar som utgör 100%. En tabell med samtliga teman återfinns i Bilaga III.

Nästan hälften av svaren, 48%, beskrev planet genom att beskriva formen på något sätt. Exempel:

En rund boll  
(ID 491, Kille, årskurs fem, med astronomiundervisning)

Det är en rund boll som man kan vara på.  
(ID 685, Kille årskurs fyra, med astronomiundervisning)

Även om exemplen ovan visar ordet *boll* som uppgetts av 8% är det desto vanligare att ordet *rund* förekommer, 19%, eller att planeter är *stora/enorma*, 17%. Ibland i kombination med en form. Mest förekommande formen var *klot*, 27%, som i några fall avsågs synonymt med planet men som även förekom i kombination med andra definitioner, se exempel nedan. Även ordet *himlakropp* användes på liknande sätt av 20%. Förutom form så var det 17% som definierade planet med vad de *består av*. Exempel:

En Planet är en rund värld. En planet kan bestå av olika material till exempel som gas och Sten.  
(ID 501, Tjej, årskurs fem, utan astronomiundervisning)

Jorden är en av planeterna i solsystemet. De är som en runt klot.  
(ID 690, Tjej, årskurs fyra, med astronomiundervisning)

8% har beskrivit att planeter finns i *solsystem*. 9% har beskrivit planeter i rörelse *runt en stjärna* och 4% i *rörelse runt solen*. 9% påtalar att planeter finns i *rymden* eller *universum*. *Jorden* men även *andra planeter* i vårt solsystem nämndes också i beskrivningarna som en definition för planet, 16%. Exempel:

vi bor på jorden/telus och det är en planet.  
(ID 19, Kille, årskurs sex, med astronomiundervisning)

13% har uttryckt *Vi bor på en* (planet) som definition för planet som i exemplet ovan. Planeter definieras också på detta sätt med olika egenskaper rörande förutsättningar för *liv/beboelighet*, 29%, se exempel nedan. 5% har dessutom uttryckt att en planet *upprätthåller liv*. Exempel:

En planet är en stort klot där det kan finnas liv  
(ID 498, Kille, årskurs fem, med astronomiundervisning)

Till sist så beskrivs planeter med att de *kretsar runt en stjärna*, 9%, eller har *gravitation* 7%.  
Ett svar stack ut i detta avseende:

planet är en himlakropp som måste vara rund, färdas runt en stjärna och ha gravitation.  
(ID 521, Kille, årskurs sex, med astronomiundervisning)

Totalt var det 12% som uttryckte “*jag vet inte*” på olika sätt.

### 4.3 Elevernas uppfattningar och vardagsföreställningar om planet

Här sammanfattas och diskuteras vad som presenterats i 4.2. Många av elevernas svar går att härleda till deras egna erfarenheter och beskrivs med vardagliga ord som i fallet där planeter beskrivs som en boll och rörelser som snurrar och flyger. Även beskrivningen att vi bor på en planet som definition för planet är erfarenhetsbaserad och ytlig. Planeter beskrivs med Jorden som utgångspunkt, i ganska stor utsträckning definieras planet som att de kan eller inte kan upprätthålla liv. En vardagsföreställning kan vara att planeter i allmänhet är som Jorden, beboelig och upprätthåller liv (Bailey m.fl., 2009). De elever som beskriver att planeter är stora eller enorma kanske har vardagsföreställningar om att planeter är större än stjärnor (Agan, 2004) eller så är det också en jämförelse med oss människor, alltså en erfarenhetsbaserad iakttagelse. Vidare så är mycket av informationen de lämnar om planeter korrekt, som att de består av sten eller gas. Men ytterligare definition som skiljer dem från andra himlakroppar, som exempelvis stjärnor eller månar, saknas. Det kan tyda på uppfattningar om att planeter enbart har dessa sammansättningar vilket beskrivits av Simon m.fl. (2018). Ingen av eleverna jämförde planeter mot vad de inte är.

När det kommer till att beskriva planeter med form så är det nära den officiella definitionen att en planet är nära nog helt rund tack vare att den formats av sin gravitation (IAU, 2021). Men eleverna når oftast inte hela vägen fram genom att sätta det i samband med gravitation eller massa även om några sådana beskrivningar också finns. Det är också några elever som beskriver att planeter kretsar runt en stjärna vilket också är en del av den officiella definitionen av planet av IAU (2021).

Eleverna beskriver också att planeter finns i solsystemet och namnger några av planeterna där vilket är rimligt utifrån vad som lärs ut i läroplanen, där himlakropparna i solsystemet behandlas (Lgr11, 2019). Viss liknande information är dock helt irrelevant som definition, som att planeter finns i rymden eller är en himlakropp. De giltiga svaren för beskrivning av planet var flest av alla objekt. De olika teman som hittats i svaren är också relativt många i förhållande till de andra objekten vilket kan tyda på att eleverna har många uppfattningar och sätt att beskriva planeter.

#### 4.4 Elevernas beskrivningar av stjärna

Här redovisas vad som uppkommit för teman för stjärna (fråga 11 i SIAQ). 73 svar utgör giltiga svar och även här kan flera teman förekomma i ett och samma svar. En tabell med samtliga teman återfinns i Bilaga IV.

Det mest förekommande temat är att stjärnor *brinner*, 34%. Därefter så har 27% beskrivit stjärna på något sätt genom att använda ordet *klot*. 3% har specifikt nämnt att stjärnor är *eldklot*, 10% har nämnt *gasklot*. Det är totalt 18% som beskrivit att stjärnor *består av gas*, 3% beskriver att de består av *plasma*. Exempelen nedan får illustrera typiska beskrivningar med dessa teman:

Ett brinnande klot  
(ID 684, Kille, årskurs fyra, med astronomiundervisning)

Ett stort brinnande gasklot som är mittpunkten i solsystem. Det ger också värme åt alla planeter i solsystemet, men håller också planeterna i omloppsbanan.  
(ID 504, Kille, årskurs fem, utan astronomiundervisning)

Förutom att stjärnor brinner så beskrivs de som *självlysande* eller att *de lyser*, 21%, eller *glöder*, 3%. Exemplet ovan beskriver också att stjärnor är en del av ett *solsystem*, totalt 4% har nämnt det, 10% skrev att stjärnor *finns i rymden*, 3% att de finns i *universum* och 1% i *Vintergatan*. Exemplet är också ett av 4% som skriver att stjärnor *sprider värme*, ytterligare 4% skriver att stjärnor är *varma*. Bara 1% nämner att stjärnor *ger energi och liv*.

Ordet *himlakropp* används också för att beskriva stjärnor, 7%. Andra ord som används på liknande sätt är *sak*, 10% och *prick*, 3%. När det gäller stjärnors storlek så råder det delade meningar, se exempel:

Det är små lysande himlakroppar.  
(ID 503, Tjej, årskurs fem, utan astronomiundervisning)

En stor och självlysande himlakropp.  
(ID 200, Tjej, årskurs fem, med astronomiundervisning)

16% beskriver dem som *stora/enorma*, 7% beskriver dem som *små* och 5% att de är som *små solar*. 14% beskriver *stjärna i jämförelse med solen* och ytterligare 7% menar att *solen är större än andra stjärnor*. 14% *jämför stjärnor med planeter*, och urskiljer med någon egenskap som skiljer dem åt. Exempel:

Stjärna är en brinnande gas planet  
(ID 696, Tjej, årskurs fyra, med astronomiundervisning)

1% nämner ordagrant att *stjärnor är mindre än planeter*. 1% säger att stjärnor är *asteroider* och 1% att stjärnor blir *kometer när de dör*. Ett sista exempel får illustrera temat stjärnor syns på *natten/när det är mörkt*, 10%:



Stjärnorna som vi ser på natten är egentligen en lite sol.  
(ID 67, Vill ej uppge, årskurs sex, vet ej om hen haft astronomiundervisning)

8% svarade "Jag vet inte" på denna fråga.

#### 4.5 Elevernas uppfattningar och vardagsföreställningar om stjärna

Här sammanfattas och diskuteras vad som presenterats i 4.4. Stjärnor och solen är något som eleverna har en personlig upplevelse av som betraktare, vilket bland annat märks i svaren som nämner att stjärnorna syns på natten, ger värme och att de lyser. De som beskriver att stjärnor syns på natten kan ha en vardagsföreställning om att solen inte är en stjärna (Lelliott & Rollnick, 2010) eller att stjärnor är små (Rajpaul m.fl., 2014).

När det gäller att urskilja stjärnor från andra himlakroppar så nämns egenskaper som att de brinner, är varma eller sprider värme medan det är få som specificerar att de alstrar energi och att de består av plasma vilket kan sägas utgöra en tydlig avskiljning från exempelvis planeter (Retrê m.fl., 2019). Stjärnor brinner inte i vetenskaplig mening utan det kan ses som ett vardagsbegrepp eller en missuppfattning (Bailey m.fl., 2009). De elever som uppfattar att stjärnor brinner kan sägas ha denna vardagsföreställning. Vad gäller vardagsbegrepp så används även prick, boll och sak. Prick kan eventuellt tyda på en vardagsföreställning om att stjärnor är små. Det är fler beskrivningar som tyder på uppfattningar att stjärnor är små förutom de elever som uttrycker det i klartext. Några få elever har vardagsföreställningen att stjärnor är asteroider eller kometer (Kanli, 2015). Vardagsföreställningarna att solen är större än andra stjärnor (Agan, 2004) och att stjärnor är små solar (Hansson & Redfors, 2013) beskrivs också av eleverna. En intetsägande definition av stjärnor innebär beskrivningar som att solen är en stjärna, stjärnor beskrivs som himlakroppar och kan även vara att stjärnor finns i rymden.

Stjärnor dyker specifikt upp i det centrala innehållet först i årskurs sju till nio (Lgr11, 2019). De är i hög grad också inblandade i universums utveckling (Retrê m.fl., 2019), några elever nämner också nebulosor och supernovor i sina beskrivningar (se bilaga IV). Detta tillhör också det centrala innehållet för de övre årskurserna (Lgr11, 2019). Några av eleverna nämner också att stjärnor är en del av solsystemet och håller planeter i omloppsbanan, som i sin tur berörs i årskurs fyra till sex (Lgr11, 2019).

#### 4.6 Elevernas beskrivningar av solsystem

Solsystem är fråga 13 i SIAQ. De giltiga svaren för solsystem som utgör 100% är 69 till antalet. Varje svar kan även här ha flera teman, en fullständig lista över teman finns i Bilaga V men ett urval presenteras nedan.

Många av eleverna, 58%, har beskrivit eller nämnt *både planeter och sol/stjärna* i sina svar. 36% har använt en generisk term som *en sol* eller *stjärna* medan 22% har varit mer specifika genom att nämna *solen*. Exempel:

Ett solsystem är ett antal paneter som kretsar i en omloppsbanan runt en stjärna.  
(ID 524, Tjej, årskurs sex, med astronomiundervisning)

12% beskriver solsystem med *vårt solsystem* som exempel och/eller med *namn på olika planeter*. Exempel:

Det är Solen, och de andra planeter t.ex. Jupiter, jorden, mars.  
(ID 260, Tjej, årskurs sex, med astronomiundervisning)

Det finns också svar som *bara* nämner *planeter*, 23%, eller *bara en sol*, 3%. I 3% av svaren kan anas en misstänkt förväxling med galax när eleverna nämner *massa stjärnor*. Exempel där beskrivningen bara innehåller planeter:

Något där flera planeter finns  
(ID 492, Kille, årskurs fem, utan astronomiundervisning)

I 7% av svaren finns det beskrivningar av andra objekt än sol/stjärnor och planeter; 4%, *månar*, 3% *himlakroppar*, 1%, *kometer*. 3% beskriver att det finns *stjärnor* inne i solsystemet, 1% beskriver *galaxer* där i. Exempel:

Det är som vårt solsystem som är full av planeter, stjärnor, kometer och solen.  
(ID 67, Vill ej uppge, årskurs sex, vet ej om hen haft astronomiundervisning)

42% beskriver att en sol/stjärna *är i mitten* och/eller att planeter är *runt den*. 39% i sin tur beskriver att planeter *rör sig* på något sätt gentemot sin sol/stjärna. 12% använder ordet *kretsar*, 12% skriver *snurrar*, 7% *cirkulerar*, och orden *åker* och *svävar* är på 3% vardera. Det är också 22% som *inte* beskriver *något rörelseförhållande* alls, 4% indikerar att planeter *står på rad* i solsystem. Exempel:

ett ställe där flera planeter snurrar runt en sol.  
(ID 259, Tjej, årskurs fyra, med astronomiundervisning)

Exemplet ovan är också ett av de 10% som beskriver solsystem som en *plats/ställe/område*. 7% beskriver solsystem som om det är en *omloppsbana* eller *krets*.

9% av svaren utgörs av svar i stil med "*vet inte*".

#### **4.7 Elevernas uppfattningar och vardagsföreställningar om solsystem**

Här sammanfattas och diskuteras vad som presenterats i 4.6. Många teman är i stor utsträckning adekvata förklaringar av vad ett solsystem är, som att det utgörs av en sol/stjärna och planeter, och att planeterna rör sig runt solen. I få fall beskriver eleverna att solsystem innehåller något annat än solen/stjärnor och planeter. Det är förhållandevis få elever som använder vårt solsystem som beskrivning gentemot de som ger en mer allmän beskrivning och använder ordet stjärna. Eleverna borde vara bekanta med solsystem åtminstone i slutet på årskurs sex eftersom det behandlas i det centrala innehållet för årskurs fyra till sex (Lgr11, 2019).

Men några felaktiga beskrivningar finns också, de flesta beskrivna i Bilaga V, eftersom de utgör en minoritet är de inte specificerade i någon större utsträckning här ovan. De teman som beskriver stjärnor och galax inne i solsystemet är väl mest anmärkningsvärda och kan anses utgöra vardagsföreställningar (Simon m.fl., 2018). Även om det inte är tillräckligt att beskriva solsystem med enbart planeter så är det inte fel. Det finns några uppfattningar som kan vara vardagsföreställningar som inte är beskriven i den litteraturen i den här studien. Till exempel de elever som beskriver att planeter står på rad efter solen i ett solsystem, eller de som beskriver att solsystem är en omlopps bana eller krets.

#### 4.8 Elevernas beskrivningar av galax

Eftersom ett svar kan bestå av flera teman så jämförs varje tema mot de 72 giltiga svar i beskrivningen av galax (fråga 9 i SIAQ) vilka utgör 100%. Här presenteras de mest tongivande. En tabell med samtliga teman återfinns i Bilaga VI.

Totalt 67% definierar galax med vad den *består av* i följande variation; 10% beskriver att de består av både *planeter och stjärnor*; 13% nämner bara att de består av *stjärnor*, 13% nämner bara *solsystem* och 14% nämner enbart att galaxer består av *planeter*.

3% har *blandat ihop galax med solsystem*, och 3% *blandar ihop* det med *universum*. Det är 13% som *inte tydligt urskiljer solsystem från galax*, varav några utgörs av de som bara angett att en galax består av planeter. Exempel:

Det finns flera galaxer och i alla galaxer finns det planeter. Vi lever i en galax som heter vintergatan.  
(ID 509, Tjej, årskurs fem, med astronomiundervisning)

Med tanke på rankningsuppgiften så är det intressant att se att 13% också beskriver galax i någon slags hierarki *relativt andra objekt*. Exemplet ovan och nedan utgör också en andel av de 11% som använder *Vintergatan* som definition och de 6% som uttryckligen påtalar att det finns *flera galaxer*. Exempel:

Solsystemet är i en galax. Det finns väldigt många galaxer i hela universum.  
Jag tror att våran galax är Vintergatan.  
(ID 496, Tjej, årskurs fem, utan astronomiundervisning)

När det gäller att beskriva olika mängder av stjärnor, solsystem eller galaxer är det 18% som använder ordet *samling*, 7% beskriver galaxer som *klumpar*. 31% använder *massor/många/flera* för att beskriva mängd. Ett svar, 1%, innehåller också en mer specifik angivelse. Exempel:

I universum finns massor av galaxer. En galax består av miljarder av stjärnor och solsystem.  
(ID 525, Tjej, årskurs sex, med astronomiundervisning)

Det är få som beskriver att galaxer består av något annat än *en massa* med *stjärnor* eller *solsystem* eller *planeter* men det förekommer, som i exemplet ovan. För att återgå till

definitioner av galax med vad de består av så innehåller några svar också andra beståndsdelar, 4% nämner bara *materia* medan *materia och stjärnstoft*, 1%, eller *rymdstoft*, 1%, förekommer också. Ett svar som utmärker sig är ett som nämner ett *svart hål*:

En galax är ett område med massor av stjärnor och ett svart hål  
(ID 502, Kille, årskurs fem, utan astronomiundervisning)

Exemplet ovan är också ett exempel av 18% som antyder att en galax är någon slags *plats* eller *ställe*.

18% uttryckte "*jag vet inte*". Exempel:

jag vet inte vad det är exakt. sorry.  
(ID 515, Tjej, årskurs sex, med astronomiundervisning)

#### 4.9 Elevernas uppfattningar och vardagsföreställningar om galax

Här sammanfattas och diskuteras vad som presenterats i 4.8. I stor utsträckning så beskriver eleverna galax med vad den består av, vilket är rimligt. Det är inte fel att det finns planeter i en galax men mer information behövs i så fall för att tydligt urskilja det från ett solsystem. Några sådana tydliga och otydliga förväxlingar har också hittats bland svaren vilket tyder på att de eleverna har vardagsföreställningar om att galaxer är solsystem (Coble m.fl., 2013). Däremot finns det också några elever som ger utvecklade beskrivningar av galax, som att de innehåller svarta hål, mörk materia och stoft, vilket de egentligen enligt kursplanen skall gå genom tidigast i årskurs sju (Lgr11, 2019).

Mängdbeskrivningarna är också något ospecifika även om de finns med, antalet stjärnor är en faktor som tydligt skiljer galaxer från solsystem (Retrê m.fl., 2019). I övrigt är det få andra av galaxernas egenskaper som nämns och definitioner med namngivning av Vintergatan eller att galaxer är klumpar/samlingar/platser är vanligare.

#### 4.10 Elevernas beskrivningar av universum

Teman för Universum beskrivs här, antal giltiga svar är 70, vilka motsvarar de 100% som varje tema jämförs med. En tabell med samtliga teman återfinns i Bilaga VII. Universum beskrivs i fråga 12 i SIAQ.

Universum beskrivs i stor utsträckning som *allt*, 33%, att det är *hela rymden*, 24%, eller *samma sak som rymden*, 9%. Exempel:

Allt.  
(ID 253, Kille, årskurs sex, vet ej om han har haft astronomiundervisning)

Det är hela rymden.  
(ID 263, Tjej, årskurs fem, med astronomiundervisning)

1% urskiljer en tidsdimension av universum:

Universum är hela världen alltså allt som finns och allt som existerat.  
(ID 501, Tjej, årskurs fem, utan astronomiundervisning)

Universum beskrivs också som *oändligt*, 16%, eller som *stort/enormt*, 7%. En distinktion har gjorts av de svar som beskriver att universum *består av något*, 6% i första exemplet nedan, och att det *innehåller något*, 16% som i andra exemplet nedan. Det är en hårfin skillnad och dessa kan därför också räknas som samma tema. Innehållet varierar stort, men det mest förekommande är *galaxer*, 4%, och *galaxer ihop med andra objekt* som till exempel *stjärnor*, 3%. Se vidare exemplen nedan, och i Bilaga VII.

Universum är det som finns utanför jorden. Universum är en oändlighet som består av solsystem, galaxer stjärnor och planeter. Vi vet inte om universum har ett slut.  
(ID 498, Kille, årskurs fem, utan astronomiundervisning)

Universum är oändligt stort och det är där alla galaxer, planeter och stjärnor existerar. Universum skapades av big bang.  
(ID 509, Tjej, årskurs fem, med astronomiundervisning)

3% har nämnt att det *skapades i Big Bang*. Det finns några exempel på svar som beskriver universum som *en värld*, 7%, *ett ställe*, 4%, *en sak*, 3%, *Vintergatan*, 1%, eller *solsystemet*, 1%.

16% har svarat *jag vet inte*.

#### **4.11 Elevernas uppfattningar och vardagsföreställningar om universum**

Här sammanfattas och diskuteras vad som presenterats i 4.10. Det är färre antal teman för universum gentemot de andra objekten, vilket kan betyda att eleverna är överens i sina beskrivningar. Det förekommer några direkta felaktigheter i enstaka svar som till exempel att universum är Vintergatan eller solsystemet vilka kan utgöra elevers vardagsföreställningar. Coble m.fl. (2013) beskriver missuppfattningen att universum är tomt, vilket en elev nämner (se Bilaga VII). Dessa är sammantaget dock mycket få.

Eleverna beskriver att universum innehåller galaxer och är oändligt, vilket tyder på att de har bra förståelse för vad det är. Att universum är allt eller rymden kan anses till viss del vara en vardaglig beskrivning men innebörden i viss kontext gör det fullt förståeligt vad som menas. Det är inte långt från orden kosmos eller världsalltet, definitioner av universum av Svensson m.fl. (2021). I vetenskaplig mening så nämner några Big Bang och ett svar nämner "allt som existerat" som starkt kan förknippas med universums utveckling. Detta bör begrundas mot att universums utveckling tidigast undervisas om i årskurs sju (Lgr11, 2019).

## **5 Diskussion**

I detta diskussionsavsnitt återkopplas först till metodavsnittet för att ge läsaren ytterligare möjlighet att väga resultatets trovärdighet. Denna vägning återkommer också i slutet av diskussionen när resultatet sätts i bredare perspektiv gentemot tidigare forskning. För att bättre kunna tillgodogöra sig den diskussionen behöver läsaren dock ta till sig huvudpöängerna från resultatet relaterat studiens två forskningsfrågor, som därför presenteras innan.

## 5.1 Insikter och begränsningar för metod och analys

Genom att diskutera de lärdomar som kommit av arbetet med metod och analys kan läsaren förhålla sig till resultatet på ett mer reflekterat sätt. Dessa presenteras här.

Det har varit hjälpsamt att kunna se till tidigare forskningsresultat och vetenskapliga definitioner av objekten både i analysen av svar från rankningsuppgiften och av förklaringsfrågorna. Forskningen gav insikter om vad som eventuellt kunde utgöra teman och möjliga samband som kanske inte upptäckts annars. Men det har också medfört eventuella begränsningar. Tolkning av giltiga och inverterade svar i rankningsuppgiften har till exempel baserats på tidigare kända missuppfattningar (se Bilaga II). De 7 svar som ogiltigförklaras där skulle eventuellt kunnat bidra med nya insikter om den tolkningen inte gjorts vid inventeringen. Det är också begränsande eftersom andra teman i svaren från förklaringsfrågorna eventuellt kan ha missats för att de inte funnits i litteraturen. Två teman som skulle behöva efterforskas mer i förhållande till tidigare forskning är till exempel de som hittats i beskrivningen för solsystem. Några elever beskriver där att planeter är på rad efter solen och att solsystem är en omloppsbana eller krets. Det kan också handla om en feltolkning av elevernas beskrivningar.

Tolkningen av elevsvaren utgör ytterligare begränsning med analysen. Den är utförd av en person och i många fall när tolkning skall göras, till exempel vad som är ett tema och hur kodningen skall gå till, så utförs det av flera kunniga personer för att uppnå konsensus (se t.ex. Bailey m.fl., 2012; Simon m.fl., 2018). Den här studien styrks därför i stor utsträckning med utförlig beskrivning av analysmetoder och funna teman i bilagor, så att läsaren själv kan bilda sig en uppfattning av det hela.

En fördjupad bild av elevers beskrivningar, uppfattningar och vardagsföreställningar är också svårt att få givet begränsningar med datainsamlingsinstrumentet. Frågornas utformning utgör en naturlig begränsning för vilket typ av svar som går att få (Rajpaul, 2018). Tidigare studier har gett en viss indikation på att frågornas formulering har genererat förenklade svar (Rajpaul m.fl., 2014). Urvalet kan också begränsa variationen av svar, ett större urval hade eventuellt kunnat generera fler teman eller fler elever som beskrivit samma teman. Ett större urval hade också kunnat möjliggöra analyser mellan olika grupper av elever, till exempel över årskurser eller de som angett att de haft eller inte haft astronomiundervisning. Bland annat för att pröva studiens påståenden om att dessa grupper kan anses ha liknande kunskaper och att vardagsföreställningar minskar med ökad utbildning. Även om intervjuer hade kunnat ge en mer fördjupad bild av elevers uppfattningar så är det tidskrävande och begränsar därmed antalet deltagare. Syftet med att ha ett jämförbart datainsamlingsinstrument hade också gått förlorat (Rajpaul m.fl., 2018).

Relaterat till tid går det också att ifrågasätta hur hållbar analysmetoden är när det gäller att sortera giltiga, ogiltiga och inverterade svar från rankningsuppgiften (fråga 8). Det finns 120 potentiella sätt att svara på och ett större urval hade kunnat generera fler än de 18 sätt som de 78 eleverna i denna studie svarat på. Fler svar att tolka tar längre tid. Tolkningen av giltiga, ogiltiga och inverterade svar utgör som beskrivet ovan också ett riktigt dilemma. För att

undvika att eleverna misstolkar frågan från första början kan den kanske utformas annorlunda på något sätt i framtida versioner av SIAQ.

Slutligen, så finns det en viss indikation på att eleverna tröttnat på att svara på förklaringsfrågorna (fråga 9 - 13). Solsystem som var sista frågan ut av de fem objekten i SIAQ hade flest ogiltiga svar (nio). De giltiga svaren var däremot de mest utförliga för alla objekt.

## **5.2 Elevernas beskrivningar av astronomiska objekt**

Genom att sammanfatta de mest tongivande beskrivningarna för varje objekt hittades fyra gemensamma teman och ett undantag som beskrivs och diskuteras här nedan.

### **5.2.1 Faktorer som används för att definiera astronomiska objekt**

Sammansättning, alltså vad något innehåller eller består av, var den mest dominerande faktorn för att definiera de astronomiska objekten. För solsystem och galax var det en beskrivning av sammansättning som i första hand som användes som definition. För planet var den dominerande faktorn dess form, och i tredje hand dess sammansättning. Simon m.fl. (2018) ser också att elever beskriver planeter med sammansättning. Stjärnor beskrivs också med sammansättning men den dominerande faktorn var stjärnors egenskaper. Universum beskrivs främst som allt och i andra hand vad det består av och innehåller, det vill säga sammansättningen.

### **5.2.2 Vardagsord och vetenskapliga termer**

Vardagsord förekommer i beskrivningar för samtliga objekt. Några exempel är; planeter beskrivs som bollar, stjärnor beskrivs brinna, planeters rörelser i solsystem beskrivs som snurrar, mängden stjärnor i galaxer beskrivs som massor och slutligen att universum är allt. Så länge orden inte utgör delar av vardagsföreställningar så skapas i stor utsträckning förståelse för vad eleverna önskar beskriva även med dessa ord. En del av vardagsorden som eleverna använt är också beskriven i litteraturen, till exempel att planet beskrivs som en jätteboll (Andersson m.fl., 2003).

I många beskrivningar förekommer också ordet himlakropp; planeter och stjärnor beskrivs ibland synonymt med ordet himlakropp och i galaxer och solsystem så finns det himlakroppar. Det vore intressant att undersöka mer om hur elever beskriver och uppfattar vad en himlakropp är, den informationen hade hjälpt till att förbättra tolkningen av svaren i studien.

### **5.2.3 Vad som saknas**

Månar, kometer och asteroider utgör astronomiska objekt som inte är vanligt förekommande i elevernas beskrivningar men som utgör vanliga medlemmar av vårt solsystem (Retrê m.fl., 2019). I några av elevernas beskrivningar av planet så kan beskrivningar också passa in på dessa objekt. Coble m.fl. (2013) har också sett att det är ovanligt att dessa objekt nämns i beskrivningar av solsystem. Frånvaron av dem motiverar också ytterligare undersökning av elevers uppfattningar om ordet himlakropp. Eftersom eleverna använder ordet himlakropp i många beskrivningar så vore det varit intressant att se om det då är dessa objekt de menar i någon utsträckning.

#### **5.2.4 Astronomiska objekt som platser**

Ytterligare ett gemensamt tema är att de astronomiska objekten solsystem, galax och universum beskrivs som platser och områden. Just att galaxer är ställen eller platser väcker funderingar om eleverna uppfattar att vår galax Vintergatan är en slags adress. Men med tanke på elevernas användning av vardagsord så kan det också vara en språklig lösning. I den här studien kallas till exempel universum för objekt vilket också kan sägas vara en språklig lösning.

#### **5.2.5 Undantag**

Beskrivningarna för solsystem och universum sticker ut bland övriga objekt. Gemensamt för de båda är att eleverna i stor utsträckning ger adekvata beskrivningar, alltså ger relevant information som också är korrekt. Detta överensstämmer med resultat från Rajpaul m.fl. (2018). Solssystem sticker ut mer för att eleverna inte bara beskriver vad de innehåller, de beskriver också stjärnor och planeters förhållande och rörelse till varandra. Dessutom sticker de beskrivningarna också ut för att majoriteten av dem är generiska och inte specifika beskrivningar av vårt solsystem. Rajpaul m.fl. (2014) och Rajpaul m.fl. (2018) anser att en sådan förklaring tyder på att eleverna har en medvetenhet om exoplaneter.

### **5.3 Elevernas vardagsföreställningar om astronomiska objekt**

Två framträdande teman uppstod när resultatet av elevernas vardagsföreställningar från både rankningsuppgiften och förklaringsfrågorna sammanfattades.

#### **5.3.1 Stjärnor är små**

Det finns indikationer i resultatet som tyder på att en stor andel av eleverna har vardagsföreställningen att stjärnor är små på olika sätt. I rankningsuppgiften har 44% av eleverna placerat stjärna som mindre än planet. Det skiljer sig enbart med +4% mot samma typ av felplacering utförd av de 387 norska eleverna i årskurs 10 i studien av Rajpaul m.fl. (2018). Några teman i förklaringsuppgifterna för planet och stjärna styrker vidare denna uppfattning, som när eleverna beskriver att planeter är enorma och att stjärnor är små. Men även när de beskriver att stjärnor finns inne i solsystemet. Dessutom kan de teman som att solen är större än andra stjärnor, att stjärnor syns på natten, att stjärnor är små solar, kometer eller asteroider också relatera till vardagsföreställningen att stjärnor är små.

#### **5.3.2 Förväxling av galax och solsystem**

Även när det kommer till elevers förväxlingar mellan galax och solsystem finns det flera faktorer att lägga märke till. I rankningsuppgiften syns en platsförväxling på 25% och 28% för solsystem respektive galax. Detta är en lite större andel felplaceringar för dessa objekt än vad eleverna i studien av Rajpaul m.fl. (2018) gjort, även om det även där var den näst mest förekommande felplaceringen. I beskrivningarna av solsystem ovan finns det, dock få, misstänkta beskrivningar som kan anses vara förväxlingar, som till exempel att solsystemet är Vintergatan. För galax däremot är det något fler beskrivningar som uttrycker en förväxling med solsystem och några som också är misstänkta förväxlingar. Dessutom, i relation till beskrivningar av solsystem och galax så är de teman som eleverna förklarar solsystem med något mer tydliga och korrekta i vetenskaplig mening än de för galax. Det är också 18% av eleverna som svarat "jag vet inte" på galax, flest för alla objekt, vilket också kan tyda på att de



inte har så god förståelse för vad det är. Dessa resultat överensstämmer även de med resultat från Rajpaul m.fl. (2018), där elever som lärarstudenter fått högre poäng på sina beskrivningar av solsystem än för galax. Det kan därför å andra sidan argumenteras för att det inte alls rör sig som en förväxling, utan att orsaken till att galax är på solsystemets plats ibland och vice versa snarare beror på att eleverna inte riktigt vet vad galax är för något.

#### **5.4 Studiens betydelse för forskningsfältet**

Den här studien har som syfte att bidra till forskningen med svenska elevers uppfattningar i astronomi till forskningen. Många insikter har beskrivits redan men studiens betydelse i relation till forskningsområdet diskuteras närmare här först i relation till tidigare studier med datainsamlingsinstrumentet och därefter i större sammanhang.

Den här studien har tagit ställning för att missuppfattningar om astronomi av samma karaktär förekommer i alla åldrar och länder, vilket bland annat baseras på forskningsresultat som presenterats i en litteraturöversikt av Bailey och Slater (2003). När resultat i denna studie jämförs med resultat från IAQ och NIAQ så ges stöd till ställningstagandet. Den mest förekommande felplaceringen i rankningsuppgiften av samtliga grupper i alla studier är stjärna före planet. Men det går också att se att solsystem och universum är bäst beskrivna i resultat från SIAQ och NIAQ och att en majoritet av deltagarna lämnar generiska beskrivningar av solsystem i IAQ, NIAQ och SIAQ. Jämförelsen kan göras i och med att samma datainsamlingsinstrument använts, men hänsyn behöver också tas till att de har analyserats på olika sätt vilket kan innebära att jämförelsen inte är optimal. Ytterligare forskningsprojekt med datainsamlingsinstrumentet pågår just nu med amerikanska universitetsstudenter. Preliminära resultat därifrån tyder på att även den gruppens mest betydande felplacering är stjärna före planet (C. Lindstrøm, personlig kommunikation, 19 april, 2021).

Vidare så har det i litteraturen funnits några studier som visar att konceptuell förståelse för de objekt som skall rangordnas ger bättre resultat på rankningsuppgifter (Coble m.fl., 2013; Rajpaul m.fl., 2018; Tretter m.fl., 2006). Inom fältet finns också en pågående diskussion om den roll som förståelse för storlek och avstånd spelar för att kunna förstå andra astronomiska fenomen. I den här studien undersöks inte hur storlek och avstånd relaterar till andra astronomiska fenomen. Däremot finns några saker att säga om hur konceptuell förståelse relaterar till ranking. Till exempel så kan det argumenteras för att eleverna rankar universum rätt i så stor utsträckning eftersom de också beskriver universum adekvat och med få vardagsföreställningar och felbeskrivningar i förklaringsfrågorna. Det vill säga att det finns ett samband mellan förståelse för vad universum är och hur det förhåller sig storleksmässigt till andra astronomiska objekt.

I föregående avsnitt i diskussionen (5.3) så argumenteras också för att resultat från rankningsuppgift och förklaringsfrågor är yttringar på samma vardagsföreställningar, som att stjärnor är små och att solsystem förväxlas med galax. En svaghet med dessa argument är att sambandet bygger på att de liknar varandra snarare än på utförliga analyser. Någon slags poängsättning av svaren på förklaringsfrågorna hade också stärkt påståendet att eleverna beskriver vissa objekt mer adekvat än andra. I den här studien är det utelämnat på grund av tidsbrist. En elev, ID 67,

har två gånger i resultatet stått med som exempel (4.4 stjärna och 4.6 solsystem) och genom att se dem tillsammans kan det sägas med större säkerhet att denna elev har vardagsföreställningen att stjärnor är små och finns inne i solsystemet. Utifrån detta så vore det också intressant att undersöka hur eleven rangordnat planet och stjärna. Med en sådan analys hade ett samband kunnat fastslås eller förkastas med bättre styrka.

Det hade också varit av värde att undersöka hur konceptuell förståelse för ett objekt relaterar till förståelse för andra objekt. Givet att 44% av eleverna har placerat stjärna före planet och ger beskrivningar som på olika sätt kan indikera att de har vardagsföreställningar om att stjärnor är små så kan de också uppfatta galaxer som små. Eftersom galaxer utgörs av stjärnor så är det i så fall inte konstigt att elever som tror att stjärnor är små eller finns inne i solsystemet även placerar galax på solsystemets plats. Ytterligare analyser eller vidare forskning behöver viggas åt det här, i synnerhet som att resultat från de studierna med IAQ-baserat datainsamlingsinstrument visar att den mest förekommande felplaceringen är stjärna före planet.

## 6 Slutsats

Den här studien har bidragit till forskningen om genom att undersöka svenska mellanstadie-elevs beskrivningar, uppfattningar och vardagsföreställningar om storlek och avstånd relaterat till fem astronomiska objekt. Dessa uppfattningar stämmer i stora drag överens med vad som uppkommit i tidigare forskning. De mest framträdande felaktiga uppfattningarna hos eleverna i denna studie är vardagsföreställningen att stjärnor är små, mindre än planeter, och att eleverna förväxlar platserna för solsystem och galax när de rankas. Det har diskuterats om dessa två faktorer är sammanhängande och beror på elevers bristande kunskap om stjärnor. Detta behöver dock styrkas med mer forskning.

Konsekvensen av denna insikt är att utbildare inte kan ta för givet att eleverna vet vad stjärnor är. Det gäller framför allt när eleverna börjar årskurs sju och de då har undervisning om galaxer och universums utveckling, som kan sägas bygga på förståelse av stjärnor. Forskningsprojektet *Storlek och skala i universum* kommer förhoppningsvis ge ytterligare insikter om svenska elevers uppfattningar om astronomi även i dessa årskurser.

Avslutningsvis lämnas ett ändringsförslag till *Blinka lilla stjärna* som kanske kan komplettera barnets undran om *vad stjärnor är*, så att de framgent också ges möjlighet att begrunda de ofattbara avstånden ute i universum:

Blinka, lilla stjärna där,  
hur jag undrar hur stor du är.

## Författarens tack

Jag skulle vilja rikta ett stort tack till alla de lärare och elever som tagit sig tid att besvara SIAQ och delat med sig av alla kloka och spännande tankar om rymden. Ett stort tack också till Urban Eriksson och Moa Eriksson vid Nationellt resurscentrum för fysik vid Lunds universitet för att jag fick ta del av deras forskningsprojekt *Storlek och skala i universum*. Ett extra tack till Urban som dessutom delat med sig av sin tid och positiva inställning för att hjälpa mig på olika sätt med studien. Jag vill också tacka Christine Lindstrøm vid University of New South Wales i Sydney Australien för värdefulla tankar om min analys och för inblicken i andra pågående forskningsprojekt om storlek och skala. Tack också till Marcus Johansson som bland annat hjälpt mig med de tekniska delarna av analysen. Sist men inte minst vill jag såklart rikta ett stort tack till min handledare vid Göteborgs Universitet, Maria Åström, samt mina kurskamrater för värdefull kritik och hjälp med uppsatsskrivandet!

## Referenslista

- Agan, L. (2004). Stellar Ideas: Exploring Students' Understanding of Stars. *Astronomy Education Review*, 3(1), 77-97.
- Andersson, B., Bach, F., Frändberg, B., Jansson, I., Kärrqvist, C., Nyberg, E., Wallin, A., & Zetterqvist, A. (2003). *Att Förstå Naturen – Från Vardag till Fysik; Sex Workshops. Ämnesdidaktik I Praktiken Nr 3*, 2003.
- Bailey, J. M., Prather, E. E., Johnson, B., & Slater, T. F. (2009). College students' preinstructional ideas about stars and star formation. *Astronomy Education Review*, 8(1), 010110.
- Bailey, J. M., Sanchez, R., Coble, K., Larrieu, D., Cochran, G., & Cominsky, L. (2012). A Multi-Institutional Investigation of Students' Preinstructional Ideas about Cosmology. *Astronomy Education Review*, 11(1), 010302-1.
- Bailey, J. M., & Slater, T. (2003). A Review of Astronomy Education Research. *Astronomy Education Review*, 2(2), 20-45.
- Bryce, T., & Blown, E. (2013). Children's Concepts of the Shape and Size of the Earth, Sun and Moon. *International Journal of Science Education*, 35(3), 388-446.
- Coble, K., Camarillo, C., Nickerson, M., Trouille, L., Bailey, J. M., Cochran, G., & Cominsky, L. (2013). Investigating Student Ideas about Cosmology I: Distances and Structure. *Astronomy Education Review*, 12(1), 010102-1.
- Cox, M., Steegen, A., & De Cock, M. (2016). How Aware Are Teachers of Students' Misconceptions in Astronomy? A Qualitative Analysis in Belgium. *Science Education International*, 27(2), 277-300.
- Davidsson, B., Rickman, H., & Warell, J. (2021, 17 maj). planet. I *Nationalencyklopedin*. Hämtad från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/planet>
- Eriksson, U., Linder, C., Airey, J., & Redfors, A. (2014). Who Needs 3D When the Universe Is Flat? *Science Education*, 98(3), 412-442.
- Fanetti, T. (2001). *The relationships of scale concepts on college age students' misconceptions about the cause of the lunar phases*. (Retrospective Theses and Dissertations, 21193) [Masteruppsats, Iowa State University]. Iowa State University Digital Repository. <https://lib.dr.iastate.edu/rtd/21193>
- Gustafsson, B. (2021, 17 maj). stjärna. I *Nationalencyklopedin*. Hämtad <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/stj%C3%A4rna>
- Hansson, L., & Redfors, A. (2013). Lower Secondary Students' Views in Astrobiology. *Research in Science Education*, 43(5), 1957-1978.
- International Astronomical Union, IAU. (2021). *Pluto and the Developing Landscape of Our Solar System*. Hämtad 2021 Maj 9 från <https://www.iau.org/public/themes/pluto/>
- Integritetsskyddsmyndigheten. (2016, 27 april). *Artikel 9 - Behandling av särskilda kategorier av personuppgifter*. Dataskyddsförordningen. <https://www.imy.se/lagar--regler/dataskyddsförordningen/dataskyddsförordningen---fulltext/#9>
- Kanli, U. (2015). Using a Two-Tier Test to Analyse Students' and Teachers' Alternative Concepts in Astronomy. *Science Education International*, 26(2), 148-165.

- Lelliott, A., & Rollnick, M. (2010). Big Ideas: A review of astronomy education research 1974-2008. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1771–1799. DOI: 10.1080/09500690903214546
- Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet: Reviderad 2019. (2019). Skolverket. <https://www.skolverket.se/getFile?file=4206>
- Miller, B., & Brewer, W. (2010). Misconceptions of Astronomical Distances. *International Journal of Science Education*, 32(12), 1549-1560.
- NASA. (2019, 15 juli). *One Giant Leap For Mankind*. Hämtad från [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/apollo/apollo11.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/apollo11.html)
- Nationellt resurscentrum för fysik, NRCF. (2021, 26 januari). *Storlek och skala*. <https://www.fysik.org/forskning/storlek-och-skala/>
- Persson, C., & Kiselman, D. (2021, 17 maj). exoplanet. I *Nationalencyklopedin*. Hämtad <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/exoplanet>
- Rajpaul, V. M., Allie, S., & Blyth, S.-L. (2014). Introductory astronomy course at the University of Cape Town: Probing student perspectives. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 10(2), 020126.
- Rajpaul, V. M., Engel, M. C., Lindstrøm, C., Brendehaug, M., & Allie, S. (2018). Cross-sectional study of students' knowledge of sizes and distances of astronomical objects. *Physical Review Physics Education Research*, 14(2), 20.
- Retrê, J., Russo, P., Lee, H., Penteado, H., Salimpour, S., Fitzgerald, M., ... Schrier, W. (2019). *Big Ideas in Astronomy - A Proposed Definition of Astronomy Literacy*. International Astronomical Union.
- Shen, J., & Confrey, J. (2010). Justifying Alternative Models in Learning Astronomy: A study of K-8 science teachers' understanding of frames of reference. *International Journal of Science Education*, 32(1), 1–29. DOI: 10.1080/09500690802412449.
- Simon, M., Buxner, S., & Impey, C. (2018). A Survey and Analysis of College Students' Understanding of Planet Formation Before Instruction. *Astrobiology*, 18(12), 1594-1610
- Skolverket. (2017). *Kommentarmaterial till kursplanen i fysik (reviderad 2017)*. Hämtad 2021, April 27 från <https://www.skolverket.se/getFile?file=3789>
- Skolverket. (2021, 29 April). *Ändrade kursplaner – bättre arbetsverktyg för lärarna*. Hämtad 2021, April 29 från <https://www.skolverket.se/om-oss/var-verksamhet/skolverkets-prioriterade-omraden/reviderade-kurs--och-amnesplaner/andrade-kursplaner-i-grundskolan#Grundskolan>
- Svensson, B., Gustafsson, B., & Warell, J. (2021, 17 maj). universum. I *Nationalencyklopedin*. Hämtad <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/universum>
- Tretter, T., Jones, M., Andre, T., Negishi, A., & Minogue, J. (2006). Conceptual boundaries and distances: Students' and experts' concepts of the scale of scientific phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 282-319.
- Trumper, R. (2001a). A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1111–1123

- Trumper, R. (2001b). A cross-age study of senior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. *Research in Science and Technological Education*, 19(1), 97–109.
- Vetenskapsrådet. (2002). Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning.
- Wilhelm, J., Cole, M., Cohen, C., & Lindell, R. (2018). How middle level science teachers visualize and translate motion, scale, and geometric space of the Earth-Moon-Sun system with their students. *Physical Review Physics Education Research*, 4(1), DOI:10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010150.
- Wikisource. (2012, 5 April). *Blinka lilla stjärna*. Hämtad från [https://sv.wikisource.org/w/index.php?title=Blinka\\_lilla\\_stj%C3%A4rna&oldid=166941](https://sv.wikisource.org/w/index.php?title=Blinka_lilla_stj%C3%A4rna&oldid=166941)

## Bilaga I. SIAQ

Frågor och svarsalternativ från SIAQ. Fråga 1 - 15 är markerade med \* för att svar på dem är obligatoriskt. Det är utformat med mer utrymme mellan frågor med mera i originalutförande, men har här förkortats av utrymmesskäl. Textrutorna i formuläret har ingen teckenbegränsning.

**Fråga 1.** Vill du vara med i den här undersökningen? \* [Välj ett alternativ]

Ja, jag vill gärna vara med!

Nej, jag vill inte vara med. [Undersökning avslutas]

**Fråga 2.** Jag är... \* [Välj ett alternativ]

Flicka, Pojke, Vill inte svara

**Fråga 3.** Vilken klass går du i? \* [Välj ett alternativ]

Grundskolan 1 – 9, Gymnasiet 1 – 3 eller Annat [Textruta öppnas]

**Fråga 4.** Har du och din klass arbetat med astronomi under det här skolåret? \*

Ja, Nej, Vet inte eller Annat [Textruta öppnas]

**Fråga 5.** Hur intressant tycker du astronomi är? \*

Välj på en skala från 1 = Inte alls intressant, till 5 = Mycket intressant

**Fråga 6.** Hur viktigt tycker du att astronomi är för samhället? \*

Välj på en skala från 1 = Inte alls viktigt, till 5 = Mycket viktigt

**Fråga 7.** Hur mycket tror du att astronomerna ännu inte har upptäckt? \*

Välj på en skala från 1 = Astronomerna har fortfarande mycket kvar att upptäcka, till 5 = Astronomerna har redan upptäckt det mesta

**Fråga 8.** Sätt följande objekt i storleksordning från minst till störst. \*

Dra objekten till rätt plats med det minsta objektet högst upp i listan.

Galax, Planet, Stjärna, Universum, Solsystemet

**Fråga 9 - 13.** En kompis till dig som är intresserad av astronomi frågar dig vad de fem orden i frågan 8 betyder. Förklara med en mening eller två vad ordet GALAX/PLANET/STJÄRNA/UNIVERSUM/SOLSYSTEM betyder. \*

Ange ditt svar [Textruta]

**Fråga 14.** En klasskompis frågar dig: "Hur lär sig astronomer saker om universum? Jag vet att de huvudsakligen använder teleskop, men vad är det teleskopen egentligen gör?" Skriv ner vad du svarar din kompis. \*

Ange ditt svar [Textruta]

**Fråga 15.** Sätt följande objekt i ordning utifrån hur långt från jordens yta de är.

Dra objekten till rätt plats med det närmsta objektet högst upp i listan. \*

Vintergatans centrum, Universums yttre gräns, Asteroidbältet, Solsystemets yttre gräns, Månen, Solen, Polstjärnan, Ozonlagret, Jordens centrum, Neptunus

**Fråga 16.** Det var den sista frågan! Tack för att du bidrog till vår forskning. Om du har några frågor eller funderingar så skriv gärna det i fältet nedan. Om du vill ha svar på din fråga så glöm i så fall inte din epost-adress! [Textruta]

[SKICKA]

## Bilaga II. Analyser

I denna bilaga ges detaljerade beskrivningar av analyser. Poängsättningsfunktionen beskrivs först, sedan följer frekvensanalysen, granskning av svar från rankningsuppgiften inklusive en tabell med samtliga permutationer. Slutligen beskrivs hur analys och kodning gått till för förklaringsfrågorna.

### Beskrivning av poängsättningsfunktion i Microsoft® Excel (fråga 8)

Varje elevs svar är fördelat över ett visst antal rader i ett blad med en kolumn för varje fråga. Då rankningsuppgiften var redovisad i textform från SIAQ så behövdes de först konverteras till siffror. Efter kolumnen med svaren på rankningsuppgiften skapades därför nya kolumner, en för respektive objekt men också en kolumn för en totalsumma. I kolumnerna för objekten angavs ett tal för dess respektive placering för varje elevsvar, det vill säga rad för rad. 1 motsvarade en placering först och 5 motsvarade sist, detta gjordes manuellt och kontrollerades två gånger. De svar som ansågs vara inverterade vändes då manuellt till rätt ordning. Funktionen skrevs sedan till att fördela 1 poäng där talet i kolumnen överensstämde med motsvarande för placering, till exempel om planet = 1 tilldela 1 poäng, annars tilldela 0 poäng. Detta gjordes med alla kolumner som också summerades i den sjätte kolumnen enligt följande:

```
=OM([@[planet]]=1;1;0)+OM([@[stjärna]]=2;1;0)+OM([@[solsystem]]=3;1;0)+OM([@[galax]]=4;1;0)+OM([@[universum]]=5;1;0)
```

Detta genererade ett heltal mellan 0 och 5 för varje rad vilket räknades som elevens totala poäng.

### Beskrivning av frekvensanalys i Microsoft® Excel (fråga 8)

Frekvensanalysen bygger på de kolumner som skapades för poängsättningen. Varje kolumn för respektive objekt granskades manuellt och samtliga siffror (motsvarande placeringar) summerades i en tabell. Frekvensen av placeringar per objekt i procentform räknades sedan ut med hjälp av ytterligare en funktion enligt följande:

```
=X/71*100
```

Där X är varje placering för respektive objekt. Procenten avrundades till närmaste heltal.

### Tillvägagångssätt vid granskning av svar till rankningsuppgift (fråga 8)

De 78 svaren är fördelade över 18 olika permutationer av totalt 120 möjliga. Varje permutation är granskad genom att kolla på samband mellan placeringar och mellan objekt och missuppfattningar. 5 permutationer med totalt 50 svar anses som giltiga, där riktningen är korrekt men inte nödvändigtvis ordningen. I dessa finns det tillräckligt tydliga samband mellan objekt inom varje permutation, exempelvis ordningen stjärna < planet < galax < solsystem < universum. Detta visar två tydliga missuppfattningar med universum ordnat som störst. 6 permutationer med totalt 21 svar är tydligt inverterade givet logiken ovan. Ett exempel: universum > galax > solsystem > planet > stjärna, som visar missuppfattningen att stjärnor är mindre än planeter, men i övrigt en korrekt ordning i fel riktning. De resterande 7 svaren är fördelade över 4 olika ogiltiga svar och 3 oklara svar. Ett ogiltigt svar innebär att eleverna antingen inte har ändrat originalordningen, bara ändrat ett objekt eller att riktningen på svaret är oklart men elevens resterande svar på förklaringsfrågorna är trams. De 3 oklara svaren är inte ogiltiga i sig, men de är för otydliga för att en riktning skall tolkas, så för att undvika att



de tolkas godtyckligt så räknas de också som ogiltiga. Resultatet är alltså att 7 svar tolkas som ogiltiga och räknas som bortfall, men att 21 svar inverteras till rätt riktning för att kunna analyseras ihop med de 50 övriga giltiga svaren. En fullständig redovisning återfinns i Tabell 4 nedan.

**Tabell 3**

*Redovisning av giltiga och ogiltiga svar för rankningsuppgift (fråga 8)*

NR	Ordning på objekten	Antal	Kommentar
1	Galax, Stjärna, Planet, Solsystemet, Universum	1	Ogiltig. Enbart flyttat 1 objekt
2	Galax, Stjärna, Planet, Universum, Solsystemet	1	Ogiltig. Originalordning
3	Galax, Universum, Solsystemet, Planet, Stjärna	1	Oklar, eventuellt inverterad. Ogiltig.
4	Planet, Stjärna, Galax, Solsystemet, Universum	4	Giltig.
5	Planet, Stjärna, Solsystemet, Galax, Universum	21	Giltig. Rätt ordning och riktning
6	Planet, Stjärna, Solsystemet, Universum, Galax	2	Giltig.
7	Planet, Universum, Stjärna, Galax, Solsystemet	1	Ogiltig. Övriga svar är nonsense
8	Solsystemet, Universum, Galax, Stjärna, Planet	1	Giltig. Inverterad
9	Stjärna, Galax, Planet, Universum, Solsystemet	1	Ogiltig. Enbart flyttat på 1 objekt
10	Stjärna, Planet, Galax, Solsystemet, Universum	11	Giltig.
11	Stjärna, Planet, Solsystemet, Galax, Universum	12	Giltig.
12	Stjärna, Planet, Universum, Galax, Solsystemet	1	Oklar. Ogiltig.
13	Universum, Galax, Planet, Solsystemet, Stjärna	1	Oklar. Delvis nonsense i resterande svar. Ogiltig
14	Universum, Galax, Solsystemet, Planet, Stjärna	5	Giltig. Inverterad
15	Universum, Galax, Solsystemet, Stjärna, Planet	9	Giltig. Rätt ordning, fel riktning. Inverterad
16	Universum, Galax, Stjärna, Solsystemet, Planet	2	Giltig. Inverterad
17	Universum, Solsystemet, Galax, Planet, Stjärna	3	Giltig. Inverterad
18	Universum, Stjärna, Galax, Solsystemet, Planet	1	Giltig. Inverterad
Summa totalt antal		78	

### **Tillvägagångssätt vid kodning av teman av svar på förklaringsfrågor (fråga 9 – 13)**

Här följer ett kort exempel av analysen baserat på fyra svar på fråga 11; vad en STJÄRNA betyder. En fullständig redovisning av respektive objekts teman finns i respektive bilaga, detta är snarare en beskrivning av processen.

Stjärnorna som vi ser på natten är egentligen en lite sol.

(ID 67, Vill ej uppges, årskurs sex, vet ej om hen haft astronomiundervisning)

Det ungefär som en liten planet som brinner.  
(ID 260, Tjej, årskurs sex, med astronomiundervisning)

En stjärna är ett eldklot som brinner  
(ID 508, Kille, årskurs fem, utan astronomiundervisning)

Vet ej  
(ID 492, Kille, årskurs fem, utan astronomiundervisning)

Teman som uppstått :

- I. Består av eld
- II. Stjärnor brinner
- III. Stjärnor syns på natten
- IV. Stjärnor är små
- V. Solen är större än stjärnor
- VI. Beskriver stjärnor i jämförelse med solen
- VII. Beskriver stjärnor i jämförelse med planet
- VIII. Jag vet inte

Svaren kodas:

508: I & II

67: III, IV, V & VI

260: II, IV & VII

492: VIII

Eftersom urvalet för varje objekt varierar med giltiga och ogiltiga svar så har en procentsats räknats ut för varje tema inom varje objekt. Varje svar har jämförts med totalen och omvandlas till procent enligt följande;  $X/4*100$ . För stjärna i exemplet ovan utgörs totalen av fyra giltiga och inga ogiltiga svar. En sammanställning gjordes sedan för varje objekt, se Tabell 4 nedan för exempel.

**Tabell 4**

*Sammanställning av kodning*

Tema	Antal	%
Består av eld	1	25%
Stjärnor brinner	2	50%
Stjärnor syns på natten	1	25%
Stjärnor är små	2	50%
Solen är större än stjärnor	1	25%
Beskriver stjärnor i jämförelse med solen	1	25%
Beskriver stjärnor i jämförelse med planet	1	25%
Jag vet inte	1	25%

## Bilaga III. Teman för planet

Giltiga svar = 75. Kommentarer inom parentes.

**Tabell 5**

*Fördelning av teman i elevsvar på PLANET*

Tema	Antal	%
Definierar genom att beskriva med form	36	48%
– Klot	20	27%
– Rund	14	19%
– Boll	6	8%
– Är stora/enorma	17	23%
Definierar med sammansättning	13	17%
– Sten	5	7%
– Gas/gasmoln	5	7%
– En kärna	2	3%
– Massa/olika material/andra saker/jord/skrot/ämnen	6	8%
Definierar med liv/beboelighet	22	29%
En planet upprätthåller liv/människor	5	7%
En planet är som Jorden, men har inte alltid liv	5	7%
Vi bor på en planet (en planet är som Jorden)	10	13%
Ordet himlakropp används ihop med andra definitioner	14	19%
Planet är en himlakropp	1	1%
Definierar med olika namn på planeter	12	16%
– Jorden	12	16%
– Tellus	2	3%
– Jupiter	2	3%
Planeter är en värld	2	3%
Planeter har atmosfär	3	4%
Planeter rör sig (odefinierat)	3	4%
En planet snurrar själv (roterar kring sin egen axel)	1	1%
Planeter cirkulerar/åker/kretsar/roterar runt en stjärna	7	9%

Planeter snurrar/flyger runt solen	3	4%
Planeter finns i ett solsystem	6	8%
Planeter finns i rymden/universum	7	9%
En planet har dragningskraft/gravitation	5	7%
Planeter har bildats pga gravitation	2	3%
Planeter skapades i Big Bang	1	1%
Planeter har bildats av kometer som stelnat	1	1%
Det finns regler för vad en planet är	2	3%
Planet är "ett ställe"	3	4%
Jag vet inte	9	12%

---

## Bilaga IV. Teman för stjärna

Giltiga svar = 73. Kommentarer inom parentes

**Tabell 6**

*Fördelning av teman i elevsvar på STJÄRNA*

Tema	Antal	%
Stjärnor brinner	25	34%
Stjärnor lyser/är självlysande	15	21%
Stjärnor glöder	2	3%
Stjärnor sprider värme	3	4%
Stjärnor är varma	3	4%
Stjärnor ger energi	1	1%
Stjärnor ger liv	1	1%
Stjärnor behåller planeter i omloppsbanan	2	3%
Definierar som ett klot	20	27%
– specifikt gasklot	7	10%
– specifikt eldklot	2	3%
Definierar som en gasboll	3	4%
Stjärna är en himlakropp	5	7%
Stjärna är en sak	7	10%
Stjärna är en sten	3	4%
Stjärna är en prick	2	3%
Stjärnor består av gas	13	18%
Stjärnor består av plasma	2	3%
Stjärnor bildas av nebulosor; damm, gas och stenar	2	3%
Stjärnor blir supernova när de exploderar	1	1%
Stjärnor blir kometer när de dör	1	1%
Stjärnor är asteroider	1	1%
Stjärnor är enorma/stora	12	16%
Stjärnor är små	5	7%
Stjärnor är stora på nära håll, men kan också vara små	1	1%
Stjärnor är små solar	4	5%
Solen är större än andra stjärnor	5	7%

Stjärnor är mindre än planeter	1	1%
Beskriver stjärnor i jämförelse med solen	10	14%
Beskriver stjärnor i jämförelse med planet	7	10%
Stjärnor finns i rymden	7	10%
Stjärnor finns i solsystem (är del av)	3	4%
Stjärnor finns i universum	2	3%
Stjärnor finns i Vintergatan	1	1%
Stjärnor är långt bort	3	4%
Stjärnor syns från Jorden	2	3%
Stjärnor syns på natten/när det är mörkt	7	10%
Stjärnor kan ses på vintern	1	1%
Stjärnor flyger/svävar	2	3%
Beskriver med färg: gul/vit, röd	2	3%
Stjärnor har olika lång livstid	1	1%
Det finns miljoner stjärnor	1	1%
Kallt	1	1%
Jag vet inte	6	8%

---

## Bilaga V. Teman för solsystem

Giltiga svar = 69. Kommentarer inom parentes.

**Tabell 7**

*Fördelning av teman i elevsvar på SOLSYSTEM*

Tema	Antal	%
Beskriver att en sol/stjärna är i mitten/att planeter är runt	29	42%
Beskriver planetrörelse runt sol/stjärna	26	38%
– kretsar	8	12%
– snurrar	8	12%
– cirkulerar	5	7%
– åker	2	3%
– svävar	2	3%
– färdas	1	1%
Beskriver inget rörelseförhållande mellan sol/stjärna och planeter	15	22%
Indikerar att planeter står “på rad” i ett solsystem	3	4%
Beskriver att solsystem är/har/innehåller både planeter och sol/stjärna	40	58%
– varav planeter och en sol/stjärna (generiskt solsystem, indikerar exoplaneter)	25	36%
– varav planeter och solen (indikerar vårt solsystem)	15	22%
Beskriver att solsystem är/har/innehåller planeter enbart	16	23%
Solsystem är en grupp planeter med samma egenskaper	2	3%
Beskriver att solsystem är/har/innehåller sol enbart	2	3%
Nämner att solsystem innehåller andra objekt än planeter och stjärnor/sol	5	7%
– månar	3	4%
– himlakroppar	2	3%
– kometer	1	1%
– stjärnor	2	3%
– galaxer	1	1%
Nämner att solsystem är massa stjärnor (misstänkt förväxling med galax)	2	3%
Solsystem är Vintergatan (misstänkt förväxling med galax)	1	1%
Vintergatan är galaxen vi bor på (förväxling eller felsvar)	1	1%
Solsystem finns i galaxer	2	3%
Solsystem finns i universum	1	1%

Beskriver att solsystem är ett plats/ställe/område	7	10%
Beskriver solsystem med namn på planeter eller "vårt solsystem"	8	12%
Beskriver att solsystem är en omlopps bana eller krets	5	7%
Solsystem är avståndet mellan planeter och solen	1	1%
Jag vet inte	6	9%

---



## Bilaga VI. Teman för galax

Giltiga svar = 72.

**Tabell 8**

*Fördelning av teman i elevsvar på GALAX*

Tema	Antal	%
Definierar med vad de består av	48	67%
– Nämner bara stjärnor	9	13%
– Nämner bara planeter	10	14%
– Nämner bara solsystem	9	13%
– Nämner bara materia	3	4%
– Består av planeter och stjärnor	7	10%
– Består av stjärnor och solsystem	3	4%
– Mörk materia, rymdstoft och stjärnsystem	1	1%
– Stjärnor, materia och stjärnstoft	1	1%
– Materia och rymdstoft	1	1%
– Stjärnor och svart hål	1	1%
– Planeter och solsystem	1	1%
– Himlakroppar och solsystem	1	1%
– Himlakroppar	1	1%
Galaxer är klumpar/sitter ihop	5	7%
Beskriver galax relativt andra objekt som universum eller solsystemet	9	13%
Urskiljer inte galax från solsystem	9	13%
Blandar ihop galax med solsystem	2	3%
Blandar ihop galax med universum	2	3%
Galax är rymden	1	1%
En galax finns i rymden	5	7%
Indikation på att en galax är en plats/område/ställe	13	18%
Definierar med namn, Vintergatan	8	11%
“Vi bor i en galax”	3	4%
Definierar mängder stjärnor/solsystem/planeter med massa/massor/många/flera	22	31%
Definierar mängder stjärnor/solsystem/planeter med en samling	13	18%
Definierar mängd stjärnor/stjärnsystem med miljarder	1	1%

Beskriver uttryckligen att det finns flera galaxer	4	6%
Galaxer kan ha olika storlekar	1	1%
Jag vet inte	13	18%

---

## Bilaga VII. Teman för universum

Giltiga svar = 70. Kommentarer inom parentes.

**Tabell 9**

*Fördelning av teman i elevsvar på UNIVERSUM*

Tema	Antal	%
Universum är allt	23	33%
Universum är hela rymden	17	24%
Universum är samma sak som rymden	6	9%
Universum är en/vår värld	5	7%
Universum är oändligt	11	16%
Universum är stort/enormt	5	7%
Universum är allt som finns och funnits (i tid)	1	1%
Universum är ett klot med allt inuti	1	1%
Universum är en galax fast större	1	1%
Definierar med vad universum består av (utgörs av)	4	6%
– nämner bara galaxer	3	4%
– nämner galaxer, solsystem, stjärnor och planeter	1	1%
Definierar med vad som finns i universum (innehåller)	11	16%
– nämner bara galaxer	3	4%
– nämner galaxer och stjärnor	2	3%
– nämner galaxer, stjärnor och planeter	2	3%
– nämner galaxer, solsystem, stjärnor och planeter	1	1%
– nämner galaxer, solsystem och planeter	1	1%
– nämner stjärnor och planeter	1	1%
– nämner bara planeter	1	1%
Universum skapades i Big Bang	2	3%
Universum är ett ställe/plats	3	4%
Universum är en sak	2	3%
Universum är tomt	1	1%
Det finns flera Universum	1	1%
Universum är solsystemet	1	1%
Universum är Vintergatan	1	1%

Vi bor i Universum	1	1%
Jag vet inte	11	16%

---