

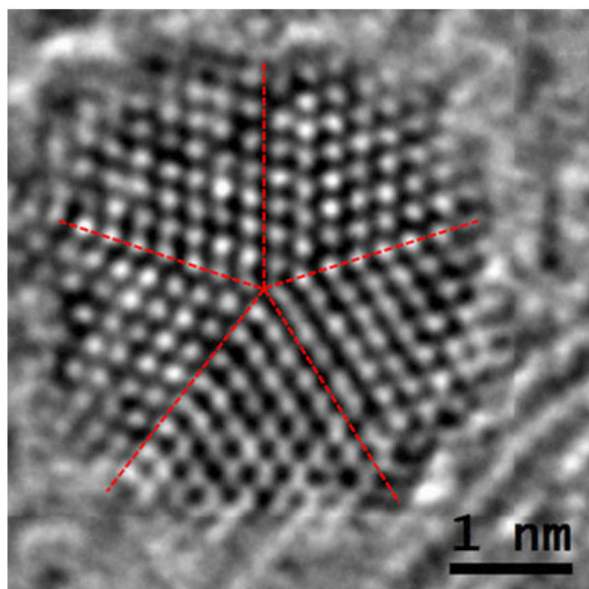
Tre typer av argument för materians partikelnatur i kemiundervisning

Torodd Lunde

Karlstads universitet och NATDID

I en studie av vilka argument för materians partikelnatur högstadielärare använde i kemiundervisningen dominerade experimentella argument där partikelmodellen bekräftas indirekt. Även mer filosofiska argument förekom, medan argument som ger belägg för existensen av individuella partiklar inte förekom alls.

Bland naturvetare finns en överväldigande enighet om att utgå från partikelmodeller för att förklara den materiella verklighetens beskaffenhet. Detta är en nyckelidé som nästan all annan naturvetenskaplig kunskap tar utgångspunkt i och bygger vidare på. Men även om detta idag tas för givet har det tidigare funnits oenighet bland naturvetare kring huruvida vi faktiskt ska betrakta materian som partikulär. Inte förrän så sent som i början av 1900-talet etablerades en överväldigande enighet om detta. Då övertygades de sista inbitna skeptikerna av en överväldigande mängd experimentella argument, bland annat Einsteins förklaring av de Brownska rörelserna med hjälp av materians partikelnatur.



Figur 1. Bilder skapade med modern avbildningsteknik kan användas som direkta argument för materians partikelnatur. Bilden föreställer atomer i ett nanomaterial och är framställd med hjälp av ett elektronmikroskop. (Bild från Jang, JH., Lee, E., Park, J. et al. Rational syntheses of core-shell Fe_x@Pt nanoparticles for the study of electrocatalytic oxygen reduction reaction. *Sci Rep* 3, 2872 (2013). <https://doi.org/10.1038/srep02872>, licens: CC BY 3.0.)

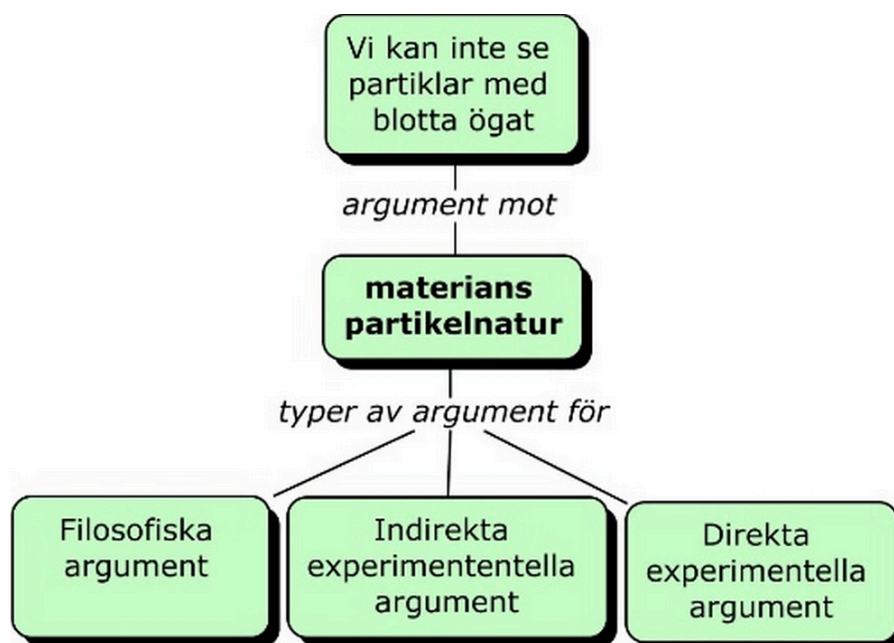
Att det dröjde ända fram till 1900-talets början visar att materians partikelnatur var svår att acceptera för många naturvetare. Det behövdes både många och övertygande argument

underbyggda med experimentellt belägg. Detta är en insikt som kan vara värdefull att ha i åtanke när man undervisar i skolan. För även elever kan ha svårt att acceptera att materia har en diskret natur, då det går stick i stäv med alla vardagserfarenheter. När vi dagligen observerar materia – det kan vara en vattenmängd, luftmängd eller järnstycke – får vi till synes bekräftat att materia är en sammanhängande kontinuerlig helhet, snarare än att den är diskret och partikulär.

En intressant fråga blir då vilka argument som faktiskt används i kemiundervisningen för att rättfärdiga materians partikulära natur. Detta blev några forskare på Jönköping University nyfikna på. De undersökte därför vilka typer av argument lärare på högstadiet känner till samt vilka av dessa de presenterar för eleverna [1].

Lärarnas argument för och emot materians partikelnatur

Forskarna intervjuade individuellt elva kemi- och/eller fysiklärare från olika högstadieskolor. Lärarna hade varierande bakgrund när det gäller ålder, kön, utbildning och undervisningserfarenheter. Under intervjuerna fick de frågor om de kände till dels argument som stödjer en kontinuerlig syn på materia, dels argument som stödjer en partikulär syn. Dessutom fick de frågor om vilka argument de faktiskt använder i undervisningen. De fick även ge exempel på konkreta experiment, illustrationer eller andra praktiska argument de använder sig av. Forskarna kunde utifrån lärarnas svar identifiera tre huvudkategorier av argument: *filosofiska*, *indirekta experimentella* och *direkta experimentella argument*. Det enda motargumentet som framkom var *att enstaka partiklar inte går att observera med blotta ögat*. En översikt över de olika typerna av argument ges i [Figur 2](#).



Figur 2. Översikt över argumenten för och emot materians partikelnatur.

Indirekta argument dominerade

Den typ av argument som dominerade i undervisningen var *indirekta experimentella argument*. Denna typ av argument tar stöd i belägg från experiment för att backa upp idén om materians partikelnatur. I de indirekta argumenten är materians partikelnatur en given premis. Partikelmodellen fungerar som en utgångspunkt för att förutsäga och förklara observerbara

kemiska och fysikaliska fenomen på makronivå. Exempel på detta är varför massan bevaras i kemiska reaktioner eller varför gaser expanderar när värme tillförs.

När förutsägelser eller överraskande observationer kan förklaras med partikelmodellen, tas detta till intäkt för att dess antaganden måste stämma. Därmed besannas materians partikelnatur. Fenomenet som observeras är dock resultatet av att många partiklar samverkar på systemnivå. Argumentet bygger därför inte på belägg för existensen av enstaka partiklar, utan på observerbara effekter som uppstår på systemnivå. Därför kallas denna typ av argument för indirekta experimentella argument.

När lärarna fick frågor om hur starkt stöd de ansåg att de indirekta argumenten gav erkänande många att de ansåg att det var relativt svagt. I och med att materians partikelnatur tas för givet i denna typ av aktiviteter kan slutsatsen lätt framstå som retoriska bekräftelser av materians partikelnatur, snarare än som ett starkt stöd.

Inga lärare använde direkta argument

En annan argumentationstyp var *direkta experimentella argument*. Detta är en typ av argument som i likhet med indirekta argument bygger på experimentellt belägg. Men till skillnad bygger dessa på evidens som ger direkt stöd för existensen av individuella partiklar.

Två lärare gav exempel på denna typ av argument, nämligen evidens skapad med hjälp av elektronmikroskop. Detta är ett experiment där elektroner från en elektronkanon används i stället för ljusvågor för att förstora något som är så litet att det inte går att avbilda med ljus. Med hjälp av tekniken kan man skapa databaserade modeller av materians beskaffenhet ned på en nivå av enstaka partiklar. Därigenom kan forskare synliggöra det som annars inte är observerbart för ögat.

Jämfört med de indirekta argumenten pekar evidens från elektronmikroskop och andra moderna avbildningstekniker (t.ex. [Figur 1](#)) ganska direkt mot att materia har en diskret natur i och med att individuella partiklar kan åskådliggöras i datorgenererade förstoringar. Ingen av lärarna använde detta argument i undervisningen.

Filosofiska argument för partikelmodellen och motargument

Några lärare nämnde även *filosofiska argument*. Detta är en typ av argument som hänvisar till den logiska nödvändigheten av att materia har en partikelnatur i stället för att hänvisa till empiri. Exempel på filosofiska argument är att det är ologiskt att det inte skulle finnas några mindre byggstenar som bygger upp materia eftersom materia annars skulle gå att dela upp i oändligheten. Andra argument är att det strider mot sunna förnuftet att partikelmodellen – även om det är en mänsklig konstruktion – inte skulle stämma överens med hur naturen är beskaffad när den kan förklara så oerhört mycket av det vi ser omkring oss.

Det var bara en av lärarna som kunde uppge ett motargument till materians partikelnatur. Detta var att enstaka partiklar är så små att de inte kan observeras med blotta ögat. Kontinuerlig materia observeras däremot överallt och hela tiden i vardagen. Detta ger eleverna starkt stöd för vardagsuppfattningen att materia har en kontinuerlig natur.

Förespråkar att använda direkta argument i undervisningen

I artikeln argumenterar forskarna för att inlemma experimentella argument i undervisningen som ger direkta belägg för existensen av individuella partiklar. De menar att detta blir ett sätt att komplettera de indirekta argumenten som förutsätter partikelmodellen för att ge mening. Ifall elever anser att ett argument *mot* partikelmodellen är att vi inte kan se de enstaka partiklarna, så kan en experimentellt genererad bild som synliggör dessa partiklar uppfattas som ett övertygande

argument för.

Bilder från elektronmikroskop finns lätt tillgängliga på nätet och lärare kan enkelt visa upp dessa i klassrummet och därigenom använda dem som experimentellt argument. Det är dock viktigt att ha i åtanke att bilderna inte är en enkel avspeglning av verkligheten. De är datorgenererade visuella modeller baserade på data från experiment. Bilderna är därmed ingen spegelbild av verkligheten som på ett oproblematiskt sätt avbildar partiklar så som ett mikroskop förstorar ett föremål.

Stöd för att reflektera kring val i undervisning av materians partikelnatur

Förutom forskarnas uppmaning att dra nytta av direkta experimentella argument för att rättfärdiga materians partikelnatur, kan de olika argumentstyperna ovan vara till nytta för att reflektera över hur elever kan involveras i naturvetenskapens argumentativa karaktär. Forskarsamhällets acceptans av materians partikelnatur föregicks av en lång och utdragen argumentativ process. Forskare producerade, presenterade och debatterade otaliga indirekta experimentella argument. Till slut blev det omöjligt att inte godta materians partikelnatur som den enda rimliga förklaringen till en rad olika experimentella resultat och observationer. Ett exempel på detta är Einsteins förklaring av de browniska rörelserna med hjälp av materians partikelnatur.

De olika typerna av argument som presenteras i denna studie kan därför vara ett stöd för att reflektera över olika typer av argument som finns för materians partikelnatur. Det kan till exempel ge stöd till dig som lärare att reflektera kring vilka argument som dominerar den egna undervisningen, vilka som kanske saknas eller hur tydligt de lyfts fram och diskuteras med eleverna. Argumentstyperna skulle dessutom kunna ge stöd för att reflektera över hur argument kan ingå i undervisningen utifrån olika ändamål. Till exempel för att synliggöra och utmana olika idéer kring materians natur. Eller för att engagera eleverna i den typ av argumentation som till slut övertygade vetenskapssamhället om materians partikelnatur en gång i tiden. Eller kanske för att utmana elevernas vardagsuppfattningar.

Studien ger alltså en överblick över olika typer av argument som kan vara relevanta i undervisning om materians beskaffenhet. Detta kan vara ett stöd för att göra reflekterade val kring hur argument och argumentation kan ingå i undervisning på ett konstruktivt sätt både för att främja lärande kring materians partikelnatur och lärande om naturvetenskapens karaktär.

Notering

"Notiser från forskningsfronten" presenterar kort något huvudresultat från en eller ett fåtal publicerade studier. Texterna skrivs av medarbetare på NATDID. Vill du referera till resultaten från studien så använd originalstudien som finns i referenslistan nedan.

Referenser

1. Gunnarsson R, Hellquist B, Strömdahl H, Zelic D. Secondary school science teachers' arguments for the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*. 2018;55(4). <https://doi.org/10.1002/tea.21428>