



GÖTEBORGS UNIVERSITET

Inre bilders betydelse för förståelse och inlärning i ämnet kemi

En fallstudie - atom och orbitalteorin på gymnasiet

Johannes Barth

LAU690

Handledare: Lennart Sjölin

Examinator: Sture Nordholm

Rapportnummer: HT08-3030-1

Abstract

Examensarbete inom lärarutbildningen

Titel: Inre bilders betydelse för förståelse och inläring i ämnet kemi
En fallstudie - atom och orbitalteorin på gymnasiet

Författare: Johannes Barth

Termin och år: HT 2008

Kursansvarig institution: Sociologiska institutionen

Handledare: Lennart Sjölin

Examinator: Sture Nordholm

Rapportnummer: HT08-3030-1

Nyckelord: Kemi, atommodell, orbital, gymnasium, bilder, föreställning, gestalt, gestaltteori, gestaltpsykologi, gestaltpedagogik, illustration.

Inre bilder – bilder som vi ser med vårt inre öga spelar ofta en viktig roll i tänkandet och även i inlärningsprocessen för elever. I en studie har jag undersökt vilka inre bilder eleverna i gymnasiets första och sista år har av kemiska atom- och orbitalmodeller. Vidare undersökte jag strategier att integrera och hantera dessa bilder i inlärningsprocessen. Dessutom dras slutsatser hur dessa strategier påverkar elevernas möjligheter att prestera i ämnet. Studien genomfördes som intervjustudie. Totalt genomfördes elva intervjuer. I denna studie fann jag belägg för fyra olika sätt att hantera inre bilder. En enda elev tillhörde den kategori som enbart använder sig av ord i samband med inläring av atommodeller. Bilder, även om de var närvarande och till och med starka, spelade en mindre roll och matades inte med information. Elever tillhörande andra kategorier hade medelstarka eller starka bilder och de använde sig både av ord och bilder för att lära sig atom- och orbitalmodellerna. Val av ord och bilder som strategi sker dock omedvetet och inte efter ett givet mönster. En tredje grupp hade starka till mycket starka bilder och använde båda ord och bilder i inlärningsprocessen. Strategin väljs mycket medveten och situationsberoende av denna grupp elever. Fjärde och sista gruppen hade mycket starka bilder och använde mycket medvetet nästan uteslutande bilder. Den inre bilden matas med information för att sedan tydliggöras vid behov igen. Sammanfattningsvis visar min studie att eleverna använder visuella strategier medvetet och framgångsrikt men även andra medvetet valda strategier användes med goda studieresultat som följd.

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning.....	3
Inledning.....	4
Den teoretiska bakgrunden.....	4
Den inre bilden.....	4
Den visuella förmågan.....	6
Gestaltbegreppet.....	6
Insikt.....	10
Material och metoder.....	11
Undersökningsmiljön.....	11
Undervisningen.....	12
Val av metod.....	13
Intervjuerna.....	13
Resultat.....	14
Atomer.....	14
Orbital.....	16
Inför provet.....	17
Vid provet.....	18
Bildernas eget liv.....	18
Förståelse, samband och insikt.....	20
Periodhäftenas betydelse.....	20
Bildernas syfte och funktion.....	20
Diskussion.....	22
Kategorier.....	22
Bildernas närvaro och styrka.....	22
Bildernas betydelse för förståelse och inläring.....	23
Medvetenhet om den egna inlärningsstrategin.....	24
Sammanfattning av grupper.....	25
Periodhäftens betydelse.....	26
Visuella och spatiala förmågan.....	27
Gestaltteori.....	29
Konsekvenser för undervisningen.....	30
Begränsningar och framtida möjligheter.....	30
Litteraturlista.....	32
Bilagor.....	33
Bilaga 1.....	33
VVIQ-test.....	33
Bilaga 2.....	34
Mall för intervjuerna.....	34

Inledning

Idén till mitt examensarbete kom när jag för första gången undervisade en klass i kemi på gymnasienivå. I samtal med eleverna observerade jag att eleverna hade helt olika inre bilder av atomerna. Det fanns till exempel elever som hade en speciell färgkod för att färgsätta olika grundämnen medan andra inte hade det. Ur undervisningssamtalet framgick också att elevernas benägenhet att använda illustrationer och inre bilder skiljde sig starkt. Vissa bad mig till exempel "kan du inte måla upp..." medan andra sa "kan du inte berätta ...". Själv tyckte jag alltid om att titta på illustrationerna i läroböcker. Illustrationer betydde alltid mycket för mig då jag, även när jag inte längre tittade på dem, kunde se dem med mitt inre sinne som en inre bild. Ur ovan kommentarer från eleverna slöt jag mig till att elevernas inre bilder och deras sätt att hantera dem skiljde sig mycket åt och att detta möjligen även påverkade elevernas chanser att göra väl ifrån sig i ämnet. Det var uppenbart att inre bilder hade olika stark betydelse för eleverna. Om detta var sant stödde en rikligt illustrerat lärobok, eller en rikligt illustrerad undervisning, bara vissa elever.

I samtal med de kemiska institutionerna i Göteborg och Växjö uppmuntrades jag att konkretisera mina idéer för att undersöka bildernas betydelse för elevernas inläring i speciellt atom- och orbitalteorin.

Den teoretiska bakgrunden

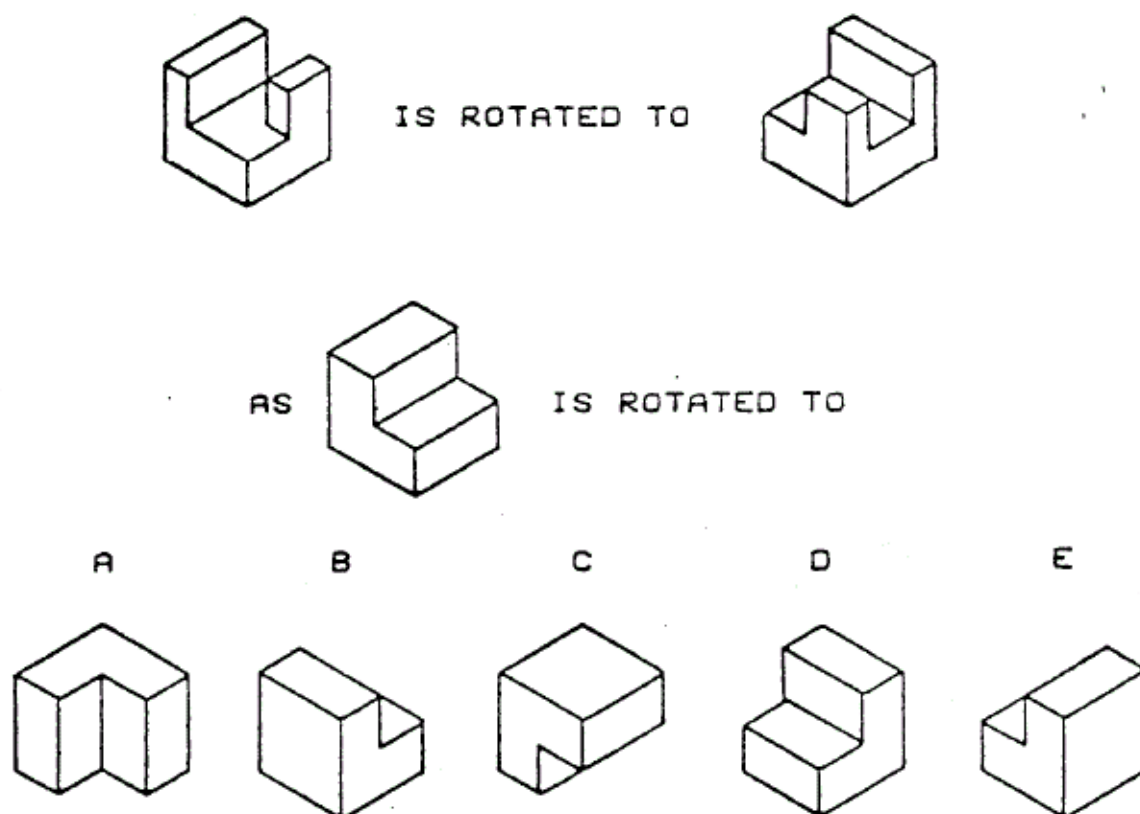
Det finns tre viktiga aspekter jag vill introducera som teoretisk bakgrund och som mitt arbete ska ses emot. En aspekt är frågan - vad är inre bilder överhuvudtaget? En annan aspekt är vilka olika metoder som har anvisats i litteraturen för att mäta förmågan att hantera dessa inre bilder. Tredje och sista aspekten är bildernas betydelse belyst ur pedagogiska och psykologiska teorier.

Den inre bilden

Som redan framgår från titeln är syftet med detta arbete att undersöka elevernas inre bild av atom- och orbitalmodellen. Men vad är den inre bilden egentligen? Detta är en fråga som många stora tänkare forskare har ägnat mycket tid åt. Innan konceptet av den inre bilden diskuteras i detalj, ber jag dig som läsare att genomföra följande experiment: Titta dig omkring och fixera blicken på något föremål i närheten (om det är kaffemuggen eller skrivbordslampan spelar ingen roll)! Blunda nu och tänk på föremålet! Vad är det du förnimmar? Mycket troligt har du en mer eller mindre detaljerad och tydligt bild av föremålet framför dig. Detta är din inre bild av föremålet du tänkte på.

Försöket kan upprepas med flera föremål eller personer som finns på plats (eller som inte finns på plats). De flesta kommer att uppleva att bildernas tydlighet och styrka varierar med hur bekant man är med föremålet eller personen i fråga. Dessa inre bilder har som tidigare nämnts intresserat mänskligheten länge och många olika teorier har föreslagits genom åren; idag är ämnet hett diskuterat i vissa forskningsgrupper.

McGinn, psykolog, filosof och professor vid Miami University, beskriver de inre bildernas egenskaper och funktion i boken "mindsight" (McGinn 2004). På omslaget introduceras boken med meningen "How to imagine the imagination is a topic that draws philosophers the way flowers draw honey bees". Visserligen ska leken med ord i texten göra oss nyfikna och



Figur 1: Exempel av en fråga i ROT-testet. Testet består av 20 likartade frågor. Rotationerna som måste genomföras för att lösa frågan kan runt x, y och z axeln och i 90° steg.

främja försäljningen av boken väl, men texten beskriver ändå problemet på ett enkelt sätt. Vad vet vi om våra inre bilder egentligen? Och hur skiljer de sig från bilder vi ser med våra fysiologiska ögon? McGinn diskuterar utförligt skillnader mellan det fysiologiska seendet, perception, och seendet med det inre ögat - bilden. "Troligen en av de mest uppenbara skillnader mellan inre seende och perception är att bilder kan påverkas och skapas av viljan medan perception inte kan styras av viljan" (McGinn 2004, s. 12-17). Jag kan till exempel välja att se en inre bild av universitetsbiblioteket. Jag kan dock inte välja att ha en perception av den, utan att åka ditt först. Den inre bilden av biblioteket kan även påverkas av viljan. Biblioteket kan till exempel få en helt annan färg, bara därför att jag har bestämt mig att den till exempel ska vara grön. Även i bakgrunden till bilden införs en speciell egenskap. Som ett exempel kan en inre bild av biblioteket helt sakna bakgrund, medan den regniga himlen i perceptionen inte kan försvinna.

McGinn (McGinn 2004, s. 48-55) diskuterar vidare informationsflödet i bilder jämfört med perceptionen: "bilder är inte informativa medan perceptionen är det". Det betyder att bilder visserligen kan användas för att lagra information, de kan dock inte tillföra ny information på samma sätt som till exempel perceptionen av en stol kan. Så kan man möjligen upptäcka repor på stolen som man inte lagt märke till innan, och därmed tillföra ny information. I en bild av en stol upptäcker man dock inte repor på samma sätt om inte den informationen har tillförts tidigare. Visserligen, det medges, kan man även välja att se repor i sin bild av stolen. Detta visar också att det finns en annan viktig skillnad mellan bilder och perception. I perceptionen strömmar allt information, som är fysiologiskt möjligt att lösa upp, in i betraktarens öga. En bild saknar dock ofta mycket av denna information. Jag kan till exempel ha en klar bild av en

kurskamrat utan att för den skull komma ihåg hennes ögonfärg. Här saknar bilden helt enkelt information: ”Perception representerar världen som tät, fylld, sammanhängande; men en bild är ofullständig, grov”(McGinn 2004, s. 25-26). Ändå finns det inga vita fläckar i inre bilder. En bild kan alltså sakna information medan en perception inte kan det.

Den visuella förmågan

Då både perception och förställning är en förmåga som finns utvecklad i människans hjärna har verktyg skapats för att testa hjärnans förmåga att hantera och bearbeta inre bilder. Dessa tester tillhör i princip samma grupp som många andra traditionella intelligenstagster.

Den spatiala förmågan kan till exempel testas med en så kallad ROT-test (Purdue visualisations of rotations). Testet består av tjugo frågor som liknar frågan i figur 1. Rotationer kan vara runt x, y och z axeln och i alla möjliga 90° graders steg. Någon av dessa rotationer måste genomföras för att lösa frågan. Bodner och Guay (1997) som utvecklat ROT testet utifrån tidigare kända tester, skriver att betydelsen av den spatiala förmågan redan diskuterades på 1920talet. I sin egen studie av den spatiala förmågans betydelse för prestationen i introduktionskurser i kemi på eftergymnasial nivå genomförde Bodner omfattande tester av elevernas spatiala förmåga. Det visade sig bland annat med betydande statistisk säkerhet ($p < 0.01$ och mindre) att kvinnor i genomsnitt hade lägre spatial förmågan än män. Enligt Bodner har detta varit känt sedan tidigare och var därför inte överraskande.

Det visade sig dock att det också fanns en tydlig korrelation mellan resultat i ROT-testet och elevernas prestation inom ämnet kemi. Till författarnas överraskning visade studien att studenternas spatiala förmåga spelade roll både i uppgifter som direkt krävde 3D-tänkande och uppgifter som inte direkt krävde detta. Det är lätt att inse att förståelse och analys av kristallstrukturer kräver ett utpräglad spatial förmåga. Det kan dock tyckas förvånansvärt att den spatiala förmågan verkar vara lika viktig när uppgifter med stökiometrisk karaktär skall lösas. Att detta inte alls är så förvånansvärt som det i början verkar vara kommer jag diskutera i slutdelen av min rapport.

VVIQ-testet (visuell vividness intelligens quotient) (Marks 1973) ägnar sig åt att utvärdera styrkan av inre bilder. Testet finns som bilaga i slutet av rapporten. Frågorna i testet syftar på graden av närvaro av olika inre bilder och både minnesbilder och troligen mer fiktiva bilder testas. Frågor 1 och 3 testar en speciell minnesbild avseende hur mycket detaljinformation den inre bilden bär. Frågorna 2 och 4 är troligen inte kopplade till ett enda minnesbild. För många är bilderna av landskap eller soluppgång troligen en bild som skapas just när frågan ställs. Bilden har förmodligen inte en direkt förebild i realiteten – kanske har den flera?

Gestaltbegreppet

Termen Gestalt är ett filosofiskt koncept. Många har förmodligen hört talas om gestalt i samband med psykoterapiformen gestaltterapi. Gestaltbegreppet är dock mycket mer omfattande. Förutom gestaltterapi finns det även de troligen mindre bekanta begreppen gestaltpsykologi, gestaltteori och gestaltpedagogik. Inte alla dessa variationer av gestaltbegreppet är av uppenbar relevans för mitt arbete. De är dock viktiga för att kunna se mitt arbete i sin kontext med angränsande forskningsområden. Även om det finns många gemensamma drag i de olika gestaltbegreppen är dock skillnaderna stora. Det är därför av vikt att dessa tillämpningar av gestaltbegreppet inte blandas ihop.

Gestaltpsykologi

Gestaltpsykologi är, som termen anger, en psykologisk inriktning som uppkom i början av 1900talet. Dess främsta företrädare var Ernst Mach, Christian von Ehrenfels, Max Wertheimer, Wolfgang Köhler, Kurt Koffka och Kurt Lewin.

Gestaltpsykologin utvecklades delvis i kritik av klassiska behavioristiska teorier, som såg beteendet i människan väsentligen som en kedja av stimuli och respons. Till denna uppfattning ansluter exempel Skinners tes om positiv och negativ förstärkning respektive bestraffning (Svedberg 2007, s. 22-28). I detta arbete beskrivs beteendet som en direkt konsekvens av vissa stimuli. Således leder belöning exempelvis i form av uppmärksamhet beröm etc. till att sannolikheten för ett visst beteende ökar medan bestraffning, i form av tillsägelse eller fängelse etc., leder till att sannolikheten för ett visst beteende minskar.

Gestaltpsykologin motsätter sig dock starkt denna syn (Metzger 1975, s. 41). Behaviorismens reduktionistiska syn på psykologiska processer ses som allt för simplificerade. Metzger (Metzger 1975, s. 42) avfärdar behaviorismen kategorisk och anser dessa mekanismer likna dressyr, som inte kommer att leda till framgång i längden. Gestaltpsykologin anser istället att beteendet och andra psykologiska processer snarare är ett resultat av ömsesidigt beroende faktorer så som individuella egenskaper och omvärld. Utifrån detta samband föddes då även fältbegreppet som myntades av Kurt Lewin för att beskriva komplexa processer som exempelvis beteende. Fältbegreppet är ett fysikaliskt begrepp som inom psykologin fungerar som bild som beskriver likartade orsakssamband. Ett fält inom fysiken kan till exempel vara ett elektriskt fält där ett föremål som befinner sig i ett sådant fält påverkas av fältet men som även själv påverkar fältet. Tillämpar man denna bild på psykologin betyder detta att beteendet av varje enskild människa (föremål) både påverkas av, och påverkar den psykologiska omgivningen (fält) den befinner sig i. Bilden överensstämmer även med fältets osynlighet. Lewin menar att ”man måste titta bakom det synbara beteendet och till de krafter som föregår och ledsagar individens beteende” (Svedberg 2007, s. 41-48). Som exempel på detta kan man betrakta ett samtal mellan två individer där person A säger något till B med en föreställning om hur detta bör sägas. Detta sker utifrån A's uppfattning av situationen och det psykologiska fältet. B reagerar utifrån det som sagts men även utifrån andra signaler, som kroppsspråk, röst etc. B svarar sedan utifrån samma principer som A. Från detta exempel kan man se att beteendet påverkas av ömsesidigt beroende faktorer.

Svedberg (Svedberg 2007, s. 41-48) sammanfattar att ”i fältteorin är således beteendet aldrig enkelt orsakat av individuella egenskaper eller av faktorer i omgivningen. Det är istället alltid ett resultat av dynamiken mellan dessa båda. Fältet har systematiska egenskaper – delarna som ingår påverkar alla varandra och helheten är något annat (men inte nödvändigtvis något mer) än summan av delarna”. I samband med detta vill jag undanröja ett vanligt missförstånd. Gestaltpsykologin har ofta sammankopplats med det förkortade talesättet ”helheten är mer än summan av sina delar”. Detta är dock inte helt korrekt. Ett ”mer” kan implicera att det tillkommer något nytt och oförklarligt utifrån. I vissa samband må detta ha använts av esoteriska strömningar som såg detta ”mer” som något övernaturligt. Detta är dock som tidigare påpekats en feltolkning! Helheten är något annat än summan av sina delar men inte nödvändigtvis mer. Skillnaden mellan dessa två tolkningar kan lätt beskrivas matematisk:

$$\text{ekvation 1:} \quad \text{helheten} = n_1 + n_2 + \dots + y$$

$$\text{ekvation 2:} \quad \text{helheten} = f(n_1, n_2, \dots)$$

I ekvation 1 tillkommer något okänt (y) – ”mer” – som behövs för att bilda helheten. I



Figur 2: Exempel för gestaltteorins syn på perception. Att redan perceptionen är en kognitiv process visas genom dessa bilder. Likadana punkter, dvs. svarta respektive vita, uppfattar betraktaren som sammanhörande och ser därför horisontella respektive lodrätta linjer.

ekvation 2, som enligt Svedberg (Svedberg 2007, s. 41-48) redan förslagits av Lewin (fast i ett avvikande form), tillkommer ingenting nytt, det är bara relationen mellan de olika delarna som inte är känd.

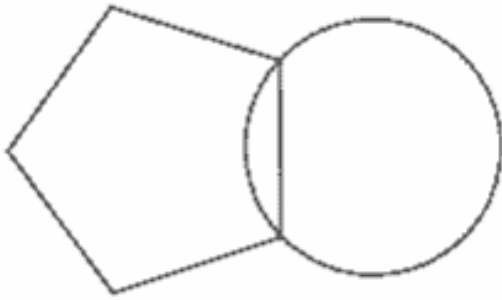
Ett annat centralt budskap är att förståelse uppkommer genom att man sätter fakta i sitt samband och i sin kontext. I ett föredrag 1924 (Wertheimer, 1985) använder Max Wertheimer, en av gestaltteorins främsta företrädare, ett exempel ur matematikens värld. ”Du begriper inte formeln, du kan inte begripa den om du inte ser den i dess funktion, dess potential och dess konsekvenser. Du har ingenting i handen om du bara har formeln [...] utan sin dynamiska funktionella relation med helheten”.

Sammanfattningsvis betraktar och analyserar gestaltpsykologin helheten som sådan snarare än sina delar var för sig.

Gestaltteori

Gestaltteori bygger på samma teoretiska grunder som gestaltpsykologin. Genom att byta ut ordet psykologi med teori betonas dock att det handlar om en modell som kan tillämpas på mycket mer än psykologiska processer.

Gestaltteori är en av de klassiska teorier som används för att undersöka bland annat perception, men även tänkandet, känslor och naturligtvis beteendet. Perceptionen är ett av gestaltteorins mer framträdande användningsområden och även dess mest intressanta i samband med mitt arbete. Det initiala seendet uppfattas som en kognitiv process och måste därmed betraktas som en psykologisk process som är beroendet av omgivningen. Det åskådliggörs väl med några figurer gestaltteorin gärna använder sig av (figur 2 och 3). Bilderna är hämtade från www.wikipedia.org men visas på flera ställen i den centrala litteraturen. Vanligtvis sammanfattas de beskrivna optiska fenomenen i gestaltlager, som jag dock inte skall gå in närmare på. Gemensamt för figurerna är att vi ser något som inte finns i verkligheten. De svarta och vita punkterna i figur 2 kopplas ihop till vertikala och horisontala rader även om de inte finns i realiteten. Även bilden i figur 3 tolkas av betraktaren och kommer att ses som en femkant och en krets även om andra tolkningar är möjliga.



Figur 3: Exempel på gestaltteorins syn på perception. Att perceptionen är en kognitiv process visa även med denna bild. Beträktaren ser normalt en femkant och en cirkel. Det finns dock andra möjligheter att tolka bilden!

Bodner och Guay (1997) använder gestaltbegreppet i sin analys av betydelsen av studenternas spatiala förmåga för att prestera väl i ämnet kemi som tidigare nämnts. De framhäver att det finns två principiella möjligheter att hantera och bearbeta spatiala uppgifter. En möjlighet innebär en analytisk bearbetning medan den andra är en gestaltbearbetning. Analytisk bearbetning innebär att helheten bryts ner till sina delar och prövas mot data medan gestaltbearbetning hanterar helheten som sådan utan fragmentering. Bodner och Guay beskriver som exempel på gestaltbearbetning hur de flesta känner igen ansikten. De konstaterar att det ”förmodligen är en ganska sällsynt gåva att känna igen familjemedlemmar genom att enbart fokusera på personens ögonavstånd”. De anser vidare att igenkänning är en typisk gestaltbearbetning, detta sker genom att ansiktet betraktas som helhet och inte som en summa av sina delar, vilket en analytisk bearbetning skulle förutsätta.

Gestaltterapi och gestaltteoretisk psykoterapi

Psykoterapi faller inte inom ramen för min aktuella undersökning. För att klart avgränsa den från andra användningsområden som gestaltteorin tillåter, vill jag ändå kort introducera två terapiformer som förknippas med gestaltteorin. Dessa terapiformer är gestaltterapi och gestaltteoretisk psykoterapi. Gestaltterapi är en psykoterapiform som har sina rötter i gestaltteorins filosofi men lånar även koncept från zenbudismen och psykoanalysen. Terapiformen betonar vikten att vara ”här och nu”. Patienten lär sig att iakta sig själv, sina tankar, känslor och sitt beteende. Idag är gestaltterapeutiska principer mycket aktuella och dyker upp inom ”medveten närvaro” eller på nysvenska ”awareness” eller ”mindfulness”. Liksom i gestaltteorin ses människan inte som en isolerad varelse men som i ömsesidigt utbyte med fältet den befinner sig i. Gestaltteoretisk psykoterapi liknar visserligen gestaltterapi men är inte identisk med den. Även här spelar medvetenhet en central roll. ”I [...] analysen ska motstridiga och avskilda delar av personligheten göras medvetna och deras återintegrering i hela personligheten beivras” (Zabransky and Soff 1998). För en fördjupad läsning hänvisas läsaren till Zabranskys publikation respektive annan ämneslitteratur inom området.

Gestaltpedagogik

Gestaltpedagogik har framförallt haft betydelse i Tyskland. I Sverige har den hittills dock som område varit relativt obetydlig. Gestaltpedagogik började diskuteras i slutet av 1970 talet i litteraturen och nya publikationer fortsätter ständigt att dyka upp.

Gestaltpedagogiken bygger på samma grunder som gestaltterapi. Gestaltpedagogiken utvecklades i kritik, och som kontrast, till det dåvarande starkt detaljstyrda tyska

skolsystemet. Gestaltpedagogiken kritiserar främst dess stelbenthet och bristande flexibilitet. Varken skolsystemet eller lärarutbildningen tar hänsyn till individuella egenskaper och inneboende potential hos elever eller lärare menar gestaltpedagogerna. Därutöver kritiseras avsaknaden av en helhetssyn båda för inläring och utläring. Detta har enligt gestaltpedagogerna till följd att dessa processer blir både opersonliga och ineffektiva då båda bara ses som obligatoriska moment (Burrow and Gudjons 1998, s. 9-22). Med Max Wetheimers ovan nämnda exempel förefaller denna syn logisk då förståelse kräver en helhetssyn på stoffet.

För att tilltala hela människan ska tänkandet, viljan och känslorna integreras. Här vill jag igen hänvisa till fältbegreppet som ser beteendet och hela omgivningen som ömsesidigt beroende av varandra. Det är därför alltid dessa tre faktorer, tänkandet, viljan och känslor, som bara i syntes utgör människans livsvärld och de bör därför alla vara en stor del av skolans vardag.

Insikt

Det svenska ordet insikt, men även de engelska och tyska motsvarigheterna ”insight” respektive ”Einsicht” är sammansatt av ”sikt” och ”in”. Det betyder så att säga sikt inuti.

Som jag nämnde tidigare är en av gestaltteorins främsta budskap, att människan lär sig främst genom insikt – sikten inuti. Som jag också nämnde tidigare vänder sig gestaltteorin starkt mot behavioristiska teorier med t.ex. Pawlow och Skinner som företrädare. De konkurrerande modellerna för lärandet har diskuterats flitigt. Schulte (Schulte 2005, s. 9) menar att ”lärandet skall ses som en förståelse av omgivningen och livsrymden, där det är centralt att strukturellt samhöriga delar fogas ihop”. Det betyder att individen gör sig en sammanhängande inre bild med blicken inåt så att säga.

Särskilt omtvistat har de olika modellerna för lärandet varit i samband med problemlösning hos djur och i sin finala konsekvens hos människan. Thorndike (Schulte 2005) gjorde ett antal försök med katter som han spärrade in i en bur. Dörren till buren var kopplad till en mekanism. Katterna kunde genom att utlösa en hävstång öppna dörren. Första gången katterna ställdes inför problemet så utlöste de mekanismen ganska slumpmässigt. Upprepade försök med samma individer visade att tiden för att katten skall lyckas öppna dörren förkortades. Här ökar en belöning (kattens frihet) sannolikheten för ett visst beteende. Beteendet kan då tolkas helt i en behavioristiskt anda med stimuli och respons som är strikt kopplade. Beteendet kan dock knappast tolkas som insiktsfullt beteende, då detta skulle förutsätta att katterna kan följa mekanismen med ögonen och genomskåda dess funktion. Djuren får ingen rimligt chans att handla ”insiktsfullt” (Schulte 2005). Strategin att lösa problem kan här snare ses som den klassiska ”trial and error” metoden.

Som motpol får man se Köhlers problemlösande apor. Hans försök är välkända och beskrivs även i många av gymnasiets biologiböcker. Apor ställdes inför problemet att få tag i en frukt som inte kunde nås utan hjälpmedel. Köhler undersökte apornas strategier att lösa problemet. De staplade till exempel lådor på varandra för att nå upp till frukten, som hängde i taket. Eller också använde de sig av en pinne för nå en frukt som befann sig utanför buren. Knäckfrågan här är om aporna handlat genom insikt eller om det ligger någon annan process till grund som kan förklaras med behavioristiska teorier? Köhler var övertygad om att aporna handlade med insikt. Kritiken mot Köhler riktades framförallt mot brist på bevis - att problemen inte löstes utifrån apornas erfarenhet från tidigare situationer.

Köhler argumenterar dock att vissa strategier aporna använde inte kan ha betingats genom att de tidigare använts med framgång. Vissa ”godä” fel aporna gjorde tyder på att aporna handlat

utifrån ett beteende med insikt. Några försöksdjur provade till exempel att ställa lådorna diagonalt för nå högre upp. Detta beteende har knappast betingats genom tidigare framgångar eller genom rent slumpmässigt "trial-and-error" beteende som Thorndikes katter visade upp. Enligt Köhler handlade alltså aporna utifrån en plan.

Dessa uppenbart mycket olika teorier om lärandet är dock inte nödvändigtvis helt i kontrast med varandra. Schulte argumenterar, "att beteende efter principen "trial-and-error", används när människan eller djuret inte har möjlighet att handla genom insikt, t.ex. när sikten på avgörande delar av problemet är skymd, men en lösning samtidigt är absolut nödvändigt. Om ett kunskapsrelaterat handlande är möjligt föredras detta.

Material och metoder

Innan jag fördjupa mig närmare i mitt val av metod vill jag beskriva omständigheterna under vilken undersökningen genomfördes. Skolmiljön där jag genomförde min undersökning är mycket speciellt. För den informerade läsaren hade det därför inte varit svårt att förstå skolans identitet om jag hade valt att dölja den. Jag beslutade mig därför att öppet beskriva skolan, dess miljö och skolans pedagogiska inriktning. Dessutom är det möjligt att skolmiljön och skolans pedagogiska koncept har haft inflytande på mina resultat, om inte direkt så åtminstone genom den interna rekryteringen av vissa elever till skolan.

Undersökningsmiljön

Första Waldorfskolan grundades 1919 i Stuttgart, Tyskland, av Rudolf-Steiner (1861 – 1925). Han var filosof och är Waldorfpedagogikens och antroposofins grundare.

Efter andra världskriget började Waldorfskolor blomstra upp överallt i världen. Enligt tyska föreningen "Freie Waldorfschulen eV." fanns det i maj 2008 967 Waldorfskolor runt om i världen varav 677 i Europa. Än idag är Tyskland ett av Waldorfrörelsens starkaste fästen med 212 Waldorfskolor. Även i Sverige finns det ett antal Waldorfskolor eller skolor med Waldorfinriktning, närmare bestämt 34 varav 14 som även erbjuder gymnasiala program, antingen som 1-12 skolor i Waldorfraditionen eller som rena gymnasieskolor. I Göteborgsområdet finns det sex Waldorfskolor varav "Rudolf-Steiner-Skolan i Göteborg" är den enda gymnasieskolan.

Skolan i Göteborg, där jag genomförde min undersökning, grundades redan 1966 och gymnasiet startades 1981. Unikt för skolan är att det är en 1-12 skola där även förskola och förskoleklass finns. År 2000 flyttade skolan till sina nuvarande lokaler i Kålltorp ovanför Munkebäckstorg och den ligger naturskönt i en liten tallskog som gränsar till Renströmska parken och delsjöområdet. Skolan består av två byggnader en mindre för de lägsta klasser och en större för klasserna 6 och uppåt och inrymmer även lokaler för hemslöjd och NO. Karakteristiskt för skolan är att i lokalerna är det högt i taket och lokalerna är även ljusa i sina färger. Skolans in- och utsida är dessutom målade i olika färger. Ett rykte jag ofta har hört är att det är ett pedagogiskt koncept att klassrum målas i atypiska färger beroende på elevernas ålder. Det må har funnits dessa tankar från början men det är ingenting jag sett konsekvent tillämpas i verkligheten. Liksom på andra skolor flyttas klasser innan skolstart på hösten omkring i byggnaderna utifrån organisatoriska nödvändigheter.

Byggnaderna ger ett mycket välvårdat intryck och vandalisering och nedskräpning får man leta efter. Skolgården är rymlig och det finns dessutom en liten backe med gles tallskog där de yngre barnen gärna leker. Själva skolgården är till stor belagd med sand förutom vägarna som

är asfalterade. Det finns bord uppställda där de äldre eleverna gärna sitter med sin lunch om vädret tillåter. Atmosfären på skolan är mycket lugnt och storstaden verkar vara en bit bort.

Skolan i Göteborg är mycket liten. I skrivande stund finns det bara 40 (!) elever i hela gymnasiet. Det behövs inte mycket fantasi att föreställa sig att den sociala kontrollen är utpräglad på skolan och att eleverna knappast kan gömma sig i massan.

Waldorfskolans programutbud är brett och inte inriktat mot en särskilt fördjupning. Det liknar dock mest det samhällsvetenskapliga programmet på gymnasiet. Skolan berättar på sin egen hemsida under rubriken "En skola för hela människan": "På gymnasiet arbetar vi med drygt tjugotalet ämnen, vi erbjuder en mycket bred gymnasieutbildning med både samhällsvetenskapliga och naturvetenskapliga ämnen och dessutom praktiska och konstnärliga ämnen. På så vis får du möjlighet att utveckla alla dina färdigheter och göra nya intressanta upptäckter i många ämnen. Waldorfpedagogiken vill ge varje människa en möjlighet att utvecklas till en fritt tänkande och självständig individ. En människa som har de bästa förutsättningarna att ta ansvar för sitt liv och samtidigt bli en kreativ samhällsmedlem, beredd att möta framtidens utmaningar. Waldorfgymnasiet ger dig samma formella kompetens som samhällsvetenskapliga programmet men du får ett jämförelsevis betydligt större kunnande inom naturvetenskapliga och praktiskt/estetiska ämnen."

Skolan tillhör ansvarsområdet för Härlandas stadsdelsförvaltning. Härlanda är en av Göteborgs östra stadsdelar och den är mest präglad av villor och mindre flerfamiljehus. Elevernas intagningsområde begränsar sig dock inte till Härlanda - det når långt utanför Göteborgs gränser exempelvis till Orust och Alingsås.

Waldorfpedagogiken och Waldorfskolan som sådan är inte en del av min undersökning och därför presenteras skolan i denna undersökning relativt kort. Inom waldorfpedagogiken får praktiska och estetiska ämnen mycket utrymme. Trä och textilslöjd undervisas i alla åldrar även på gymnasiet. Andra praktiska ämnen tillkommer beroende på skolans resurser och personella tillgångar. Sådana exempel är bokbinderi, smideri och trädgårdsarbete. Waldorfpedagogiken anser att praktiska ämnen är viktiga för elevernas utveckling av viljan och ger dessutom eleverna en verklighetsförankring att stå på inför den vidare resan i livet.

En stor skillnad mot många andra skolor är att Waldorfskolan tillämpar blockundervisning för de flesta ämnen förutom idrott, matematik, språk och svenska. Det betyder exempelvis att hela läsårets kemistoff undervisas tre veckor i följd, varje morgon i 90 minuter.

Undervisningen

Sedan februari 2007 jobbar jag som lärare i biologi och kemi på Rudolf-Steiner-Skolan i Göteborg. Det betyder att jag har genomfört min undersökning på en skola där jag själv är lärare och med elever som jag själv undervisar. Detta är viktigt för min undersökning då det inte är vanligt att man undervisar orbitalteori i kemi på gymnasienivån. Enligt min åsikt är dock orbitalteori ett lämpligt stoff för gymnasiet, då den ger en djup insyn och stor förståelse för ett antal kemiska fenomen, som även är intressanta i vardagen. Bara med en basal kunskap om orbitalteori blir periodiska systemet meningsfullt i sin helhet. Också fenomen som vattnets unika egenskaper kan bäst förklaras med orbitalteori som bakgrund. (var hade vi varit utan vattnets unika egenskaper?) Jag har dock inte för avsikt att närmare gå in på varför jag väljer att ta upp detta avancerade ämnesområde. Dock vill jag påpeka att det är helt förenligt med skolans kursplan.

Val av metod

Som framgår av inledningen är mitt mål att undersöka betydelsen av inre bilder relevanta för elevernas inläring. Att jag valde en kvalitativ analys i form av intervjuer framför en kvantitativ analys har flera orsaker.

- En kvalitativ analys lämpar sig utmärkt för frågeställningar där analysenheternas livsvärld är av intresse. Mina intervjufrågor (bilaga 2) syftar just på hur eleverna beskriver sig själva och hur de upplever sina inre bilder och sina inlärningsstrategier.
- Ett annat viktigt skäl för att använda kvalitativa analysverktyg är att jag utgick ifrån att beskrivningen av elevernas inre bilder kommer att vara mycket olika. Antalet svarsalternativ i enkäten skulle därför ha blivit orimligt stort. Dessutom hade det knappast varit möjligt att hitta svarsalternativ som är kompletta, ömsesidigt uteslutande och dessutom tillräckligt exakta.
- Ett tredje skäl är att frågorna jag ställde inte är frågor som man vanligtvis konfronteras med dagligen. För att säkerställa undersökningens kvalitet var det därför nödvändig att välja en metod som tillåter både förklaringar och följdfrågor från undersökarens sida.
- Ytterligare ett skäl till att föredra en kvalitativ analys var att ett av syftena med mitt arbete var att bilda lämpliga *kategorier*. Detta är ett typiskt tillvägagångssätt för kvalitativa analysmetoder, då en kvantitativ analys i form av en enkät förutsätter att kategorierna redan finns.
- Ett sista skäl är att det också finns en risk att svarsalternativen i en eventuell enkät möjligen kan påverka elevernas inre bild, då inre bilderna är känsliga för både viljan och tankarna som jag tidigare diskuterade.

Intervjuerna

Intervjuerna genomfördes med hjälp av en mall som fungerade som stöd för mig (bilaga 2). Frågorna och framförallt följdfrågorna får dock inte ses som strikt varande en del av ett förplanerat intervjuschema. Jag försökte lämna så mycket rum åt elevernas berättelse som möjligt. Som jag påpekade tidigare finns risken att allt för snäva frågor påverkar svaren. Detta gäller särskilt inre bilder som lätt kan påverkas.

För min undersökning valde jag ut två klasser. Det var första och sista året på gymnasiet. Jag valde dessa klasser då jag själv undervisade dem i kemi. Därmed hade jag bra kontroll över hela materialet och stoffet och på vilket sätt klasserna hade bearbetat detta. Jag genomförde sammanlagt elva enskilda intervjuer i dessa klasser. När jag genomförde intervjuerna hade första året på gymnasiet just avslutat läsårets kemiundervisning. Sista årets kemiundervisning av intresse låg ungefär 1,5 år tillbaka i tiden. Intervjuerna varade mellan 12 och 30 minuter. Som tack för hjälpen fick alla elever som deltog en ”Haribo-påse”. Jag bandade alla intervjuer och tog stödanteckningar i fall tekniken skulle krångla. I anslutning till intervjuerna sammanfattades varje intervju skriftligt. Eleverna som deltog i undersökningen oidentifierades helt. På grund av det låga antalet elever på skolan bestämde jag mig också att oidentifiera elevernas kön.

Resultat

Intervjuerna som jag genomförde för att ta reda på elevernas inre bilder av atomer och orbitaler visade mycket tydligt på stora skillnader i elevernas förståelse och skillnaderna var mycket tydliga på flera plan. På det konkreta planet blev det tidigt uppenbart att bilderna skilde sig rent teknisk så att säga. Med detta menas vad eleverna berättade att de såg framför sig när jag bad dem exempelvis beskriva tanken på en atom. Miriam beskriver sin bild av atomer som "ett miniklot" av "två bollar som sitter ihop". Bollarna är lila, ytan är metallisk och massivt men förutom de två bollarna ser hon inga andra delar. Miriams bild är stillastående, den rör inte på sig och det finns inga andra rörliga delar i bilden heller. Fredrik däremot ser atomen "som en boll fast med massor av cirklar, där elektroner snurrar runt" och färgen menar han beror på ämnet. Järn ser han till exempel som grått och tänker då på färgen av en järnklump. Till skillnad från Miriams bild rör sig Fredriks bild ständigt. Elektroner snurrar runt atomkärnan. Karls bild består dessutom av olika delar. Utanför kärnan ser han elektronerna och inuti kärnan ser han protoner och neutroner.

På ett annat plan visas hur starkt eleverna har förändrat bilden som läraren anser sig ge. Bilder utvecklar så att säga sitt eget liv i elevernas fantasi. Fredrik säger tydligt att han har överfört 2D bilden som visats på tavlan i en 3D bild och att han brukar "ändra saker" som exempelvis färg. Ester däremot ser bilden ungefär så som jag tecknade den på tavlan: "såna där bilder som vi tecknade, som ser ut som kanelbullar - typ".

Det tredje planet där skillnaderna mellan eleverna är tydliga är vilket syfte bilderna har eller tjänar till. Gunilla säger till exempel: "det är enklare att se samband än att höra samband". Miriam däremot tycker att "vissa är lite kluriga". Hon säger om sig själv: "Först och främst läser jag mycket."

I det följande avsnittet beskriver jag mer utförligt vad eleverna har berättat om sina inre bilder. Ordningen följer här intervjuens upplägg, som jag har presenterat tidigare. I diskussionen som kommer i anslutningen till intervjuerna diskuterar jag konsekvenserna för elevernas inläring.

Atomer

Alla elever gemensamt har det gemensamt att de beskriver en inre bild när jag ber dem att beskriva vad de ser framför sig när de tänker på ordet atom. Det fanns ingen elev som inte spontant hade en visuell association. Miriam säger till exempel: "Eftersom vi har gått igenom atomgrejen får jag en bild av den. Jag ser den liksom". Alla elever svarar relativt snabbt på min fråga och tvekar inte mycket innan de svarar. Elevernas utsagor skiljer sig dock när det gäller form, färg, rörelse och dimension.

Man kan till exempel skilja ut de som ser atomen mer som något homogent som mest liknar Daltons atommodell, och de som ser atomen som något heterogent som till exempel liknar Bohrs atommodell.

Nästan alla elever jag intervjuade beskrev atomen respektive atomkärnan som en boll, medan Miriam betecknar det hon ser som en miniklot. Ester betecknar det hon ser som Musse Pigg; "Då ser jag en sån syreatom, som Musse Pigg". Med Musse Pigg menar hon troligen vattenmolekylen. Om vattenmolekylen presenteras i den vanliga kalottmodellen kan likheten

med Musse Pigg knappast förnekas. Gunilla i sin tur ”tänker på det som en klump [av själva ämnet] - typ”. Andra däremot har en bild som är mycket mer detaljerad. Lukas säger ”jag ser atomen framför mig som en omelett – å nej stekt ägg”. Karl i sin tur ser ”en boll fast med en massa cirklar där elektroner snurrar runt”. Maja ser ”en kärna och elektroner som snurrar runt i olika vinklar”, även Frida har en liknande bild. Hon ser ”själva kärnan och elektronerna som snurrar så fort att det ser ut som ett moln”. Karl beskriver elektronskalen han ser som en ”massa rörelse på ytan – lite som vågor”. Gunilla ser inga delar (elementarpartiklar), moln eller rörelse. Hon ”vet att de finns” men tänker sig att hon inte kan se dem. Teodor i sin tur har en bild av en boll i vilken atomerna finns. Han menar att bollen inte är direkt genomskinlig, ändå har han förmågan att se in i den på något sätt. Atomerna i bollen är ”sammanlänkade i ett nät”.

Även när det gäller färg finns det olika uppfattningar av atomen. Maja anser kärnan vara ”lite gul” medan elektronerna är röda. Lukas i sin tur menar att atomerna kan ha vilken färg som helst ”nu kan jag se den grön till exempel” Lukas betonar att han i princip inte förknippar någon färg med atomen. Han kan i princip välja vilken färg han vill se. Ester ser Musse Pigg som har röda öron och ett vitt ansikte i sin föreställning av atomen. Teodors atomer är alltid röda.

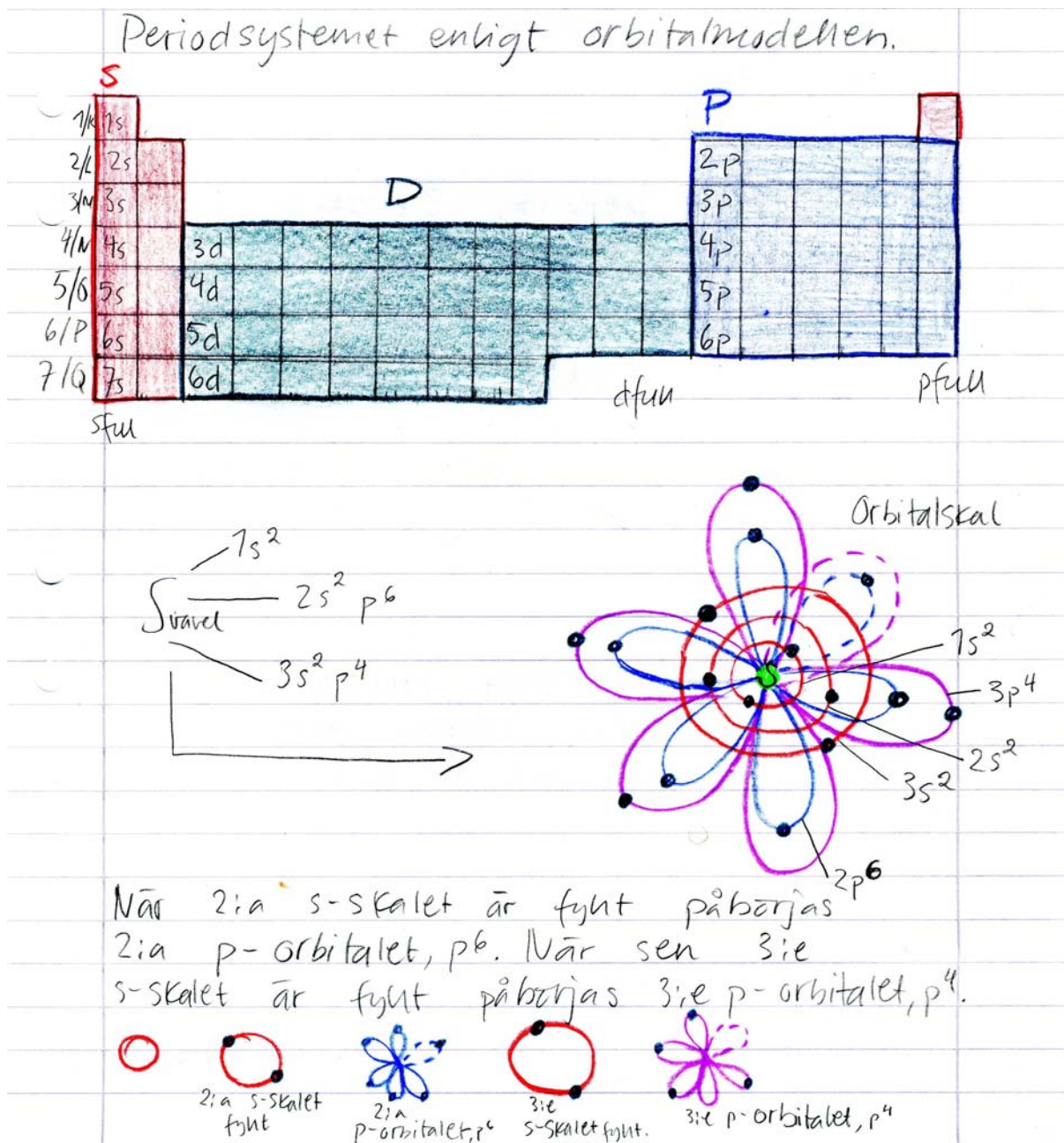
Frida i sin tur föreställer sig att atomernas färg beror på ämnet i fråga. Atomen har den färg som själva ämnet har, säger hon. Kol är svart och guld är guldfärgat. När hon funderar på syrets färg tvekar hon lite och säger slutligen ”röd kanske”. Även Karl säger sig direkt tänka på ämnets färg. Järn till exempel är grått och har även dess metalliska glans. Gunilla har dock en annan bild när hon tänker på järnatomer. De är röda eftersom det röda i blodet, hemoglobin, innehåller järn. Sara däremot ser kärnan som orange och elektronmolnen som blå. Hon förklarar detta också. Kärnans färg (orange) förknippar hon med ”värme”. Hon tänker på jordens kärna som är varm, eller kärnklyvning som utvecklar värme i kärnkraftverk eller atombomber. Elektroner förknippar hon med ”moln” som hon anser vara blå.

På frågan om bilden eller något i bilden rör på sig svarar alla elever utan att tveka. Ester, Lukas, Matthias, Miriam och Teodor ser bilden de har av atomen som statiska. Dessa elever ser inte heller några delar, dvs. elementarpartiklar, i atomen förutom Lukas som ser atomkärnan och ett statiskt elektronmoln (”som ett stekt ägg”).

Däremot ser Maja, Frida, Karl, Lena och Gunilla rörelse i bilden. Maja ser ”elektroner som snurrar runt i olika vinklar”. Frida ser ett ”moln” snarare än enstaka atomer ”eftersom elektronerna snurrar så fort att man inte kan lokalisera dem”. Karl ser heller inte enstaka elektroner som rör sig. Han ser istället ”vågor som rör sig på ytan” av elektronskalen. Sara ser ”vita små kulor som snurrar runt i hög hastighet”. I hennes föreställning lämnar elektronerna spår eftersom de snurrar så fort. I Karls bild ”snurrar [elektronerna] åt olika håll inom sina skikt”. Gunilla tänker på bilden av ”planeter som snurrar runt solen”.

Bilden av atomen har för alla intervjuade elever en mer eller mindre tydlig tredje dimension till skillnad från det som presenterades under själva undervisningen. Bilderna presenterades då som skisser på tavlan. Ingen beskriver sin bild av atomen som en krets eller dylikt. Karl, Frida, Maja och Lukas beskriver sina bilder av atomen som bollar, miniklot, Musse Pigg eller omelett. Deras bilder har därmed en viss 3D karaktär. Även Teodor har en 3D bild av atomen. Atomerna befinner sig inuti en boll som sitter samman i ett slags nät. Gunilla ser ämnet som en ”klump” och ”vet” att elementärpartiklarna finns inuti - även detta är en 3D bild.

En annan grupp elever beskriver dock 3D aspekten av sin bild mer detaljerat. Maja till exempel ser ”elektroner som snurrar runt i olika vinklar”. Frida ser atomkärnan inuti ett



Figur 4: Utdrag ur ett periodhäfte: "periodiska systemet enligt orbitalmodellen"

elektronmoln. Karl säger själv att han har en 3D bild med vågrörelse på elektronskalens yta och en atomkärna inuti.

Orbital

Alla elever ser en inre bild när de tänker på ordet orbital. Detta gäller både elever som läste om orbitalteorin i början av läsåret 08/09 och för eleverna som läste samma stoff i slutet av läsåret 06/07, det vill säga för ungefär ett och ett halvt år sedan. Det var ingen av de intervjuade eleverna som helt saknade en inre bild.

Skillnaden mellan olika bilder av orbitaler är mycket tydlig när det gäller orbitalens form. Maja ser ”genomskinliga skal” och ser då både s- och p-orbitaler. Lukas i sin tur ser bilden ungefär som den bilden som visades på tavlan. Han säger: ”åå – då ser ja den där blomman framför mig”(figur 3). Miriam har tydligen ungefär samma bild; ”då ser blomman framför mig” precis som Teodor som säger ”jag ser blomman framför mig”. Fridas bild skiljer sig dock starkt och liknar förmodligen bilden Maja antydde. Fridas bild av orbitaler blir ”mer formfast” jämfört med bilden av atomen där hon såg ett elektronmoln. Hon ser en ”s-orbital som är rund” och sedan en p-orbital som ett ”tredimensionellt kors”. Frida visar med händerna samtidigt p-orbitalernas runda, ballongliknande form.

En rad elever skilde inte på underskal (s,p,d, osv.) inom huvudskalen (K, L, M, osv.). De beskriver i stället den modell som nöjer sig med att beskriva skalerna såsom likformade runt kärnan. Ester till exempel ser likformade skal ungefär som de brukar visas i många av skolans läroböcker. Karl, Sara och Gunilla som har läst stoffet för 1,5 år sedan kommer ihåg liknande bilder. Karl ser orbitaler ”som en omlopps bana, som elektroner har”. I hans förställning är omloppsbanorna runda men likartade. Även i Gunillas förställning är omloppsbanorna likartade men ovala. Hon förklarar det med sin association som hon har, att elektronerna snurrar runt kärnan som planeterna snurrar runt solen. Både Gunilla och Karl kommer ihåg att de olika skalerna rymmer olika många elektroner och att de i princip fylldes på successivt med vissa undantag. Så kommer Gunilla till exempel ihåg att N fylldes med två elektroner innan O var helt fylld. Lena, som går i samma klass som Karl och Gunilla, kommer ihåg att det fanns olika skal men hon ”får ingen bild” hur de såg ut. Hon kommer inte heller ihåg hur de fylldes på.

Frida ser en s-orbital alltid som röd och ”p har av någon anledning blivit grön”. Lukas säger: ”Min förställning av orbitalerna är att de har olika färger. S orbitalen är grön och p-orbitalen är röd”. Esters bild av orbitaler, som tillhörde skaltypen är svart-vit. Medan färgerna som Lukas ser skiljer sig från de färger han använde i periodhäftet, är färgerna Teodor tänker sig identiska med färgerna i periodhäftet. Majas bild av orbitalerna är ljusgröna.

Esters bild av orbitalerna är statisk precis som Lukas och Miriams bilder. I Majas bild rör sig elektroner hela tiden. Även Frida ser rörelse: ”det är typ inte bara på en bana, så de åker så fort [...] de är lite smått genomskinliga”. Lenas ”elektroner lämnar spår”, på grund av hastigheten. Också Majas elektroner ”rör sig hela tiden” i de olika orbitalerna. Teodors bild ”står stilla” men är ”våldigt tydlig”. I Karls bild ”snurrar [elektronerna] åt alla håll inom sitt skikt”. Gunilla tänker på solsystemet och planeterna som kretsar kring solen.

Till skillnad från bilden av atomen har elevernas bild av orbitalerna inte alltid en tydligt tredje dimension. Karl, Lukas och Teodor ser ”blomman” framför sig (figur 3). Blomman har en antydd tredje dimension men har dock i princip 2 dimensioner.

Maja ser elektroner, som ”snurrar runt i olika vinklar”. Frida ser ett ”kors i 3D” och syftar till p-orbitalerna. Karl säger om sin bild ”3D ser jag det som”.

Inför provet

Det finns också klart olika strategier bland eleverna att lära sig stoffet inför ett prov. Flera elever betonade att inre bilder betydde mycket för dem. Andra elever var mer osäkra eller ansåg att deras inre bilder hade mindre betydelse. Bara en av de intervjuade eleverna ansåg att bilderna inte hade någon större betydelse.

Ester brukar skriva ner det hon ”ska komma ihåg liksom”. Inför ett prov är det ord hon

använder mest men förtydligar: ”Kanske av inre bilder för att memorera men inte för att plugga in liksom”. Frida läser texten: ”Så kommer bilderna så att jag ser dem”. Hon använder dessutom periodiska systemet, närmare bestämt dess form respektive uppbyggnad: ”så tittar jag på periodiska systemet och då kommer jag ihåg var orbitalen var”. Även Lukas använder texten: ”när jag läser ordet atom då får jag en klar bild framför mig hur det är”. Hans strategi är att komma ihåg bilder som är en syntes av text och bild. Han säger sig hantera bilderna aktivt. Han är dock inte ensam med denna teknik. Teodor läser igenom periodihäftet och försöker minnas bilderna. Han betonar dock att han redan under kursperioden försöker att få ”en så klar bild som möjligt”. Teodor ser ingen nytta med otydliga bilder. Karl använder ”bilder så mycket som möjligt precis som Gunilla, som bara använder ord när hon inte kan erinra sig någon bild, till exempel för namn eller datum. Maja förstår sig mycket av stoffet i bilder - Lena däremot läser ofta texten högt för sig själv. Hon minns dock inte texten ordagrant: ”Jag lagrar inte exakt vad du har sagt. Så det är själva innehållet i meningen som är viktigt”.

Bara en av eleverna jag intervjuade säger tydligt, utan att tveka, att det är text, alltså ord hon använder. Sara säger att hon ”organiserar informationen som fack”. Hon kommer ihåg informationen ”automatiskt”. Hon använder inte bilder för att lagra information, hon skriver istället ner mycket redan under läsperioden.

Vid provet

När elevernas kunskap och förståelse testas i ett konventionellt skriftligt prov är en av elevernas uppgifter att presentera sin egen kunskap på ett lämpligt sätt. Då många elever använder sig mycket av inre bilder ligger nära till hands att fråga hur den inre kunskapen överförs i ett för provet lämpligt format.

Ofta spelar då den inre bilden en stor roll också vid skriftliga provet. En strategi som många elever har gemensamt är att titta på sin inre bild med sitt inre sinne för att sedan beskriva det de ser i ord. Lukas säger: ”När jag inte vet svaret direkt letar jag igenom min hjärna efter den inre bilden.” Ester ”förklarar väl” vad hon ”ser”.

Majas strategi vid provet är också beroende av bilder: ”då måste jag förstålla mig själva grejen”. Frida kommer ihåg svar i ord, det förkommer dock att hon använder sig av bilder: ”En del kommer man ihåg i bilder eller på andra sätt. [...] Ofta hjälper ju bilder mycket”. Dessutom använder hon periodiska systemet som en informationskälla som jag tidigare beskrev. Teodor använder bilder rent praktisk på provet: ”Jag riter upp det så långt jag kommer ihåg [...] sen kommer jag ihåg hur jag skrev ungefär i periodihäftet”. Mattias kommer ihåg både ord och bilder: ”skriva det man kommer ihåg, försöka översätta bilden i text”

Lena däremot kommer oftast direkt ihåg ord. ”Jag pluggar såpass mycket så att jag kommer ihåg ord direkt: ”Jag brukar komma ihåg fraserna exakt som de står i periodihäftet.” När detta inte fungerar är det dock bilder som gäller: ”Ibland [kommer jag ihåg] bara enstaka ord och då kommer det upp en bild”.

När Sara läser en fråga i ett prov ”kommer ett färdigt svar”, som hon skriver ner. ”Det är orden [=förklaringen], som kommer först med bilder som bakgrund”.

Bidernas eget liv

Hittills har jag mest hållit mig till det ”tekniska” - hur elevernas bild faktiskt ser ut. I detta avsnitt kommer att jag diskutera hur elever har skapat sina bilder. Med detta menar jag

bildernas eget liv i elevernas förställning. Alla elever har på något sätt förändrat bilderna som presenterades i undervisning. Ingen av eleverna har ett fotografiskt minne av dessa bilder. Alla har på något sett gett dem sin individuella prägel som redan har kommit fram i de föregående avsnitten.

Graden av den personliga modifikationen är ganska olika mellan eleverna. Många elever byter färg på delar i bilderna, även om bilderna som presenterades vanligtvis hade konsekventa färgkoder. Med detta menas till exempel att samma typorbitaler alltid har samma färger eller att atomer av ett grundämne alltid hade samma färg.

Miriam beskriver sina bilder hon har som ”mer färgglada”. Dessutom är hennes bild av s- och p-orbitalerna fyllda till skillnad från skissen som presenterades och som många elever har i sina periodhäften (figur 3). Ester tycker inte att hon har förändrat mycket: ”Nja det har jag nog inte. [...] De inre bilderna bygger på det du har visat”. Ester har visserligen inte tillfogat rörelse och inte heller byggt upp en tydlig 3D bild, men ett eget liv har även hennes bilder. Skalmodellen t.ex. associerar hon med kanelbullar. Mattias tycker att han inte förändrar bilderna så mycket även om han ändrar på färger och former något.

Karl berättar hur han modifierar bilderna som presenteras. ”Det är fortfarande samma bild [lärarens bild]. Fast jag byter plats och ändrar färg”. Han förklarar vidare att han omorganiserar sin bild så att de fungerar bättre i hans egen föreställningvärld. Han utvecklar till exempel sina egna färgkoder. Dessutom överför han bilderna till äkta 3D bilder och tillfogar rörelse som givetvis inte fanns med i en statisk bild på tavlan: ”3D ser jag det som. [...] De [elektronerna] snurrar åt alla håll inom sitt skikt”. Maja har förändrat sina bilder på ett liknande sätt. Hon har båda tillfogat en tredje dimension och en rörelse. ”Elektronerna snurrar runt i olika vinklar.” Detta mönster finns hos flera elever som exempelvis Frida som ser ett elektronmoln med elektronerna inuti och ”ett kors i 3D”. Dessutom ”skimrar [elektronerna] eftersom de åker så snabbt”. Även Lena, Sara och Gunilla har vidareutvecklat sina bilder och tillfogat båda rörelse och en tredje dimension.

En annan grupp elever tillfogar en tredje dimension i bilden men inte rörelse. Teodor ”ser in i bollen där atomerna finns”, hans bilder står dock stilla. Lukas berättar om sina bilder: ”ja det kommer ju upp ganska fort [under perioden]”. Hans bilder har dock mer 3D karaktär än bilderna som presenterades - ”en lite mer 3d bild”.

Färgen är en av de element som förändras mest frekvent. Typisk är dock att atomernas färg sätts i relation till ämnet. Många använder den vanliga färgkoden som finns i molekylbyggsatserna som även används i undervisningen. Frida till exempel ser kol som svart och syre som röd. Även Maja, Gunilla och Karl har en tydlig färgkod som också utökas med grundämnena som inte fanns med i molekylbyggsatsen. Gunilla ser järn som röd medan Karl ser samma ämne som grått. En annan grupp elever använder inga färgkoder när de ser en atom framför sig. Teodors atomer är oavsett ämnet alltid röda. Även Ester, Sara, Lena, Mattias och Miriam använder sig inte av någon färgkod. Lukas är den enda elev som varken har en fast färgförställning eller färgkod, han kan istället bestämma sig vid varje tillfälle vilka färger bilderna ska ha.

Den enskilda föreställningen av orbitalernas färg är i princip olika för alla elever. I Fridas värld är p-orbitalerna röda och s-orbitalerna gröna. Teodor däremot tycker att samma orbitaler är gröna och lila.

Förståelse, samband och insikt

Även om jag inte direkt frågade, berättar i princip alla elever att de strävar efter något annat än exakt det jag har sagt på lektionerna. Eleverna strävar efter en mening skulle man kanske kunna säga. Detta gäller oavsett om de snarare anser sig tänka i ord eller bild. Betydelsen av att ”sträva efter mening” har en del pedagogiska inriktningar framfört bland de teorier som bygger på gestaltpsykologiska insikter. Detta kommer dock att diskuteras senare, nu är det återigen eleverna som har ordet. Ester säger ”jag kommer inte ihåg ordet. Jag kommer ihåg själva poängen”. Maja kommer ”ihåg hur det hänger ihop”. Miriam ”försöker förstå vad det betyder”. Gunilla ”ser samband”. Frida tittar på periodiska systemet och kommer då ”ihåg var [i periodiska systemet] orbitaler fanns”. Frida kunde alltså ”se” informationen, som inte angavs i periodiska systemet (i alla fall inte i den versionen eleverna alltid fick använda). Hon bildade ett samband mellan orbitalteorin och periodiska systemets utseende. Lukas menar ”då får jag en klar bild framför mig hur det är”. Mattias säger: ”Det är väl mest helheten jag kommer ihåg. Man kommer ihåg sammanhanget – allting hur det hänger ihop”. För Lena är det ”själva innehållet som är viktigt”. Sara uppnår förståelse i första hand genom att ”läsa eller höra en förklaring”.

Periodhäftenas betydelse

Utan att fråga direkt berättar flera elever om periodhäftenas betydelse för inläring. Lukas säger: ”[...] eftersom jag har skrivit ner det själv en gång - texterna kommer jag ihåg ganska bra och bilderna också”. Lena använder sig mycket av periodhäftenas texter: ”jag brukar komma ihåg fraserna exakt som de står i periodhäftet”. Också Lukas och Teodor tar hjälp av periodhäftenas texter: Lukas säger: ”vissa fraser använder jag om igen” och Teodor menar ”Sen kommer jag ihåg hur jag skrev ungefär i periodhäftet”. Gunilla och Karl berättar att de utvecklar sina inre bilder bland annat i periodhäftet. Lena hänvisar också till periodhäftet när hon beskriver sin bild av elektroner ”som lämnar spår [...]”. Jag kommer ihåg det eftersom det var så jag målade i periodhäftet.”

Flera elever hänvisar också till de tecknade bilder som användes i undervisningen och inte till de ”tryckta” bilder som också visades. ”Blomman” som en bild av orbitalerna dyker upp flera gånger. Att bedöma om denna föreställning av bilderna snarare kan kopplas till periodhäftet eller till bilderna på tavlan är en tolkningsfråga som kommer att diskuteras senare. Jag vill dock påpeka att ”blomman” dyker upp i de flesta periodhäftena.

Bildernas syfte och funktion

Det finns ett antal elever som var mycket tydliga med att de aktivt och medvetet använder bilder. Dessa elever tvekade inte heller när de fick beskriva betydelsen av sina inre bilder. Man skulle kunna säga att bilder var för dem det självklara filformatet både för att minnas och för att förstå. Karl är en av eleverna som tycker att det är enklare att minnas bilder: ”Jag använder bilder så mycket jag kan – verkligen [...] det är enklare komma ihåg i bilder [än ord]”. Karl tycker dessutom att han kan minnas bilder mer långsiktig: ”[...] och det är enklare att komma ihåg sedan”. Fraser eller ord använder han för att minnas bara när han inte kan frammana någon bild, ”typ årtal eller namn”.

Teodor föredrar bilder framför ord eftersom han tycker att han kan minnas bilder längre: ”jag kommer ihåg bilder mycket längre än bara till provet”. Han är övertygad att han skulle klara provet även då han intervjuades, dvs. flera veckor efter läsårets kemiundervisning har

avslutats. Han säger om sina bilder att de ”alltid är väldigt tydliga”. Teodor tycker dessutom att ju ”tydligare de [bilderna] är ju lättare är det att komma ihåg dem”. Han vill inte nöja sig med något oklart, det tycker han att han inte har någon nytta av.

Gunilla tycker också att bilder är det hon minns bäst och som hon har mest nytta av. Hon säger ”jag försöker komma ihåg i bilder så mycket jag kan”. ”Det är ofta enklare att förstå ett samband” tycker hon. Fraser och ord använder hon för att minnas enbart om det handlar om ”ett precist namn på saker [...] fakta som man ska lära sig där det är svårt att få det till en bild.

Också Frida använder sig aktivt av bilder även om hon inte är lika tydlig. Hon säger ”när jag läser texten så kommer bilderna så att jag ser dem”. När hon pluggar inför ett prov försöker hon ibland ”komma ihåg hur det ser ut”. Men även vissa fraser minns hon men andelen bilder som har en visuell karaktär dominerar även om Frida inte kallar det för en inre bild i intervjun. ”Så tittar jag i periodiska systemet och då kommer jag ihåg var orbitalerna var”. Med detta menar hon att hon kan lista ut informationen i periodiska systemet det vill säga hon kan lista ut elektronkonfigurationen om man bortser från alla mindre undantag som finns särskilt i d- och f- blocket. Maja är en annan elev som lägger stor vikt vid bilder. Hon anser att hon använder inre bilder aktivt för att hon tycker att hon kommer ihåg bättre när hon använder inre bilder.

När jag intervjuade Gunilla, Teodor och Karl kunde jag tyda utifrån deras kroppspråk att inre bilder var något som även känslomässigt engagerade dem. De log eller kryddade berättelsen med små skämt om Waldorfskolans benägenhet att jobba med bilder. Mitt intryck var också att de pratade snabbare, kanske något högre och att de inte behövde fundera mycket när de berättade vilket värde ”inre bilder” hade för dem. Det hade säkert varit intressant att spela in intervjun, detta var dock knappast möjligt eftersom enbart mikrofonen ogillades (för att inte tala om kameran).

En annan grupp elever var lite mer osäkra och visste inte exakt vad ord och bilder betydde för deras inlärningsprocess. Ester säger: ”Jag använder mig nog mer av ord – tror jag. Kanske av inre bilder för att memorera men inte för att plugga in, liksom”. Mattias tvekar lite och säger ”det är nog som bilder” han kommer ihåg kemin.

För Sara är bilder inte lika viktiga, då det är ord hon kommer ihåg. För henne är bilderna snarare något som bara utspelar sig i fantasin och som är bortkopplade från kunskap om atommodellen.

Diskussion

Utifrån mina resultat finns flera spår att följa för utvärdering och tolkning. Första spåret jag kommer att följa är att bilda *kategorier*. Andra spåret är periodhäftenas betydelse. Tredje spåret är resultatens betydelse i ljuset av känd forskning, särskilt gestaltpedagogiken och gestaltteorin. Fjärde spåret är möjliga konsekvenser för undervisningen. Till sist kommer jag också att diskutera begränsningar av mitt arbete men möjligheter till fortsatta studier och analyser i en framtid.

Kategorier

Det är uppenbart att elevernas tendens och sätt att använda bilder skiljer sig avsevärt. Utifrån detta kan *kategorier* bildas på flera områden (tabell 1). Tillämpade *kategorier* är i) bildernas närvaro och styrka, ii) bildernas betydelse för förståelse och inläring, till sist även iii) medvetenhet om den egna inlärningsstrategin. Kategorierna jag presenterar är inte strikt skilda i egenskaper och överlappar varandra delvis. Indelningen blir först meningsfull när den ses i sin helhet och/eller som övergripande kategorier vilka jag kommer att presentera i slutet av avsnitten.

Bildernas närvaro och styrka

Alla elever ser bilder framför sig när de tänker på orden atom eller orbital, ingen saknar inre bilder helt. Skillnaderna finns dock i bildernas styrka. Utifrån detta kan två kategorier bildas. Dessa kategorier är dock osäkra och har inga fasta gränser.

Första gruppen har mycket tydliga och starka bilder. Bilderna är detaljrika och har tre tydliga dimensioner. Maja, Lukas, Frida, Sara, Teodor, Karl, och Gunilla beskriver bilderna mycket detaljerat. Eleverna i denna grupp beskriver bland annat färger och ytan av objekt noggrant i sina inre bilder. Färgkoder för att färgsätta atomer eller dess beståndsdelar förekommer ofta och bilderna består av olika delar. Eleverna skiljer till exempel mellan atomkärna och elektroner. Rörelse i bilden är också en aspekt många beskriver som tillhör denna grupp. Sammanfattningsvis kan sägas att informationstätheten i bilderna är hög eller mycket hög.

Även andra gruppen ser bilder framför sig. Dessa är dock inte lika starka och inte lika närvarande i förnimmelsen. Bilderna beskrivs mindre detaljrikt och har mindre 3D karaktär eller till och med bara två dimensioner. Bilden av en atom visar inte olika delar, som elektroner och protoner. Atomen ses istället som en homogen boll. Ingen i denna grupp använder sig av färgkoder för att färgsätta atomer. Särskilt bilden av orbitaler är mindre detaljrik. Sammanfattningsvis kan sägas att informationstätheten i bilderna är låg.

Tabel 1: Sammanfattning av elevintervjuer. Bildernas styrka: + mindre starka, ++ = mycket starka; Bildernas värde: + visst värde, ++ mycket viktig, - inte viktig alls; strategier som används: O/B = ord och bilder, B = huvudsakligen eller enbart bilder, O = enbart ord. Kategorier: I = mycket starka bilder, lågt värde, använder text, mycket medveten; II = mindre starka bilder, visst värde, använder bilder och text, inte så medveten; III = starka eller mycket starka bilder, visst värde eller högt värde, använder bilder och text, mycket medveten; IV = mycket starka bilder, högt värde eller mycket högt, använder mycket bilder, mycket medveten

	bildernas styrka	bildernas värde	strategier	medvetenhet	kategori
Sara	++	-	O	+	I
Ester	+	+	O/B	-	II
Mattias	+	+	O/B	-	II
Miriam	+	+	O/B	-	II
Frida	++	+	O/B	+	III
Lena	+	+	O/B	+	III
Maja	++	++	B	+	IV
Lukas	++	++	B	+	IV
Teodor	++	++	B	+	IV
Karl	++	++	B	+	IV
Gunilla	++	++	B	+	IV

Bildernas betydelse för förståelse och inläring

Elevernas syn på bilder skiljer sig betydligt, även deras användning och syfte är mycket olika. Här kan kategorierna avgränsas förhållandevis klart. Det finns tre grupper.

För den första gruppen spelar bilderna en mycket central roll i tänkandet medan ord anses spela en mindre roll. Lukas, Teodor, Gunilla, Maja och Karl föredrar bilder framför text. Bilder uppfyller två funktioner: å ena sidan bidrar de till förståelse, å andra sidan ger de ett längre minne. Informationen är lagrad i bilden och översätts i ord om så krävs, till exempel i ett prov. För denna grupp är bilder så att säga det allra viktigaste ”filformatet”. Detta format är ekonomiskt då det ger både ett längre minne och en ökad förståelse.

Andra gruppen kombinerar ord och bild. Mattias, Ester, Miriam, Frida och Lena pekar varken ut ord eller bilder som den viktigaste faktorn. Gemensamt för dem är att de läser mycket inför ett prov. I själva minnet förekommer dock både text och bilder. På provet till exempel kommer de ihåg antingen ord eller bilder eller både och. Inom denna grupp finns det givetvis

stora gradskillnader. Miriam till exempel använder sig främst av ord. Ester läser visserligen mycket men det är dock ofta bilder hon företrädesvis kommer ihåg. Några elever påpekar att bilder och ord delvis uppfyller olika funktioner. Lena använder bilder för att förstå. Hon använder dock ord mycket och skriver ofta svaren direkt utan att tänka på bilden. Bilder kommer in i sitt sammanhang först när hon inte kommer på orden direkt. Bilder fungerar därmed som en säkerhetskopiering. Gruppen, som kombinerar båda ord och bilder undviker tydligen att översätta bilder i ord så långt det är möjligt genom att lagra ord direkt. Att bilder används i stor utsträckning för att minnas är väl underbyggt i minnesforskning (tex. Murray 1995, s. 53 -131).

För en enda elev spelar bilder en underordnad roll. Sara använder ord både för att komma ihåg och för att förstå. Sara har visserligen inre bilder men anser att de är av mindre betydelse för inläringen.

Medvetenhet om den egna inlärningsstrategin

Min undersökning visade förvånansvärt tydligt hur starkt elevernas medvetenhet om sina inlärningsstrategier skiljde sig åt. En grupp elever var mycket medvetna om sina inlärningsstrategier medan en annan grupp verkade inte vara särskilt medvetna.

Det var iögonfallande att alla elever som hade en dominerande strategi för att ta till sig kunskap också var mycket medvetna om sina strategier. Det gällde den enda elev som nästan uteslutande använde sig av ord och alla elever som nästan uteslutande använde sig av bilder.

Elever som hade en renodlad strategi beskrev sina metoder för inläring snabbt, tydligt och utan att tveka. Ingen av dem verkade osäker eller missnöjd med sina strategier. Kroppsspråket och sättet att svara tydde på att den medvetna gruppen kände sig trygg med sin strategi. De pratade fort och med förhöjt tonläge. Dessutom log de ofta när de beskrev sina strategier att ta till sig kunskap. De visste exakt vilka strategier som lämpade sig bäst för dem inför ett prov. Gunilla och Karl beskrev även hur deras strategier varierade något beroende på ämne och stoff.

Frida och Lena som använde sig av en mer blandad strategi liknade i många avseenden eleverna med en renodlad strategi. De beskrev sina strategier lika tydligt och verkade lika nöjda. De kunde även urskilja användningsområden av sina strategier. Frida och Lena kan då med säkerhet räknas in i den medvetna gruppen.

Bland eleverna som hade en mer blandad strategi fanns också elever som verkade mera osäkra i sitt sätt att ta till sig kunskap. De funderade längre innan de svarade och verkade inte lika nöjda med sina strategier. De kunde inte heller riktigt sätta fingret på hur de egentligen gjorde och varför. Deras berättelser innehöll en del ”kanske” ”-typ” och ”vet inte”. Det var uppenbart att de inte var lika medvetna om sina strategier och att de inte medvetet valde någon strategi. De hade inte heller hittat någon strategi som de var nöjda med samtidigt som de verkade osäkra i sina förklaringar.

Här vill jag påpeka att detta påminner om ett psykologisk koncept som i princip bygger på gestaltteoretiska insikter och som också är central i gestaltpedagogiken (Reichel and Scala 2005, s. 15-36). Konceptet kallas för ”medveten närvaro” eller ”mindfulness”. Den bygger på att iaktta både sitt inre och sin omgivning för att uppnå ett beteende som ligger närmare de egna värderingarna och målen. Det betyder att elever, som har lyckats iaktta sig själva och sina tankar bättre, är per automatik mera nöjda med sina strategier. Traditionellt använder gestaltpedagogiken detta koncept dock mer för känslomässiga än kognitiva processer.

Sammanfattning av grupper

Utifrån de egenskaper jag beskrev kan man urskilja fyra grupper. Alla *kategorier* som tillämpas på komplexa processer förenklar dessa *kategorier* i realiteten starkt. Förenklingar är dock nödvändiga då de kan bidra till förbättrad förståelse av elevernas tankeprocesser.

Kategori I: Elever som medvetet och huvudsakligen använder sig av ord

Sara är den enda eleven som anser att bilder inte har någon betydelse varken för inläring eller för förståelse. Saras strategi att ta till sig kunskap är istället att lyssna till muntliga förklaringar som ges i undervisningen snarare än att ta till sig bilderna läraren presenterar. Dessutom läser hon gärna bokens eller lärarens förklaringar. Sara är mycket medveten om strategierna hon använder inför ett prov.

Anmärkningsvärt är att Sara, även om hon förnekar bildernas betydelse för förståelse och inläring, ändå har tydliga bilder framför sig. Saras utpräglat verbala strategi beror därför knappast på en låg visuell förmåga. Hon beskriver sina bilder noggrant och utan att tveka. Sara påpekade också att bilderna visserligen är något som existerar i hennes fantasi men dessa bilder har dock ingen direkt koppling till kunskap i ämnet. Det är därför bara konsekvent att hon inte matar bilder med information som hennes beskrivning av sina inre bilder visar. Hon ser till exempel kärnan som röd och förknippar detta med värme. Hon tänker då på jordens kärna eller atomklyvning. Sara har läst atomteori för 1,5 år sedan och hennes kunskap är förvånansvärt korrekt och detaljrikt. Hon har då hittat en framgångsrik strategi som hon är nöjd med och som passar henne

Kategori II: Elever som omedvetet blandar ord och bilder

Gemensamt för denna grupp är att bilderna är mindre tydliga och att de innehåller enbart begränsad information. Bilderna överförs inte i 3D och är uteslutande statiska. Ingen färgkod används för atomerna och bilden av atomen består enbart av en eller flera likformiga bollar. Sammanfattningsvis är alltså informationstätheten mycket mindre än hos elever som har starka inre bilder. Ester, Mattias och Miriam blandar ord och bilder i inlärningsprocessen. Bilder spelar dock ändå en viktig roll även om graden varierar. I anslutning till bildernas styrka och strategierna för inläring har gruppen också gemensamt att de inte är lika medvetna om sina inlärningsstrategier, som jag beskrev ovan. Det är uppenbart att eleverna inte har hittat en strategi som de känner sig trygga och nöjda med att använda inom ämnesområdet kemi.

Kategori III: Elever som medvetet använder ord och bilder

Frida och Lena blandar mycket medvetet båda teknikerna, dvs. de använder sig båda av ord och bilder. Bilderna de beskriver är tydliga, detaljerade och innehåller mycket information. Bilderna överförs i 3D och är rörliga. Frida använder också en färgkod för att färgsätta atomer. Gemensamt har de också att bilder och ord används på olika plan. Bilden ger förståelse och ord används som en snabb tillgänglig kunskap. Båda har också gemensamt att de ofta kommer ihåg ord snabbare när de svarar på frågor i ett prov eller i undervisningssamtalet. Om det är möjligt för dem tar de inte mellansteget från att översätta en inre bild i ord. Detta mellansteg tar de bara om de inte kommer på ordet/orden direkt. Sammanfattningsvis kan man säga att bilder uppfyller två funktioner. Den första funktionen tycks vara att bilder underlättar den egna förståelsen och den andra funktionen verkar vara att

bilden representerar en säkerhetskopiering i fall ord inte fungerar. Bilderna har därför en funktion som starkt liknar funktionen hos de elever som nästan uteslutande använder sig av bilder. Ord tillkommer i denna grupp dock som en viktig strategi och orden är mer ekonomiska eftersom mellansteget inte behöver tas.

Denna grupp är mycket medveten om sina strategier för att ta till sig kunskap. Strategierna beskrivs i detalj och utan att tveka. Båda Lena och Frida verkar också trygga och nöjda med sina strategier.

Grupp IV: Elever som medvetet och nästan uteslutande använder bilder

Maja; Lukas, Karl och Gunilla säger själva att de medvetet använder bilder. Bilderna används så mycket det går. Bilderna är tydliga och mycket detaljerade. Gemensamt för gruppen är att de matar bilderna med information som gavs muntligt. Bilderna har en tydlig 3D karaktär och är ofta rörliga. Många har en egen färgkod för att färgsätta atomer av olika grundämnen. Ofta innehåller bilden av atomen också protoner, neutroner och elektroner. En möjlig tolkning av detta är att informationstätheten i 3D bilder principiellt är större än i 2D bilder. I detta sammanhang är det viktigt att komma ihåg McGinn's (McGinn 2004, s.41-48) påpekande att en inre bild aldrig kan ge ny information. Bilder som filformat i hjärnan måste därför matas med information för att vara till nytta. Informationstätheten i bilderna är alltså mycket stor och bildernas information översätts i ord när det behövs. Gemensamt för gruppen är också att de inte nödvändigtvis behöver tydligare bilder presenterade för sig.

Även denna grupp är mycket medveten om sina strategier för att ta till sig kunskap. Det förekommer inte minsta tvivel om bildernas centrala roll. Gruppen verkar dessutom nöjd med sina strategier.

Periodhäftens betydelse

I inledningen har jag redan beskrivit periodhäftens roll och syfte i Waldorfpedagogiken. Jag vill nu återanknyta till periodhäftens roll framförallt för elevernas inläring. I början av undersökningen var det inte ett uttalat syfte i mitt arbete att undersöka periodhäftens betydelse i elevernas inläring. Det kom dock tidigt fram att många elever tycker att periodhäften spelar en central roll i deras inlärningsprocess.

Periodhäften betyder inte bara mycket arbete för läraren, som läser igenom alla periodhäften för att använda dem som ett bedömningsunderlag. Även för eleverna betyder periodhäften många timmars jobb - enbart förarbetena tar mycket tid. Omslagspapprets färgnyans skall väljas, skrivpappret skall skäras och vikas. Slutligen skall allt bindas och framsidan illustreras. Även utformning av själva häftet tar tid. Anteckningar måste skrivas om till en läsbar text och ofta tillkommer konstnärliga illustrationer. Därför var jag förvånad när eleverna i intervjuerna inte yttrade sig negativt om periodhäften. De till och med refererade till periodhäftet som en viktig del i inlärningsprocessen, om inte alltid direkt men dock ofta underförstått.

En viktig uppgift periodhäftet uppfyller för de elever, som åtminstone delvis använder sig av ord som strategi, är att utveckla användbara formuleringar. Lukas, även om han huvudsakligen använder sig av bilder, beskriver till exempel hur han på ett ungefär minns periodhäftets formuleringar. Också Frida använder sig av det hon formulerat i periodhäftet.

Enligt min åsikt är en möjlig slutsats, att arbetet med periodhäftet tvingar eleven till att formulera sig noga och korrekt utan att ta hjälp av kroppsspråket och/eller omvärldens

reaktion, vilket är en tänkbar möjlighet i ett samtal i undervisningen. Då periodhäften utgör ett viktigt bedömningsunderlag måste formuleringar i dem vara tillräckligt klara och tydliga så att läsaren (läraren) utan problem kan förstå dem. Dessutom är de egna formuleringarna också för eleven ett provningstillfälle. Inkorrekta eller ologiska tankekedjor upptäcks troligen lättare när de finns på papperet än när dessa bara existerar i tankevärlden. En konsekvent logisk tankekedja som har byggts upp i periodhäftet bidrar med stor sannolikhet avsevärt till inlärningsprocessen.

En annan viktig uppgift periodhäftet har är att det utvecklar egna bilder. Periodhäftenas illustrationer hjälper till att konkretisera den inre bilden. Lena har till exempel utvecklat bilden av elektroner i sitt periodhäfte. Hennes inre bild motsvarar i stort sett illustrationerna i häftet. Även Karl använder periodhäftet för att utveckla sin inre bild genom att införa till exempel sin egen färgkod. Slutsatsen kan vara att periodhäftens illustrationer uppfyller ungefär samma funktion som texterna. I periodhäftet utvecklas en fullständig och logisk bild som återger stoffet nära nog korrekt. Den inre bilden som många elever får ganska snabbt kan då lätt prövas mot logiken. En inkorrekt eller ologisk illustration avslöjas förmodligen lättare än en inkorrekt eller ologisk bild som bara existerar i tankarna. Att de inre bilderna ofta är berikade med en klar tredje dimension och rörelse utgör inget hinder för att periodhäftenas illustrationer skall kunna uppfylla de beskrivna funktionerna. Sammanfattningsvis kan sägas att periodhäften utgör ett viktigt och uppskattat redskap i elevernas inlärningsprocess.

Det var inte syftet med denna undersökning att utvärdera olika pedagogiska inriktningar eller metoder. Periodhäftenas absoluta värde kan därför inte bedömas. Till sist vill jag också ta upp viktig kritik som kan riktas mot praktiken med att använda periodhäften. Frånvaro av läroböcker ställer enorma krav på lärarens sakkunskap i ämnet. Lärarens redogörelse kan då inte prövas mot läroboken av eleverna. En annan kritikpunkt kan vara att elever som har någon form av skrivhämning eller minskad skrivförmåga kommer lätt att känna kraven övermäktiga att alltid skriva i ett periodhäfte. Samma sak gäller kravet på illustrationer. Elever som saknar förmågan att utforma ett estetiskt tilltalande periodhäfte kommer därför troligen att känna en mindre tillfredsställelse när de jobbar med periodhäftet.

Visuella och spatiala förmågan

VVIQ testet är ett känt verktyg för att testa den visuella förmågan (se bilaga 1). Testet är kvantitativt och kräver ett stort antal analysenheter, särskilt med tanke på skalan som används i testet. Bedömningen av skalan är mycket individuell och överläts till den besvarande individen. Testet var därför inte meningsfullt i den aktuella kvalitativa analysen. Ändå har testet mycket gemensamt med min analys. *Kategori III* och *IV* i min undersökning har tydliga eller mycket tydliga bilder, är detaljerade och innehåller mycket information. Frågorna i VVIQ testet analyserar, enligt min uppfattning, samma fenomen där Fråga 3.2 är ett slående exempel. Här är det just det visuella minnet av detaljer som frågan testar - alltså informationstätheten i den inre bilden. Frågan testar hur mycket information om enstaka varor i skyltfönstret den inre bilden bär på. Detta är likvärdigt med informationstätheten i bilden av orbitalen eller atomen. Skillnaden är dock att bilden av atomen eller orbitalen inte är rena minnesbilder, vilket dock bilden av affärens skyltfönster är. Detaljerade bilder av atomer eller orbitalen måste delvis utvecklas av elever själv och matas med information som erhållits på andra sätt än med illustrationer. Detta kan då jämföras med frågorna 2 och 4 i VVIQ testet som inte nödvändigtvis är förknippade med ett specifikt minne. För många är troligen bilden av ett landskap med träd eller skog, ett fjäll eller en sjö, med hård vind som blåser omkring träd och skog och orsaker vågor, inte en ren minnesbild men snarare en bild som skapas i

anslutning till när frågan ställs.

Det ligger nära till hands att koppla utsträckningen av bildernas användning i inlärningsprocessen till elevernas visuella förmåga. Jag vill dock poängtera att det är oklart i vilken uträkning strategin är kopplad till elevernas visuella förmåga. Enligt min uppfattning är valet av strategi också en fråga om medvetenhet om ens starkast utvecklade strategier. I det sammanhanget finns en klar koppling till gestaltpedagogiken som definierar medvetenhet som ett av sina centrala begrepp (Reichel and Scala 2005, s. 19). Traditionellt fokuserar gestaltpedagogiken dock bara på medvetenhet om känslomässiga processer, som redan påpekades tidigare. Medvetenhet om visuella processer och inlärningsstrategier är då en utökning, som är väl förankrad i gestaltteorin som inte begränsar sig till känslomässiga processer.

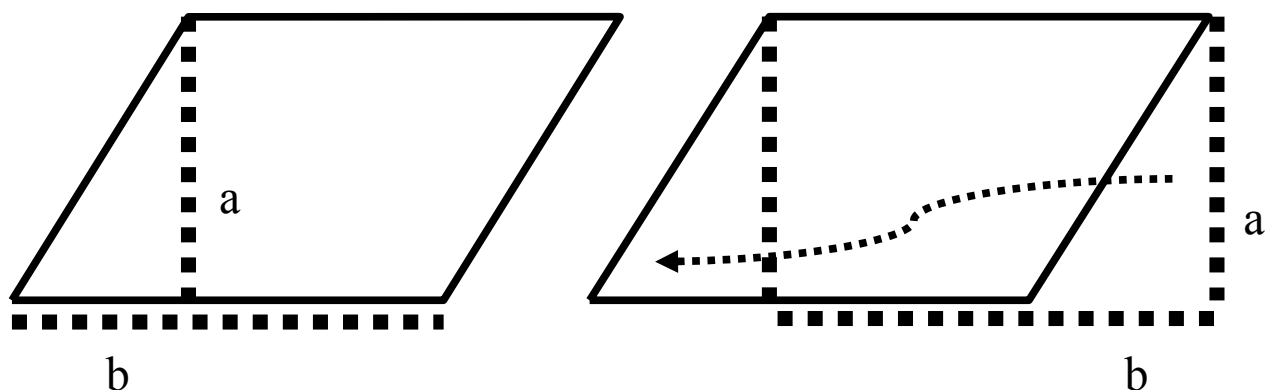
Jag vill dock inte missa att poängtera att nya forskningsresultat visar att det finns en stark koppling mellan den visuella förmågan och vissa fysiologiska parameter. Cui (Cui *et al.* 2007) visade att styrkan av inre bilder är korrelerade med den relativa aktiviteten i hjärnans visuella cortex jämfört med hela hjärnan. I studien mäts styrkan av de inre bilder som poäng i en VVIQ test och aktiviteten i hjärnan mättes med hjälp av magnetröntgen.

Resultaten av den aktuella rapporten stämmer väl överens med tidigare resultat. Som jag påpekade tidigare har Bodner (Bodner and Guay) visat att en bra spatial förmåga är en bra förutsättning för att uppnå goda resultat i kemi. Det fanns en tydlig korrelation mellan den spatiala förmågan och prestationen i ämnet kemi. Det förvånar knappast att en bra spatial förmåga resulterar i bättre resultat när uppgifter kräver ett utpräglat 3D-tänkande. Det visade sig dock också att uppgifter, som inte direkt krävde 3D tänkandet, löstes bättre av studenter med en hög spatial förmåga. Dessutom hade studenter med en bra spatial förmåga lättare att tillämpa kunskapen på nya problem som inte hade behandlats innan. Det vill säga problemlösningsförmågan var bättre hos studenter med en väl utvecklad spatial förmåga.

Enligt min uppfattning finns det flera sätt att tolka Bodner och medarbetares resultat mot bakgrunden av min undersökning. En möjlig tolkning är att elever, som har en utpräglad spatial förmåga, i större utsträckning använder sig av grafiska eller visuella problemlösningsstrategier, som i sin tur lättare leder till korrekta lösningar än andra strategier. Enligt min åsikt är detta antagandet mycket rimligt, även om jag inte systematiskt testade elevernas spatiala förmåga. Det visade sig till exempel att alla elever som använde sig av en huvudsakligen visuell strategi också hade inre bilder som hade en tydligt 3D karaktär, vilket i sin tur tyder på en bättre spatial förmåga.

Nu återstår att visa att visuella problemlösningsstrategier är särskilt framgångsrika. Tar man orbitalernas kapacitet (s max 2, p max 6 elektroner osv.) som utgångspunkt är det lätt att inse att man kommer långt med en stark bild av periodiska systemet. Då tvingas rätta svar regelrätt fram. Eller i fall då eleven använder sig av en blandad strategi då kan lagrade ord prövas mot bilder. Att detta antagande är rimligt visar bland annat Fridas berättelse. Samma sak gäller om eleven har en stark bild av orbitalen. Även här kommer svaret regelrätt tvingas fram och eleven kommer utan större problem att kunna avkoda elektronkonfigurationen av de flesta ämnen i periodiska systemet.

Även de problem som Bodner *et al.* ställde sina studenter inför har möjligen lösts grafisk, eller åtminstone prövats mot en inre bild. Multiple-choice frågorna avser stökiometriska problem och enligt min uppfattning är bilder en bra metod för att pröva svaren.



Figur 5: Från ”jaha?” till ”aha!”. Receptet för att beräkna. Parallelogrammen med formeln $a * b$ som visas i vänster parallelogrammen verkar först inte insiktsfull. Bara när eleven ”upplever” att triangeln som fattas på höger sidan av diagrammet har flyttats till vänster sidan, uppstår äkta *insikt*

Gestaltteorin och gestaltpedagogiken ger, enligt min uppfattning, bättre grund för exempelvis lärare att tolka varför visuella strategier lättare leder till framgång och till trygghet med inlärningsstrategierna.

Gestaltteori

Det är inte förvånansvärt att bilder spelar stor roll för åtminstone en del elever, om man betraktar min undersökning mot bakgrunden av Wertheimers observationer (Schulte 2005, s. 71) i en serie matematiklektioner. I de observerade lektionerna behandlas beräkningen av parallelogram yta (figur 5). Beräkningsmetoden uppfattas visserligen av många elever och tillämpas korrekt. Dock när läraren i sin nästa lektion presenterar ett parallelogram som är roterat med 90° reagerar eleverna med förvirring. Detta kallar Wertheimer (Schulte 2005, s. 189-200) för en produktiv störning som resulterar i en ”känsla av ett hål både i inlärningsprocessen och i själva figuren”, som i sin tur anses vara förutsättningen för riktig insikt. Enligt Wertheimer uppstår riktig insikt, som gestaltteorin anser vara så viktigt, bara när elever tar till sig bilden av parallelogrammet för att sedan omforma det i ett redan bekant koncept, nämligen rektangeln och två trianglar, varav den ena har förflyttas. I betraktarens öga har en triangel tagits bort på ena sidan och tillfogats på andra sidan. Med denna syn blir beräkningen av parallelogrammen en naturlig process. Först när eleverna ser eller snarare inser detta blir ”receptet” för att beräkna parallelogrammens yta betydelsefullt. Beräkningen av parallelogrammets yta har därmed blivit en i sig sluten helhet. Detta överensstämmer väl med Murrays (Murray 1995, s. 132-153) syn på problemlösning. Problem löses när de sätts i ett insiktsfullt samband. I ljuset av detta kan även Wertheimers ord ses, vilket jag redan tidigare citerat. ”Du begriper inte formeln, du kan inte begripa den om du inte ser den i dess funktion, dess potential och dess konsekvenser. Du har ingenting i handen om du bara har formeln [...] utan sin dynamiska funktionella relation med helheten”.

Använder man detta på atomteorin, blir periodiska systemets form och många av ämnens egenskaper bara betydelsefulla när bilden av orbitalerna tas med i konceptet. Dessa tre, periodiska systemets utformning, ämnens egenskaper och orbitalerna bildar då en i sig sluten enhet – en helhet. Helheten är då med säkerhet något annat än summan av delarna men inte mer än summan av delarna. Frida till exempel har uppenbart bildat denna enhet eller helhet, då ett enkelt periodiskt system ger henne information om orbitalerna.

Att uppnå detta stadium är något som alla intervjuade elever strävar efter. Att se helheten är ett tillstånd som ger tillfredsställelse som redan Wertheimer tidigare beskriver i sina observationer.

Konsekvenser för undervisningen

Även om det kan tyckas vara förhastat vill jag ändå dra slutsatser applicerbara i själva undervisningsvardagen. Enligt gestaltpedagogiska föreställningar är en medveten iakttagelse av omvärlden och sitt inre en viktig process och verktyg för att uppnå en balanserad relation till sig själv. Detta kan också tillämpas på inlärningsstrategierna och på de inre bilderna. En konsekvens kan vara att eleverna uppmuntras att både iaktta sina inlärningsstrategier och sina inre bilder. Detta är visserligen ingen nyhet och praktiseras i stor utsträckning. Enligt min studie är det ett faktum att elever som är mer medvetna om sina bilder och strategier också är mer nöjda med sitt lärande. Genom att stärka medvetenheten om bilderna och inlärningsprocessen uppnår man troligen att strategierna kan väljas mer medvetet och strategierna kan anpassas tydligare till omständigheterna. En annan konsekvens är troligen att bildernas betydelse ökar. Jag vill också påpeka att det bara var en enda elev av elva som ansåg att bilderna saknar betydelse. Alla andra elever använde sig av bilder på det ena eller andra sättet. Min undersökning visar också att periodhäften eller jämförbara verktyg är en bra möjlighet för eleverna att utveckla sina inre bilder men också att utveckla sitt skrivande i konsekventa tankekedjor. Till sist kan min undersökning naturligtvis stödja läraren. I samspelet med eleverna kommer läraren att kunna utforska elevernas strategier och bilder och därmed anpassa sitt agerande därefter.

Enligt gestaltpedagogisk litteratur, (Metzger 1975; Reichel and Scala 2005; Schulte 2005) och även i enlighet med själva gestaltteorin, är äkta insikt en process som ger stor tillfredsställelse. Detta betonade alla elever jag intervjuade. Insikt uppstår när något kan begripas som en helhet. Och här uppstår känslan att helheten är mer än summan av sina delar, även om detta inte är hur gestaltteorin vill se på fenomenet. Insiktsfullt lärande är därför en nödvändighet. Schulte (Schulte 2005, s. 189) beskriver denna process med orden - från "jaha? till aha!" ("vom nanu zum aha"). Processen delas in i olika delar och innehåller bland annat följande steg: Den redan nämnda produktiva störningen, nedbrytning av gamla gestalter, på nytt skapande av gestalter och till sist skapande av nya helheter. Tillämpat på atomteorin kan den produktiva störningen vara insikten att huvudskalen (K,L,M,N...) delvis överlappar. Orbitalteorin kan då vara en ny och mer heltäckande enhet som bildas. Givetvis bildar även orbitalteorin en helhet som inte är befriad från störningar.

Begränsningar och framtida möjligheter

Min studie har genomförts i en ganska begränsad skolmiljö. Det är därför möjligt att jag inte hittat alla betydelsefulla *kategorier* för att hantera inre bilder. Waldorfskolan är en skola som lägger mycket värde i estetetik, som framgår av min miljöbeskrivning. Vikten av konstnärliga och estetiska uttrycksformer återfinns inte bara i läroplanen men också tydligt i skolans miljö. Det är därför troligt att visuellt tänkande elever är överrepresenterade här och att man mer än vanligt jobbar aktivt med egna bilder. Det gäller framförallt då eleverna under hela sin skoltid jobbar mycket med egna illustrationer och bara lite med färdiga illustrationer ur läroböcker. Fortsatta studier borde därför utökas till andra skolformer.

Som jag redan betonat flera gånger är mitt arbete en kvalitativ studie och inte kvantitativ. Det är därför strängt taget inte möjligt att uttala sig om frekvensen med vilken de diskuterade

strategierna och elevernas sätt att hantera bilder uppträder. Det skulle därför vara intressant att studera detta även kvantitativt. För detta förslår jag att utveckla en enkät utifrån de *kategorier* jag bildade.

För att ta reda på bildernas styrka kan till exempel en modifierad VVIQ-test användas. VVIQ-testen kan då utökas med en fråga som syftar på tydligheten av bilden av orbitalerna, deras form, färg, 3D-karaktär osv. Fördelen med en modifierad VVIQ-test är att förmågan att framkalla de rätt så teoretiska bilderna av orbitalen kan jämföras med förmågan att framkalla bilder som är mindre teoretiska.

För att ta reda på bildernas betydelse i inlärningsprocessen föreslår jag att enkäten ytterligare kompletteras med frågor som tekniskt liknar frågorna i VVIQ testet. Det vill säga att eleverna tar ställning till ett påstående eller en fråga på en flergradig skala. Frågorna borde syfta till alla olika delaspekter jag tog upp i min analys, och måste därför vara rätt så detaljerade. Förslag på frågor är till exempel. ”Hur ofta händer det att du skriver svar direkt i ett kemiprov utan att du föreställer dig svaren som bild först?”

Det skulle också vara intressant att jämföra resultaten med prestationen i ämnet kemi. Det skulle ge svar på både den visuella förmågans betydelse och betydelsen av medvetenhet om sina egna strategier. Vidare skulle det vara intressant att koppla detta till ROT-testet. Det skulle kunna ge svar på vad en utpräglad spatial förmåga används till hos eleven. Leder den verkligen till mer frekvent användning av visuella problemlösningstrategier, som i sin tur är mer framgångsrika? Eller finns det en annan koppling som inte är upptäckt än?

Litteraturlista

- Bodner, G. M. and R. B. Guay (1997). "The Purdue Visualization of Rotations Tests." The Chemical Educator **2**(2): 1430-4171.
- Burrow, O.-A. and Gudjons (1998). Gestaltpädagogik. Hamburg, Bergman + Helbig.
- Cui, X., C. B. Jeter, et al. (2007). "Vividness of mental imagery: Individual variability can be measured objectively." Vision Research **47**: 474–478.
- Marks, D. F. (1973). "Visual imagery differences in the recall of pictures." Psychology. **64**: 17-24.
- McGinn, C. (2004). Mindsight. Camebridge, Harvard University Press.
- Metzger, W. (1975). Psychologie und Pädagogik. Stuttgarth, Verlag Hans Huber.
- Murray, D. J. (1995). Gestal psychology and the cognitive revolution. Ne York, Harvester Wheatsheaf.
- Reichel, R. and E. Scala (2005). Das ist Gestaltpädagogik. Münster, Ökotoxia Verlag.
- Schulte, K. M. (2005). Lernen durch Einsicht. Wiesbaden, VS-Verlag.
- Svedberg, L. (2007). Gruppspsykolgi, Studentlitteratur.
- Wertheimer, M. (1985). "Was ist, was will Gestalttheorie? (Reprint)." GESTALT THEORY **7**: 99-120.
- Zabransky, D. and M. Soff (1998). Foundations of Gestalt Theoretical Psychotherapy. Wien, ÖAGP.

Bilagor

Bilaga 1

VVIQ-test

Frågorna besvaras med följande femgradiga skala som mall:

- Helt klar och tydligt, nästan som en riktig bild
- Ganska klart och tydligt
- inte så klart och tydligt
- vagt, ingen klar förställning
- ingen bild alls

Tänk på en vän eller släkting som inte är närvarande just nu, hur klar är bilden du får

Exakt kontur av ansikte, huvud axel/skuldror och kropp
Karakteristisk sätt att stå, hålla huvudet, kroppshållning, etc.
Exakta rörelser, steglängd etc
Färg av några vanliga kläder

Tänk på en soluppgången, tänk noga på bilden du får

Solen stiger över horisonten i en mulen himmel
Himlen klarnar och omger solen med blå
moln. Stormen blåser upp med blixtn och dån
En regnbåge syns

Tänk på en affär du brukar gå in i. Tänk på bilden du får

Helhetsbilden av affären sett från andra sidan gatan
Ett skyltfönster inklusive färger, former och detaljer av enstaka föremål som säljs
Nära entrén. Färg, form och detaljer av dörren
Du går in i affären till disken. Expediten hjälper dig. Pengar växlas.

Tänk på ett landskap med träd eller skog, fjäll och en sjö. Tänk på bilden du får.

Kontur av landskapet
Färg and form av träd och skog
Färg och form av sjön
Hård vind blåser omkring i träd och skog och orsakar vågor på sjön.

Bilaga 2

Mall för intervjuerna

1 Vad är det du ser framför dig när du tänker på ordet ”atom”?

- Vilken form har den?
- Vilken färg har den?
- Hur ser ytan på föremålet ut?
 - blank
 - genomskinlig
- Är den sammansatt av olika delar?
- Finns det rörliga delar i bilden?
- Hur starkt skiljer det sig från bilderna jag visade?
 - Vad är skillnaden?
 - Finns det ett skäl för den skillnaden?
- Hur starkt skiljer det sig från bilderna du har i periodhäftet?
 - Vad är skillnaden?
 - Finns det ett skäl för den skillnaden?
- Andra egenskaper?

2 Ser du något framför dig när du tänker på ordet ”orbital”?

- Vilken form har den?
- Vilken färg har den?
- Hur ser ytan på föremålet ut?
 - blank
 - genomskinlig
- Är den sammansatt av olika delar?
- Finns det rörliga delar i bilden?
- Hur starkt skiljer det sig från bilderna jag visade?
 - Vad är skillnaden?
 - Finns det ett skäl för den skillnaden?
- Hur starkt skiljer det sig från bilderna du har i periodhäftet?
 - Vad är skillnaden?
 - Finns det ett skäl för den skillnaden?
- Andra egenskaper?

3 När du pluggar till ett prov. Använder du dig då av dina inre bilder?

- Hur använder du dig av dem?
 - Ger de förståelse?
- Hur förknippar du dem med informationen?
- Hur gör du när du pluggar, försöker du snarare komma ihåg bilder eller fraser?
- Är det vissa fraser du lagrar?
- Är det vissa bilder du lagrar?

4 När du skriver ett prov. Använder du dig då av din inre bild?

- Hur använder du dig av den?
- Hur får du ut informationen ur den?
- Hur gör du när du skriver, använder du dig snarare av något du har hört eller av en

- bild (din inre bild)?
- Är det vissa fraser du kommer ihåg?
 - Är det vissa bildar du kommer ihåg?
- 5 Vad använde du din inre bild till t.ex. under perioden?**
- Använde du den aktivt?
 - Fanns den bara?
 - Hur mycket liknade den de bildar jag har visat?
- 6 På vilket sätt skull du presentera ämnet så att du kunde komma ihåg det bäst / förstå det bäst?**
- Vad är det som hjälper dig i din föreställning?
 - Färg?
 - Form?
 - Något du kan ta i?
 - Ord
 - Text
 - Ska det vara rörligt?
- 7 Något du vill tillägga?**