



GÖTEBORGS UNIVERSITET

Hur kan man odla intelligens i skolan?

Ett arbete om betydelsen av kognitiv acceleration inom fysik- och matematikundervisning

av

Mattias Lindström

LAU690

Handledare: Thomas Lingefjärd

Examinator: Bengt Edström

Rapportnummer: HT08-2611-217

Abstract

Examensnivå: Examensarbete 15 hp

Titel: Kan man odla intelligens i skolan? Ett arbete om betydelsen av kognitiv acceleration inom fysik- och matematikundervisning

Författare: Mattias Lindström

Termin och år: Vårterminen 2008

Kursansvarig institution: Sociologiska institutionen

Handledare: Thomas Lingefjärd

Examinator: Bengt Edström

Rapportnummer: HT08-2611-217

Nyckelord: Intelligens, kognitiva konflikter, kognitiv acceleration, sokratisk metod.

Syfte: Syftet med arbetet var att undersöka betydelsen av kognitiv acceleration inom fysik- och matematikundervisning.

Huvudfrågor: Kan man odla intelligens i skolan? Hur går det till?

Metod: Den huvudsakligt använda metoden är litteratursökning. Genom att studera forskningsrön om kognitiv acceleration och kognitiva konflikter besvarades undersökningens frågor. Dessutom gjordes en enkätundersökning där fysik- och matematiklärare på gymnasiet och högstadiet redogjorde för sin inställning till stimulerande av intelligens i skolan.

Material: Forskning inom ramen för CAME-projektet användes för att besvara frågeställningar om kognitiv acceleration. I undersökningen av kognitiva konflikter och sokratisk metod användes forskning som härrör från universitetet i Plymouth, bland annat från Stuart Rowlands och John Berry.

Resultat: Det finns forskningsrön som pekar mot att begreppet ”intelligens” svarar mot något som existerar. Det är en central, kognitiv färdighet som kan påverkas och stimuleras genom undervisning. En undervisningsmetod för att påverka intelligensen och låta den växa är sokratisk frågemetod, som använder kognitiva konflikter för att stimulera elevers intelligens. Detta perspektiv på kognitiv utveckling kan förankras i kunskapsteorier härrörande från Piaget och Vygotskij.

Betydelse för läraryrket: I den senaste läroplanen för gymnasiet finner man nästan inget om ”odlande av intelligens”. Om framtida forskning bekräftar den centrala intelligensens existens och formbarhet kan det få intressanta följder. Då borde flertalet lärare inte bara undervisa i sitt ämnesområde, utan också se ämnesområdet som ett sätt att träna elevers intelligens.

Förord

Efter flera månaders arbete kan jag äntligen lägga sista handen vid examensarbetet. Det känns gott. Samtidigt känner jag på mig att jag inte är färdig. Under min tid som lärare kommer de funderingar som väckts av den här undersökningen att återkomma många gånger. Det känns roligt att kunna se tillbaka på de här månaderna som en tid då jag för första gången på allvar fick smaka på utbildningsvetenskaplig forskning. Drömmen om att bli en "reflekterande praktiker" har hunnit rota sig i mitt hjärta.

Mölndal den 16 januari 2009

Mattias Lindström

Innehåll

Abstract	1
Förord	2
Innehåll	3
Inledning	4
Allmän bakgrund	4
Teoretiskt ramverk	5
Centrala begrepp.....	5
Historik	5
Övrig anknytning	6
Syfte och frågeställningar	7
Metod och tillvägagångssätt	8
Litteratursökning	8
Enkätundersökning	8
1. Intelligens existerar och kan utvecklas	11
1.1 Intelligensens existens	11
1.2 Vad intelligens betyder.....	12
1.3 Intelligens som något formbart.....	12
2. Teoretisk anknytning	14
2.1 Piaget och utveckling.....	14
2.2 Vygotskij och utveckling.....	16
2.3 Sammanfattning.....	18
3. Kognitiv acceleration genom kognitiva konflikter	19
4. Sokratisk metod och kognitiva konflikter	21
4.1 Sokrates	21
4.2 Att använda Sokratisk frågemetod i klassrummet	21
4.3 Sokratisk metod i mekanikundervisning.....	23
4.4 Sammanfattning.....	25
5. Enkätfrågor och svar	26
6. Diskussion	27
6.1 Intelligens i skolan?	27
6.2 Slutsats	28
Källförteckning	29
Bilaga	31
Svar på enkätundersökning	31

Inledning

Efter att tidigare ha studerat ämnena matematik och religion har jag från och med hösten 2007 till och med januari 2009 varit student på Göteborgs Universitets lärarutbildning, det så kallade korta programmet. Många insikter har utbildningen bjudit på. Bland annat har jag lärt mig att elever tillgodogör sig kvalitativ kunskap genom att återupptäcka den. Kvalitativ kunskap kan inte endast ”fotograferas av” och stoppas in i nästa generations sinnen. Den måste erövrats på nytt och på nytt. För mig som blivande matematiklärare är detta intressant. Hur gör jag för att hjälpa mina elever att ”tänka matematik”, att på djupet tillägna sig de matematiska strukturerna? Matematikundervisning handlar inte bara om ”räkning”, den handlar minst lika mycket om att tillägna sig en förståelse, förmågan att kunna strukturera och att se mönster. Kan skolan förmedla det?

När jag började fundera kring de här frågorna blev jag också intresserad av frågan om vad som händer i våra hjärnor när förståelse äger rum, samt hur undervisningen ska utformas för att underlätta för denna process hos alla elever. När man tänker kring de här frågorna slås man också av att vissa människor förefaller utan större ansträngning kunna tillgodogöra sig förståelse, medan andra får anstränga sig desto mer. Jag började fundera på om det finns en personlig egenskap som vi kan kalla ”intelligens”, och om det är möjligt att träna den egenskapen. Dessa funderingar ledde mig till valet av ämne.

Allmän bakgrund

Själva frågan om intelligens är laddad i Sverige. Det hade jag på känn redan innan jag började undersökningen, och det bekräftades också under undersökningens gång. Vissa av de lärare som deltog i undersökningens enkät ville inte definiera ”intelligens” på det klassiska viset; de menade att intelligens inte bara är förlagd till kunskapen och tänkandet, utan hade också en social dimension. Någon annan blev spontant irriterad och bad mig lägga ner hela projektet om intelligens eftersom det är kränkande för eleverna att känna sig i intellektuellt underläge. En sådan fientlig hållning kan bero på att man under 70-talet talade om intelligens som en nedärvd egenskap som var relativt statisk. Dessutom användes denna egenskap till att differentiera och rangordna människor. Kanske är det därför många idag vänder begreppet ryggen.

Samtidigt så är alla elever och lärare medvetna om att elever har skilda förutsättningar att lära. Vissa elever har -”lätt för sig”, de verkar besitta ämnesövergripande kunskaper som gör att de kan se mönster och dra slutsatser och lär sig därför snabbare. Andra får kämpa desto mer. Är det då möjligt att träna den här ämnesövergripande förmågan att se samband och dra slutsatser? Är det möjligt att träna förmågan till förståelse?

Om man kan visa att egenskapen intelligens existerar, och att det är möjligt att träna denna egenskap borde det leda till en förändrad syn på undervisning. I skolan lägger man ner mycket tid på att träna ämneskompetenser. Om det visar sig att det är möjligt att träna en ämnesövergripande intelligens borde det vara en viktig fråga för samtliga lärare och elever. Den generella mentala förmågan är nämligen den bästa indikatorn på var en elev kommer att hamna i framtiden, menar Adey, Csao, Demetriou, Hautamäki, och Shayer, och hänvisar bland annat till Gottfredssons essä från 2003, ”G, jobs and life”, och Schmidt och Hunters arbete som publicerades 1998 (2007:77) .

Teoretiskt ramverk

Centrala begrepp

Kognitionsvetenskapen sysslar med frågan om hur människan bearbetar och lagrar information. När ordet ”kognitivt” används i detta examensarbete syftar det bland annat på människans minne, förmåga till problemlösning och uppmärksamhet. Det är med andra ord människans tänkande som åsyftas. Den som önskar en minnesregel kan återkalla Descartes kända sats: ”Cogito, ergo sum” – jag *tänker*, alltså finns jag. När jag i arbetet talar om ”kognitiv tillväxt”, ”kognitiv utveckling” betyder det att en människas tankeverksamhet utvecklas. Det sker som en följd av utbildning och biologisk mognad. När jag sedan talar om ”kognitiv acceleration” betyder det att man genom träning av tänkandet aktivt stimulerar sinnet att utvecklas snabbare. Det sker endast genom utbildning.

Vidare måste här definieras vad jag menar med ”intelligens”. Huvudproblemet med att tala om ”intelligens” är att många tycks sky själva ordet. Om jag istället hade talat om en ”central, kognitiv färdighet” hade det varit mindre uppseendeväckande. Det hade dock blivit mindre intressant och mindre begripligt. Därför använder jag följande definition: *Intelligens är en central, kognitiv egenskap hos individen som yttrar sig som en ämnesövergripande förmåga att se samband mellan idéer, företeelser, och ting. Den växelverkar med olika områdesspecifika intelligenser och är därför möjlig att stimulera och utveckla.* Läsaren bör lägga märke till att kognitiv utveckling och utvecklingen av intelligens i arbetet behandlas som synonyma begrepp. När man stimulerar den kognitiva förmågan, så stimulerar man intelligensen därför att intelligens definieras som en *central kognitiv förmåga*. Definitionen av ”intelligens” inskränker sig alltså till att behandla tänkandet. Det betyder att arbetets definition avgränsas från de definitioner av intelligens där exempelvis social kompetens, och andra sociala förmågor ingår.

Ett sätt att accelerera den centrala kognitiva förmågan är att använda ”kognitiva konflikter”. Det betyder att man utgår från elevens förståelse av ett begrepp och visar att den här förståelsen leder till en paradox. Om eleven inser detta utlöses en febril kognitiv aktivitet där eleven försöker revidera sina kognitiva scheman för att paradoxen ska upplösas. Detta kallas kognitiv konflikt.

En undervisningsmetod som bygger på kognitiva konflikter är ”Sokrates frågemetod”. Den bygger på att läraren med hjälp av frågor hjälper eleven att revidera sin förförståelse och på så vis utvecklar sin begreppsuppfattning och sin kognitiva förmåga.

Historik

Under 1900-talet var det tre olika paradigmen som aktualiserade frågan om kognitiva färdigheter. Först kom det psykometriska paradigmet, som avlöstes av utvecklingsparadigmet, som sedan, under påverkan av tanken på hjärnan som en dator, avlöstes av det informationsprocessande paradigmet. Alla tre paradigmen producerade vetenskapligt tillförlitlig och användbar forskning inom området. Men inget av dem fick någon avgörande betydelse för skolans läroplaner, läroböcker, eller klassrumspraktik. Istället fick Piagets teori om utvecklingsstadier stor betydelse för skolväsendet (Adey et al. 2007:77).

I debatten om intelligens finns vidare två ytterligheter: Jensen menar å ena sidan att det är den viktigaste förklaringsfaktorn till akademisk framgång. Gardner å andra sidan menar att det inte är meningsfullt att tala om intelligens i en allmän mening, utan ville hellre tala om olika sorters intelligenser (Adey et al. 2007:78).

Detta examensarbete utgår från det perspektiv som Philip Adey, Ben'o Csao, Andreas Demetriou, Jarkko Hautamäki, och Michael Shayer, författare till ”Can we be intelligent

about intelligence?”, intar. De menar att de olika paradigmen behöver komplettera varandra för att tanken på en central kognitiv färdighet kallad intelligens ska få största möjliga acceptans och förklaringskraft. De menar sig inta en mellanposition mellan Jensen och Gardner genom att acceptera att det finns olika slags intelligenser, men samtidigt hävdar de att dessa inte är oberoende av varandra, utan att en central intelligens växelverkar med dem, och att denna centrala intelligens kan utvecklas (2007:78). Mer om detta följer.

Övrig anknytning

Till arbetets syfte hör också att förankra detta perspektiv på kognitiv utveckling till kognitiva teorier härrörande från Piaget och Vygotskij. Arbetets andra kapitel kommer att ägnas åt detta, därför sägs det inte mer om det här.

I Lpf 94 nämns inte uttryckligen utvecklingen av en central kognitiv förmåga, ”intelligens”, som ett mål skolan ska sträva mot. Däremot finns det några uttryck som möjligtvis kan tolkas i den riktningen. Exempelvis säger Lpf 94 under paragraf 1.2 att ”Skolan kan inte själv förmedla alla de kunskaper som eleverna kommer att behöva. Det väsentliga är att skolan skapar de bästa samlade betingelserna för elevernas utbildning, tänkande och kunskapsutveckling” (Läroboken 08/09:43). Vidare säger den under 2.1 att ”Skolan skall sträva mot att varje elev [...] kan överblicka större kunskapsfält och utvecklar en analytisk förmåga och närmar sig ett allt mer vetenskapligt sätt att tänka och arbeta” (Läroboken 08/09:46).

Syfte och frågeställningar

Syfte: att undersöka vilken betydelse kognitiv acceleration kan ha för fysik- och matematikundervisningen i skolans senare åldrar.

Frågeställningar:

1. Existerar intelligens och kan den tränas? Vad består i så fall intelligensen i?
2. Är det möjligt att knyta teorierna om kognitiv acceleration till teoretiker, läs Piaget och Vygotskij, som varit betydelsefulla för skolan under 1900-talet?
3. Hur kan man framkalla kognitiv acceleration?
4. Finns det någon undervisningsmetod som kan framkalla kognitiva konflikter, och främja kognitiv acceleration?
5. Är fysik- och matematiklärare inställda på att skolan ska träna eleverns intelligens?

Arbetets kapitelindelning följer denna uppställning.

Metod och tillvägagångssätt

Att undersöka elevers kognitiva utveckling och effekterna av kognitiv acceleration är ett projekt som tar lång tid. För att se effekterna i ett större perspektiv får man vänta åtminstone ett par år. Sådana undersökningar har det inte funnits tid till inom ramen för detta arbete. Därför använde jag främst litteratursökning som undersökningsmetod.

Litteratursökning

Mycket av den litteratur som användes i undersökningen är relaterad till det så kallade CAME-projektet i Storbritannien. CAME står för "Cognitive Acceleration in Mathematics Education", och är ett projekt där man under flera år har följt effekterna av undervisning som syftar till kognitiv acceleration. Det startade 1983 och är fortfarande aktuellt. Forskningsprojektet är designat av forskare på King's College London. Inledningsvis riktade sig programmen mot fysik och sedan även mot matematik. Målet med programmen är att se om man kan främja kognitiv utveckling. Det har man gjort på grundval av tre idéer: kognitiva konflikter, social konstruktion, och metakognition (Adey et al. 2007:91). När denna undersökning ska föreslå undervisningsmetoder så fokuseras av utrymmesskäl främst kognitiva konflikter, och deras betydelse för främjandet av kognitiv utveckling.

Undersökningens syfte var inte bara att diskutera frågan om intelligens; syftet var också att presentera en undervisningsmetod som kunde främja kognitiv utveckling. Därför undersökte jag hur Sokratisks frågemetod kan användas för att med hjälp av kognitiva konflikter åstadkomma kognitiv acceleration, särskilt med avseende på fysik- och matematikundervisning. Vid universitet i Plymouth har flera forskare, exempelvis Stuart Rowlands och John Berry (ibland benämnda Rowlands et al.), sysslat med frågan hur man ska använda "Sokratisk frågemetod" för att främja elevers begreppsutveckling och tänkande. Därför undersökte jag vilka premisser deras undervisningsmetod baserar sig på, och hur undervisningen går till.

Jag ville också undersöka om det går att förankra idéerna om att skolan aktivt ska arbeta för kognitiv tillväxt i de kunskapsteorierna som kommer från de två framstående teoretikerna Piaget och Vygotskij. Därför undersökte jag Piagets och Vygotskijs förståelse av kognitiv utveckling. Det var inte min uppgift att presentera någon heltäckande Piaget- och Vygotskij-tolkning, utan uppgiften var att försöka förankra tanken på kognitiv acceleration i deras kunskapsteorier. Detta gjordes delvis genom att undersöka andras tolkningar av Piagets och Vygotskijs kunskapsteorier. Särskilt betydelsefull för undersökningen var den förståelse av Piaget som Adey et al. presenterar. Den förståelse av Vygotskij som Rowlands et al. presenterar är på samma sätt betydelsefull.

Enkätundersökning

Slutligen innehöll syftet även frågeställningen om hur redan befintliga lärare ser på stimulerande av intelligens i skolan. Därför gjordes en enkätundersökning som här ska beskrivas närmare.

Via skolornas hemsidor kunde jag få tag i 200 matematik- och fysiklärares mejladresser. Adresserna valdes slumpvist ut genom att jag valde ut två adresser från varje skolas hemsida. En del skolor redovisar inte på hemsidorna vilka ämnen lärarna undervisar i. Jag hann därför gå igenom ungefär hälften av gymnasieskolornas hemsidor innan jag hade funnit 200 adresser. Dem använde jag när jag skickade ut 10 frågor om intelligens (se kapitel fem). Undersökningen gav inte några fasta svarsalternativ, utan kunde besvaras fritt.

Frågorna var konstruerade så att de allmänna frågorna, om vad undervisningen i matematik syftar till och vad intelligens är, kommer först. De specifika frågorna, om hur man kan

undervisa med hjälp av paradoxer och Sokrates metod, kommer sist. Det ledde till att färre lärare besvarade de frågorna som kom sist.

Jag valde att inte använda givna svarsalternativ då jag inte ville styra inriktningen på svaren. För att kunna ge färdiga svarsalternativ behöver man veta ungefär vad svaren kommer att innehålla, vilket jag inte trodde mig veta.

Innan undersökningen skickades ut gjorde jag en pilotstudie för att testa frågorna. I den pilotstudien använde jag uttryck som "kognitiv förmåga". Det ledde till förvirring. Det verkar inte ha varit en bekant term. Därför skrevs frågorna om inför den stora frågeundersökningen.

Etik

I undersökningen tog jag hänsyn till informations-, samtyckes-, konfidentialitets- och nyttjandekravet. Deltagandet i enkäten var frivilligt. Alla som mottog enkäten fick veta vad syftet med enkäten var. Tyvärr blev det onödigt kortfattat. Några lärare reagerade på det. De hörde av sig och ville veta mer om varför jag gjorde en sådan enkätundersökning.

Inga person- eller skolnamn redovisas i undersökningen, och det blir därför omöjligt att identifiera personerna som har deltagit. Efter att arbetet har lagts fram kommer råmaterialet att raderas.

Kategorisering av svaren

De svar som frågorna genererat har jag kategoriserat, och utifrån kategoriseringen gjort en analys. En särskilt viktig fråga var frågan om hur man definierar intelligens. Svaren på den frågan kategoriserade jag enligt följande: de som svarar att det endast har med *tänkande* att göra har en förståelse av intelligens som är något så när lik den som jag i detta arbete använder. Men de som inkluderar *sociala förmågor* i intelligens använder sig av en definition som klart skiljer sig från den definition som används i detta examensarbete.

Vidare ville jag redovisa hur definitionen av intelligens påverkar hur man arbetar i skolan. Därför redovisade jag svaret på de frågor som följer efter definitionen av intelligens enligt modellen $a+b$. Där representerar a dem som har en definition av intelligens liknande den som arbetet använder, och b dem som har en definition av intelligens som är vidare (se bilagan). Tio lärare har definierat intelligens som att den i första hand har med tänkande att göra, och nämner inget om sociala förmågor. Tre lärare vill inkludera sociala förmågor i "intelligens". En av lärarna ville inte svara alls på frågan. Utifrån dessa två olika sätt att definiera vad intelligens är redovisas svarskategorierna i två "högar". Exempelvis var det sju lärare som svarade att de hade något att lära av Sokrates metod. Två av dem inkluderade sociala förmågor i intelligens, och övriga fem gjorde det inte. Därför har svarsfördelningen redovisats som 5+2.

Bortfallsanalys

Trots att 200 lärare tog emot enkäten var det bara 14 som besvarade den. Jag tror att en orsak till att jag fick så få svar var att min presentation av arbetet var alltför kortfattad. Eftersom jag ville få en "ögonblicksbild" av lärarnas uppfattning om vad intelligens är, och hur den kan tränas och stimuleras, så ville jag inte röja syftet med mitt arbete. Min tanke var att ett tydligt presenterat undersökningssyfte skulle påverka svaren i undersökningen alltför mycket, och det ville jag undvika. Istället ville jag undersöka lärarnas spontana uppfattning. Det ledde till att några lärare hörde av sig tyckte att de inte ville svara på en enkät där termerna inte var tillräckligt tydligt definierade. Om jag skulle utvidga min undersökning och göra om den skulle jag arbeta mer med presentationen av undersökningen.

Vidare underskattade jag svårigheten i att besvara frågorna om intelligens. Eftersom jag själv var mitt inne i forskningsprocessen och hade min egen uppfattning relativt klart definierad, underskattade jag svårigheten i att uttrycka sig klart i frågan om vad intelligens är

och hur den ska tränas. I min presentation av enkäten skrev jag att den skulle ta ca 10 min att besvara, vilket några lärare påpekade att det krävdes mycket mer. Frågorna blev kanske för svåra att besvara och det kan ha varit ännu en anledning till att så få tog sig tid till att besvara enkäten.

Slutligen beror bortfallet till stor del på att lärare kan uppleva det obehagligt att tala om "intelligens" hos elever. Skälen till detta har redogjorts för ovan. Detta är den viktigaste bortfallsorsaken eftersom den stör undersökningens resultat. Bortfallet är så kraftigt att fördelningen av de olika svarskategorierna inte kan generaliseras alls. Det är fullt möjligt att fördelningen hade blivit totalt annorlunda om alla tillfrågade hade svarat. Däremot är svaren ändå intressanta eftersom de ger en beskrivning av i vilka banor lärare tänker kring intelligens och hur den kan tränas i skolan. Svaren ger en relativt stor spännvidd och jag tror inte att fler svar hade tvingat mig att skapa många fler svars kategorier.

Ett sista skäl till att många lärare inte ville svara på enkäten var att de inte hann. Flera skrev ett kort svar och beskrev att de "drunknade" i enkäter som examensarbetande studenter skickade ut. Tidsbrist i kombination med ovilja att lägga kraft på ännu en enkät var kanske den viktigaste orsaken till svarsbortfall.

Eftersom så många lärare inte besvarade enkäten måste jag tillstå att validiteten är låg. Det betyder att svaren inte alls behöver vara representativa för lärarkollegiet. Kanske tycker de flesta lärare att frågan om intelligens är så stötande att de inte vill besvara sådana här undersökningar. Låt oss säga att odlandet av intelligens blir ett uttryckligt mål i någon framtida läroplan. Kommer fysik- och matematiklärare vara villiga att implementera ett sådant mål? Tyvärr ger oss undersökningen inga bevis på detta på grund av det stora svarsbortfallet. Möjligtvis kan man säga att resultatet av enkäten antyder att en hel del fysik- och matematiklärare är beredda på att implementera en läroplan som innehåller uppmaningar att odla intelligens. Men det behövs mer forskning på området.

Reliabiliteten hade också kunnat förbättras genom att frågorna gjordes tydligare. Exempelvis undrar jag i fråga sex om hur de stimulerar elevers intelligens, och i fråga sju om vilka råd de vill ge till en nytexaminerad lärare "om detta". Tyvärr har inte alla lärare som besvarade enkäten förstått att "detta" syftar på stimulerandet av intelligens, utan några har gett råd i största allmänhet.

1. Intelligens existerar och kan utvecklas

Existerar det något som vi kan kalla intelligens? För att detta arbete som du har framför dig ska bli intressant att läsa föreslår jag dig, käre läsare, att under någon minut lägga ifrån dig arbetet och fundera över frågorna: existerar det en ämnesövergripande intelligens, och i så fall, kan skolan träna denna egenskap hos elever? På så vis kommer du att finna läsningen av detta examensarbete som mycket mer angenäm.

Är det här en aktuell fråga? Under en tid har vissa forskare hävdat att det inte existerar någon central intelligens, utan att det endast existerar ämnesspecifika intelligenser, såsom verbal intelligens, logisk intelligens, spatial intelligens, och så vidare, och att dessa olika sorters intelligenser inte har någon samordning. Man menar att det inte finns någon generell kognitiv färdighet som vi kan kalla intelligens, och därför är det i grund och botten meningslöst att försöka träna en sådan. Det enda vi kan träna är ämnesspecifika kunskaper och färdigheter.

I detta kapitel kommer därför betydelsen av begreppet intelligens att diskuteras. Poängen med att diskutera detta begrepp ligger i att vi vill veta om det finns en central kognitiv förmåga som det går att träna, och om det är rimligt att kalla den här förmågan för ”intelligens”. Vissa läsare kommer säkert att reagera mot begreppet som sådant och jag råder dem att särskilt noga studera användningen av detta begrepp, innan man kritiserar det.

1.1 Intelligensens existens

Författarna till ”Can we be intelligent about intelligence?” menar att när man frågar lärare vad som kännetecknar en tänkande elevs beteende svarar de påfallande ofta likadant. De svarar nämligen att den tänkande eleven kan se samband mellan olika områden, kan överföra kunskaper från det ena området till det andra, kan tänka logiskt och demonstrera en djupare förståelse av vissa begrepp. Om man sedan följer upp frågan med att undra om man kan kalla detta för ”intelligens” ryggas de flesta lärare tillbaka. Att det finns centrala färdigheter som är överförbara mellan olika ämnesområden är alltså vedertaget inom lärarprofessionen. Det uppstår dock problem när man undviker att sätta namn på denna färdighet (Adey et al.2007)

Att man ryggas för begreppet intelligens beror troligen på missbruket av detta begrepp under sjuttioalet, menar Adey et al. Under sjuttioalet talade man om intelligens som en ärftlig färdighet som var fast fixerad och därmed kunde legitimeras social och etnisk differentiering. Som en reaktion mot denna differentiering har man hellre velat tala om att det finns många olika intelligenser, och att de nödvändigtvis inte är korrelerade till varandra. (2007:79)

Demetriou menar emellertid att det existerar en central kognitiv förmåga, vilket inte utesluter specifika ämnesintelligenser, men snarare sammanbinder dem (Adey et al 2007:81). En generell kognitiv förmåga, intelligens, som kan tränas, är det som bäst förklarar skillnaderna i individens lärande, och deras förmåga till utveckling. När man talar om intelligens som något formbart och som en generell färdighet så talar man om något som finns i verkligheten, och som kan fungera som en kraftfull förklaringsmekanism till skillnader i lärande (Adey et al 2007:76)

Adey et al. menar att det vore fruktbart för utbildningsvetenskapen att återigen laborera med modellen av en generell intelligens hos eleverna. De säger att eftersom det nu finns rön som tyder på att det existerar central kognitiv förmåga är det dags att erkänna det och dra följderna av detta inom utbildning. De hänvisar till Jung och Haiers arbete inom neurovetenskapen, och Gearys arbete inom utvecklingsbiologin (2007:76).

1.2 Vad intelligens betyder

Vad består då denna centrala kognitiva förmåga, kallad intelligens? Ordet kommer från latinets "intellegere", som betyder "att förstå". Intelligens såsom en central, kognitiv färdighet har enligt Adey et al. fem karaktärsdrag, och tre av dem används i detta arbete: För det första inkluderar begreppet intelligens förmågan att se samband, att sammanbinda olika idéer med varandra. Intelligens innefattar att kunna resonera kring olika variablers påverkan av varandra, kring orsak och verkan. Adey et al. kallar det här för *connectivity* (2007:77). De berättar vidare att i den klassiska teorin om en central intelligens som Spearman utarbetade bestod intelligensen i att kunna iaktta relationer mellan objekt, och korrelationer mellan relationerna. Vad betyder detta? Jo, låt oss tänka oss England, Frankrike, London och Paris som objekt. Mellan London och Storbritannien finns en relation; London är huvudstad i Storbritannien. På samma sätt existerar en relation mellan Paris och Frankrike. Det betyder att relationen mellan London-Storbritannien, och Paris-Frankrike korrelerar. Intelligens är en process som ger individen möjlighet att iaktta relationer, sammanbinda dem, och därmed kunna gå bortom den information som har getts, säger Adey et al. (2007:77). En sådan färdighet är inte begränsad till ett visst ämnesområde, utan är ämnesöverskridande.

Gardner och andra har lagt fram idén att det skulle finnas olika sorters intelligenser, såsom exempelvis rumslig, numerisk och verbal intelligens. Adey et al. tänker sig emellertid att det finns ämnesspecifika intelligenser, men menar att det är ohållbart att hävda att dessa skulle vara oberoende av varandra. Arbetets definition av intelligens innefattar därför för det andra att det är en förmåga som växelverkar med olika ämnesspecifika intelligenser (2007:78-79).

För det tredje så definieras "intelligens" i detta arbete som en förmåga som kan tränas.

1.3 Intelligens som något formbart

När omständigheterna förändras, så förändras också möjligheterna till tänkande på en högre nivå, så kallad *higher level thinking*. När möjligheterna i Västafrika för studier förbättras så kan man se att prestationerna på diverse test också stiger. Resultaten på standard IQ-test har exempelvis stigit stadigt sedan 30-talet, säger Adey et al., och refererar till "the Flynn effect". De säger att den här förbättringen visserligen har planat ut i liberala demokratier i Skandinavien, för vilket de hänvisar till Emanuelsson, Reuterberg och Svenssons arbete från 1993, men effekten är på andra håll ändå tydligt existerande. Man kan förklara den på olika sätt; vissa menar att den kommer av bättre näringsämnen i maten, andra av ett mer intellektuellt klimat och tillgången till högre utbildning. Hur man än förklarar det kvarstår att intelligensen, den centrala kognitiva förmågan, inte är något fast och givet utan formas efter yttre påverkan och omständigheter (Adey et al. 2007:81).

Om det nu är så att det existerar en central intelligens, och om det är möjligt att träna denna intelligens bör det vara rimligt att denna träning har hög prioritet i skolans undervisning. Att träna elevernas tänkande så att de blir bättre rustade att förstå och lära sig själva bör vara den mest effektiva undervisningsmetoden.

Det innebär inte att man rör sig bort ifrån ämneskunskaperna, menar Adey et al. Det betyder däremot att när man tränar ämnesspecifika intelligenser måste man också samtidigt se till att träna ett mer abstrakt och övergripande tänkande. Adey et al. hävdar att det finns en asymmetri här. Den som undervisar konkret med abstraktioner i tanken främjar både utvecklandet av konkreta och abstrakta kunskaper. Men den som endast undervisar i de abstrakta tingena främjar endast utvecklingen av abstrakta kunskaper. "It makes sense to teach subjects, but you cannot understand the general benefits of them without a good theory of cognitive [...] development" (2007:91).

Adey et al. menar sammanfattningsvis att intelligensen existerar, och belägger sina påståenden med forskning inom kognitiv neurovetenskap och evolutionsbiologi. Denna

intelligens är en central kognitiv färdighet som består i att iaktta relationer, sammanbinda dem, och därmed kunna gå bortom den information som har getts. Det är inte en fixerad färdighet, utan att den är mottaglig för utveckling genom kognitiv stimulans. Eftersom begreppet intelligens svarar mot något som existerar, och som är möjligt att träna hos alla människor, finns det anledning till att använda sig av begreppet inom utvecklingsvetenskap (2007:76).

2. Teoretisk anknytning

Personlig bakgrund

Under tiden på lärarutbildningen har undertecknad mött Piaget och Vygotskijs idéer för första gången. Stundvis har jag uppfattat lärdomarna från dessa teorier på följande sätt

1. I traditionell undervisning finns en allmän uppfattning om att läraren är aktiv och eleven passiv. Den kognitiva forskningen och även Vygotskij har visat att effektiv undervisning innebär att eleverna bör vara aktiva, medan lärarens roll ska vara begränsad till att skapa en omgivande läromiljö. Där kommer barnen att lära genom egna upptäckter och av att vara tillsammans.
2. Eftersom ett barns kognitiva utveckling är avhängig den biologiska utvecklingen är det meningslöst att försöka träna barnets tänkande innan det har uppnått en lämplig biologisk mognad.
3. Vygotskij har ifrågasatt om det finns absolut kunskap som ska förmedlas inom skolan. Det gäller även matematiken.

Var det verkligen detta Piaget och Vygotskij menade? I så fall blir det fruktlöst att hitta en undervisningsmetod för kognitiv acceleration som kan förankras hos de mest inflytelserika teoretikerna i vår tid. Kognitiv acceleration bygger på att elevernas kognitiva förmåga utvecklas *mer än genomsnittet* på grund av den undervisning de utsätts för. Kognitiv acceleration kräver därför ett *aktivt agerande* från läraren. Den utgår från att det är nyttigt att eleverna tränar sig i att tänka logiskt och vetenskapligt. Skolan ska göra en skillnad i elevernas kognitiva utveckling, inte bara vara en miljö där eleverna spontant utvecklas. Jag ska därför fortskrida med att undersöka Piaget och Vygotskijs syn på kognitiv utveckling och vilken uppgift läraren har i denna utveckling. Kan ovanstående påståenden vara en missuppfattning?

2.1 Piaget och utveckling

Piaget menade att det finns två sorters kunskap. Den *figurativa* kunskapen är en enkel, fysisk avbildning av ting. Den talar om hur tingens egenskaper är – såsom exempelvis färger. I skolan representeras sådan kunskap av inläring av fakta och detaljer som inte kopplas till någon kognitiv struktur (Imsen 1989:230-231).

Den andra sortens kunskap uppkommer genom logisk-matematisk inläring, och denna kallar Piaget för *operativ kunskap*. Den är till skillnad från den figurativa kunskapen barnets egen kunskap. Den är, så att säga, inte ”påklitrad” och tillfällig utan djuplodande och varaktig (Imsen 1989:231).

Figurativ kunskap kan bestå i att komma ihåg namn på saker. Särskilt då namnen inte har någon logisk anknytning till de ting de representerar. Symbolens yttre form är nämligen en figurativ kunskap, men meningen som den representerar är operativ (Imsen 1989:231). Tänk dig till exempel att ett barn ofta hör bokstavskombinationen g-l-a-s-s. Barnet kan memorera bokstäverna och dagen efter kan det minnas dem. Då äger barnet figurativ kunskap. Den dag hon inser att bokstäverna syftar på något sött som de äldre syskonen försöker dölja, så har hon erövat operativ kunskap. Hon har förstått meningen bakom tecknen.

Sådan figurativ ”namnkunskap” möter man ofta inom matematikundervisningen när elever har tillgodogjort sig en metod, ett sätt att arbeta, men inte har förstått logiken i metoden (Imsen 1989:231). Påfallande ofta röjer sig detta missförhållande genom att eleverna frågar: ”ska jag gångra eller plussa här”?

Inom matematikundervisning har man ibland knutit den här distinktionen mellan figurativ och operativ kunskap till distinktionen mellan strukturell och algoritmisk kunskap. Strukturell

kunskap skulle med denna terminologi betyda att man sysslar med att förstå koncept. Algoritmisk kunskap skulle kunna betyda att man sysslar med olika räkneprocedurer, eller andra procedurer. Under tiden efter behaviorismen har det varit vanligt att man sett på den algoritmiska kunskapen som mindre värd. Anna Sfard menar dock att en sådan uppdelning i olika sorters kunskap är felaktig. Strukturella och algoritmiska kunskaper är två sidor av samma mynt. Hon visar dessutom att den algoritmiska kunskapen föregår den strukturella, både hos barnet och i historien (Sfard 1991:7-10). Vi blir därför tvungna att vara försiktiga med att allt för starkt betona distinktionen mellan operativ och figurativ kunskap. Riktigt så schematiskt som det skisseras här bör man inte uppfatta saken.

När en människa lär sig saker så kan detta, enligt Piaget, grovt taget gå till på två sätt. Dels kan hon betrakta verkligheten utanför henne och anpassa den information hon tar in till sin tidigare kunskap. Det betyder att de kognitiva schemana inte förändras, utan intrycken anpassas till en strukturering av världen som barnet redan har gjort, och läggs till denna. Detta kallas *assimilation* (Imsen 1989:227). Om detta hade varit det enda sättet att lära sig saker hade det kanske varit befogat att tänka sig elever som öppna kärl som läraren ska fylla. Nu finns det emellertid en dimension till i lärandeprocessen.

När ett barn som tidigare förutsatt att solen går och lägger sig på kvällen inser att dygnsrytmen snarare hänger ihop med planeten Tellus rörelse i rymden händer det något inom barnet. Istället för att den nya kunskapen endast läggs till den gamla sker det en inre omstrukturering av de kognitiva scheman som organiserar barnets tänkande. Först skapas en kognitiv konflikt där representationen av de nya händelserna motsäger det kognitiva schemat som tidigare använts för att strukturera elevens intryck av världen. Den följs av en reflektiv abstraktion. Det betyder att de mentala operationerna, de mentala scheman som föreligger omstruktureras så att de kan förklara och begripliggöra de nya intryck som eleven tagit in (Adey et al. 2007:86) Barnet reviderar sin tidigare uppfattning, eller byter helt tolkningsmönster så att det stämmer bättre med den värld som hon har observerat. Denna process kallas *ackommodation*. Det är denna som leder till att barnets tänkande utvecklas. Den innebär att de gamla förståelsekategorierna förändras. Ackommodationen är ett resultat av växelverkan mellan barnet och dess omgivning (Imsen 1989:228-229). Piaget menar därför att det inte räcker med att läraren förmedlar vad som är sant, utan menar istället "att förstå är att upptäcka eller att återuppbygga genom återupptäckt" (1972:26).

Aktiva lärare och kognitiv acceleration

Låt oss då gå till frågan vi ställde. Är det möjligt att förena Piagets utvecklingsteori med tanken på att en aktiv lärare ska träna kognitiv utveckling hos eleverna? Låt oss börja med det som verkar tala emot vår tes.

Tidigare har man starkt betonat de delar av Piagets tankar som handlar om den biologiska mognaden. Piaget tänkte sig att barnet utvecklas, mognar, från det sensomotoriska stadiet, vidare genom det preoperationella och det konkreta stadiet, och slutligen till de konkreta operationernas stadium. Utifrån de här tankarna på en biologisk mognad och utveckling hos barnet har efterföljare till Piaget dragit slutsatsen att man ska akta sig för att utsätta barnet för alltför svåra utmaningar. Istället bör man iaktta en viss försiktighet och låta barnets biologiska mognad göra det möjligt för svårare uppgifter. Betonar man den biologiska mognaden alltför starkt blir det mer eller mindre omöjligt att tänka sig att det går att främja elevens kognitiva utveckling. Adey et al. skriver: "At the same time, the Piagetian developmental model was often misunderstood as implying some sort of lock-step progression through 'stages', impervious to environmental influence" (2007:77). Är detta en riktig tolkning av Piaget? Adey et al. menar att detta är en felaktig förståelse. Inget kunde vara mer främmande för Piaget (2007:77). Säljö menar att när man betonar utvecklingsstadierna på ett sådant sätt leder det till en "antipedagogik". Läraren passiviserar och blir inte längre viktig (2005:120-121).

Piaget menade visserligen att medan barnet växer så utvecklas dess sinne och dess förmåga att tänka abstrakt, strukturerat och flexibelt tilltar (Adey et al. 2007:81). Visserligen sker detta genom att sinnet utvecklas i olika stadier genom fysiologisk mognad, men det sker *också* genom en process av ackommodation till händelser i den fysiska och sociala världen utanför individen (Adey et al. 2007:83).

Det är alltså en missuppfattning av Piaget att hävda att barnet lär sig själv om det placeras i rätt miljöer, och att förmedling av kunskaper är omöjlig. Matematikern David Tall skriver:

An amusing misinterpretation of Piaget's theories might lead to the deduction that a child cannot be taught conservation until he has acquired it himself, and when he has acquired it, it need not be taught, so the teacher's role is peripheral beyond providing a suitable environment for learning (Tall 1977:2).

Piagets utvecklingsmodell är vidare fullt kompatibel med tanken på en central, formbar kognitiv förmåga som består i att sammanbinda idéer, händelser och objekt (*connectivity*). Piaget tänkte sig att en central intelligens existerar och att den definieras som "the degree of sophistication of children's logical powers, which underlie performance in whatever context they are directed to" (Shayer och Adhami 2007:284).

Som jag ser det bör man utifrån den piagetanska teorin dra slutsatsen att läraren bör vara observant på sitt sätt att undervisa. Läraren bör undvika att endast förmedla figurativ kunskap och ha som mål att ge möjligheterna till kognitiv stimulans och operativ kunskap. Detta underlättas av växelverkan mellan barnet och läraren. Operativ kunskap uppstår när barnet får pröva sina uppfattningar, som responderas av läraren, så att de kognitiva schemana hos barnet revideras.

Piaget menade att skolan aktivt skall ägna sig åt att utveckla elevers tänkande. Men för att en förändring i elevens tänkande skulle räknas som en utveckling måste tre kriterier uppfyllas, menade han. För det första måste det vara en stabil förändring, och inte en förändring som försvinner med tiden. För det andra måste man avgöra om förbättringen i tänkandet (*cognitive acceleration*) innebär en avvikelse från den generella utvecklingstrenden. Utvecklas eleven bättre än sina jämnåriga? För det tredje måste man undersöka huruvida processen som startats kan tjäna som grund för nya spontana konstruktioner, eller om eleven som passivt tagit emot information från läraren kommer att sluta att utvecklas när den inte längre får någon hjälp (Adey et al. 2007:87).

2.2 Vygotskij och utveckling

Här finns inte utrymme att göra en fullständig granskning av Vygotskijs syn på utveckling. Den redogörelse som följer är ett urval gjord med ett särskilt syfte: att förstå hur Vygotskij ställde sig till frågan om utvecklingen av elevers tänkande och lärarens uppgift i denna utveckling.

Kognitiv acceleration

Vygotskij menade att all träning i skolan skulle vara riktad mot barnets kognitiva utveckling, och inte i första hand mot ämnesinläringen (Shayer och Adhami 2007:288). Vygotskij tänker sig inte utvecklingen som i första hand avhängig av biologisk mognad. Tvärtom, är det så att när eleven interagerar med sin omgivning och tar till sig andra sätt att tänka så är lärande alltid möjligt (Säljö 2005:121). Människor är alltid på väg mot att omvärdera och förändra sina sätt att tänka om världen. Tydligast utvecklar Vygotskij de här idéerna när han talar om "zone of proximal development", som i detta examensarbete kallas "den närmaste utvecklingszonen".

Poängen med att tala om en närmaste utvecklingszon är att människor alltid är på väg

någonstans i sin förståelse och uppfattning av världen. Om en elev har tillägnat sig ett visst mått av kunskaper så är eleven också nära att behärska vissa andra kunskaper. Utifrån det resonemanget definieras den närmaste utvecklingszonen som *avståndet mellan vad en elev kan göra på egen hand, och vad eleven kan göra med hjälp av andra*. Vygotskij uttryckte det enligt Shayer så här:

The zone of proximal development of the child is the distance between his actual development, determined with the help of independently solved tasks, and the level of potential development of the child, determined with the help of tasks solved by the child under the guidance of adults and in cooperation with his more intelligent partners (Shayer 2003:470).

Säljö tar exemplet med ett barn som stakande tar sig fram i läsningen. Ibland tar läsandet stopp, men med lite hjälp och stöttning av en vuxen så går läsningen fortsatt stadigt framåt (2005:122).

Den närmaste utvecklingszonen är till och med viktigare för läraren att identifiera än vad den aktuella utvecklingsnivån är (Rowlands 2003:161). Det är i utvecklingszonen som eleven är mottaglig för undervisning. Om undervisningen läggs på en lagom nivå, det vill säga, den rör sig inom utvecklingszonen, så kommer eleven att utnyttja sin tidigare erfarenhet samtidigt som hon tar till sig de abstrakta och nya grepp som läraren introducerar (Säljö 2005:123).

Aktiva lärare

Ett missförstånd som Rowlands vill gå till rätta med är att man kan hämta stöd från Vygotskij när man säger att det är tillräckligt att elever lär från varandra, och att de inte behöver en ämneskunnig lärare. Rowlands hävdar att Vygotskij menade att det är nödvändigt med en ämneskunnig lärare, som hjälper eleverna att överbrygga gapet mellan de abstrakta begreppen som skolans ämnesstudier använder, och de egna vardagsföreställningarna. Han citerar Vygotskij som säger:

Imagine a child who will develop his concept of numbers, his arithmetical thinking, only among other children, who will be left to his own devices in an environment where no developed form of arithmetical thinking exists, rather than in school or in kindergarten, i.e., without any interaction with the ideal form of adults. What do you think, will these children get far in developing their arithmetical thinking? None of them will, not even the mathematically gifted ones among them. Their development will remain extremely limited and very narrow in scope (Rowlands 2003:158).

Värdet av att lära sig tänka vetenskapligt

Precis som Piaget tänkte sig Vygotskij begreppsbildning som en avancerad process. Han säger att ett koncept är mer än summan av associationer formade av minnet, det är mer än en mental vana; det är en komplex och genuin tankehandling som inte kan bli förmedlad genom drillning (Shayer 2003:465). Eftersom begreppsbildning är en avancerad process kan undervisning inte endast vara inriktad på konkreta företeelser, utan den måste innehålla träning i abstrakt tänkande. Vygotskij hänvisar i "Thought and Language" att när utvecklingsstörda barn undanhölls träning i abstrakt tänkande förstördes också den förmågan de redan hade (Shayer 2003:466).

En av Vygotskijs mest berömda teser är den om medierande redskap. Vygotskij tänkte sig att människan genom sin utveckling har skapat en mängd redskap som vi använder i vår sociala praktik. Exempelvis använder sig människor av listor när hon ska handla. Då fungerar

listan som en förlängning av vår kropp, och stöder vårt minne. Förutom de fysiska redskapen tänker sig Vygotskij att vi även använder oss av psykologiska redskap, såsom siffror, alfabet, klassifikationer och begrepp av olika slag, så kallade artefakter (Säljö 2005:118-119). Ofta brukar man betona att dessa redskap är teoriimpregnerade. De är alltså inte ”rena från information”, utan är insatta i ett socialt sammanhang där de används på ett givet sätt. Vårt i särklass viktigaste redskap är språket.

Att språket är ett konstruerat redskap har fått vissa att använda sig av Vygotskij för att kritisera den traditionella uppfattningen att matematik är absolut och värderingsfri. Exempelvis säger Crawford i artikeln ”Vygotskian Approaches in Human Development in the Information Era”

Vygotsky's view of human learning, and the developmental experience of being and acting in a cultural context, challenges many of the epistemological beliefs and assumptions underlying educational practice. In particular, it challenges traditional views of mathematics as value free, objective and divorced from everyday personal concerns[...] (Rowlands 2003:158).

Rowlands menar att detta är helt fel och anför följande citat av Vygotskij som stöd: ”Absolute correctness is achieved only beyond natural language, in mathematics. Our daily speech continually fluctuates between the ideals of mathematical and of imaginative harmony”(Rowlands 2003:158). Vygotskij kan alltså inte sägas ha varit helt främmande för tanken att matematiken är absolut och värderingsfri.

Skolan är enligt Vygotskij en institution där människor kommer i kontakt med tankar och begrepp som skiljer sig från dem som de möter i vardagen. Ofta saknar barnet direkta erfarenheter av objektet för lärande. Därför är lärarens uppgift viktig. Lärandet måste gå ”uppifrån och ned”, det vill säga från de abstrakta begreppen som barnet inte har någon erfarenhet av till dess vardagsföreställningar. För att det ska vara möjligt måste läraren agera som medierande redskap. Det betyder att läraren ska hjälpa barnet att knyta ihop den mer abstrakta kunskapen med barnets föreställningar, det vill säga hjälpa eleven att överbrygga gapet mellan det okända och det kända (Säljö 2005:125-126). På så sätt kan de ”vetenskapliga begreppen” resa de spontana föreställningarna till en högre nivå (Rowlands 2003:161).

Vygotskij menade sammanfattningsvis att det är önskvärt att eleven tillgodogör sig de vetenskapliga begreppen och inte konserveras i sina vardagsföreställningar. Lärarens uppgift är att påskynda elevernas begreppsbyggnad och därigenom deras kognitiva utveckling. Det görs möjligt genom att läraren anpassar sin undervisning till elevens närmaste utvecklingszon.

2.3 Sammanfattning

Det är inte främmande för vare sig Piaget eller Vygotskij att tänka sig att undervisningen i skolan ska syfta till att främja elevens kognitiva utveckling, och att läraren bör ha en aktiv roll i denna utveckling. Båda menar att skolans undervisning ska göra en skillnad där eleverna utvecklas snabbare bland annat genom lärarens aktiva ingripande.

3. Kognitiv acceleration genom kognitiva konflikter

Vi har alltså konstaterat att Adey et al. menar att det kan vara fruktbart för skolan att laborera med tanken på en central kognitiv färdighet som kallas för intelligens, och som kan tränas. Vidare har konstaterats att man kan förankra tanken på att skolan aktivt ska träna kognitiv utveckling i både Piagets och Vygotskijs teoretiska ramverk. Nu ska vi ta oss an frågan: Hur gör man? Hur går det till när den kognitiva förmågan tränas och utvecklas?

Bakgrund

Som tidigare nämnts är Piaget känd för sina modeller över barnets utvecklingsstadier: Det är först i det abstrakta tänkandets stadium som barnet kan uppleva omgivningen genom ord och begrepp, istället för att endast göra det genom direkta erfarenheter. Enligt Shayer och Adhami är det dock bara 20 % av eleverna i skolan som når det utvecklingsstadium som Piaget hade förutspått dem till. Övriga 80 % av eleverna når inte upp till den förutsedda utvecklingen. Det betyder att de kommer att tycka att undervisningen i skolan är för svår i de fall där undervisningens innehåll har anpassats efter Piagets utvecklingsmodeller. Man kan också tolka det som att 80 % av eleverna inte infriar sin potential av kognitiv utveckling. De kunde ha nått mycket längre fram. Detta var grunden till projektet CAME (Cognitive Acceleration in Mathematics Education) (2007:269-270).

Resultat av CAME-projektet

Adey säger att de som fick motta CAME-undervisning generellt sett förbättrade sina studieresultat relativt till de grupper som inte fick samma chans. Man kunde till och med spåra en förbättring flera år efter undervisningen, inte bara i naturvetenskap utan även i matematik och till och med i engelska. Av detta drar Adey slutsatsen att det är väl värt mödan att arbeta med kognitiv acceleration i skolan. Han ger även förslag till hur man skulle kunna göra det inom skolämnet historia (1994:50-54).

Det verkar alltså finnas stöd för att de som arbetar med att utveckla elevers intelligens också kan skörda goda resultat. Samtidigt kan man naturligtvis finna andra förklaringar till CAME-projektets framgång. Andra forskare har föreslagit att eleverna, som under projektet fått arbeta i grupp där de tillsammans diskuterat och argumenterat för olika lösningar, fått ett ökat självförtroende och att det är detta som ger den goda effekten. Andra menar att effekten kommer av att kommunikativa färdigheter tränats under projektet. Adey menar dock att effekten kommer av att den kognitiva utvecklingen har accelererats av undervisningen och att detta har visat sig genom att elevernas kunskaper har kunnat växa snabbare även i andra ämnesområden. Han säger att man borde fortsätta att testa CAME-projektets modell där man tänker sig att eleven har en central kognitiv processor som är mottaglig för influenser från undervisning. Om det i framtiden visar sig att undervisning i historia som syftar till kognitiv acceleration även främjar kunskapsutveckling inom naturvetenskap borde detta tyda på att denna tes är riktig (Adey 1994:50).

Kognitiva konflikter som ett sätt att utveckla intelligens

Detta examensarbete ämnar inte gå in närmare på CAME-projektets fördelar och nackdelar. Istället nöjer vi oss med att konstatera att det förefaller möjligt att framkalla kognitiv acceleration med hjälp av bland annat kognitiva konflikter, och att de som har gjort det kan visa upp goda resultat. Eftersom effekten är så stark att träningen inte bara förbättrar prestationerna inom matematik och fysik, utan även smittar av sig på andra ämnen, är kognitiv acceleration inte bara möjlig utan i högsta grad önskvärd. Som tidigare nämnts är kognitiva konflikter en av hörnpelarna i CAME-projektet. Vad menas då med kognitiva

konflikter?

En kognitiv konflikt är den smärta och otillfredsställelse en individ upplever när dennes nuvarande föreställningar inte är kraftfulla nog att lösa ett dilemma (Shayer 2003:478). Låt oss minnas hur kunskapsstillväxten ser ut enligt Piaget. Piaget menade att kunskapsstillväxten i normala fall sker genom att assimilation och ackommodation skapar ett jämviktsläge, "ekvilibrum". I vissa fall klarar inte de här processerna av att lösa konflikten utan ett disekvilibrum uppstår.

Disekvilibrum är ett spänningsfyllt tillstånd. Eleven drivs därför till att lösa konflikten genom att noga undersöka grunderna för de båda motstridiga påståendena och med hjälp av kreativt och kritiskt tänkande lösa den inbördes konflikten (Movshovitz-Hadar och Hadass 1990:266). Detta är vad som menas med en kognitiv konflikt. Det betyder alltså att de mentala scheman som existerar i vårt huvud inte räcker till för att förstå de sinnesintryck som man utsätts för. Det måste till en omvärdering, en omstrukturering av de mentala schemana. Det betyder att man måste lära sig att se saker på ett nytt sätt. Lärande är alltså enligt detta sätt att tänka inte bara att lägga ny kunskap till gammal, utan att lära sig att se begrepp och relationer på ett nytt sätt. Anledningen till att man använder sig av kognitiva konflikter i undervisningen är att tvinga eleverna att tänka om, att locka dem att se saker från ett annat perspektiv. Den kognitiva konflikten måste lösas för att tänkandet ska accelerera (Movshovitz-Hadar och Hadass 1990:265).

En lärare kan använda sig av "paradoxer" för att framkalla kognitiva konflikter och på så sätt träna elevernas kognitiva förmåga. Det går till så att man ställer studenten inför två idéer som båda verkar vara riktigt underbyggda. När studenten inser att trots att båda idéerna verkar riktiga så är de inbördes motstridiga uppstår den kognitiva konflikten inom studenten (Movshovitz-Hadar och Hadass 1990:265).

Av detta bör läraren lära sig två saker. Det första är att eleven måste ha frihet att fela. Det är genom att först fela och sedan inse vad felet leder till, som den kognitiva konflikten uppstår, som i sin tur leder till ackommodation och att de kognitiva schemana omstruktureras (Movshovitz-Hadar och Hadass 1990:266). Det är först då som den riktiga kunskapen växer till. Movshovitz-Hadar och Hadass skriver: "We believe, as many Piagetians do, that experiencing a cognitive conflict is essential to the occurrence of what Piaget termed 'true learning', that is the acquisition and modification of cognitive structures" (1990:283).

Det andra en lärare kan lära av det här är att elevens felaktiga svar är kanske lika intressanta som de rätta. När en elev har svarat felaktigt kan det finnas en inneboende logik i det felaktiga svaret. Om läraren finner denna logik blir det möjligt för denne att utmana denna logik och genom att leda den till paradoxer och kognitiva konflikter hjälpa eleven att växa i kognitiva färdigheter. Resultatet av en sådan process är vidareutveckling, förfining och rening av matematiska föreställningar, menar Movshovitz-Hadar och Hadass (1990:266). Tall menar att tillväxten av matematisk kunskap inte kan beskrivas som kontinuerlig, utan att den snarare bör beskrivas genom tvära hopp (1977:1). Tillväxten av matematisk kunskap kan därför liknas vid trappsteg – plötsligt faller saker och ting på plats, och man ser hur saker och ting hänger ihop. Det som tidigare varit motsägelsefullt uppfattas nu som logisk struktur. Det sker när studenten omstrukturerar sina inre kognitiva scheman.

Dock bör man iaktta en viss försiktighet när man undervisar genom kognitiva konflikter. Studenter tenderar att bli modlösa och uppgivna när de ställs inför faktum som motbevisar deras tidigare föreställningar. Det gäller dock främst i inledningsfasen. Sedan vänjer sig studenterna vid undervisningsmetodiken och anpassar sig efter den (Movshovitz-Hadar och Hadass 1990:276).

4. Sokratisk metod och kognitiva konflikter

Syftet med examensarbetet är att undersöka vilken betydelse kognitiv acceleration kan ha för fysik- och matematikundervisning. För att det inte skulle bli en rent akademisk diskussion om intelligens och kognitiva färdigheter innefattade syftet även att undersöka en undervisningsmetod som tränar elevernas begreppsuppfattning och därigenom utvecklar deras kognitiva förmåga. Därför kommer jag i det fjärde kapitlet att undersöka hur Sokratisk frågemetod kan användas i detta syfte. Särskilt kommer användning av Sokratisk metod inom mekanikundervisning att uppmärksammas.

4.1 Sokrates

Från den klassiska litteraturen lär vi känna Sokrates. Sokrates var av samtiden känd som en mindre fager man som gick runt och ställde obehagliga frågor. Med detta hade han ett bestämt syfte. Han hade nämligen upptäckt att frågor och vardagliga samtal kunde användas för att frigöra förnuftsverksamheten hos människor. Till detta hade han sin mor som förebild. Hon var barnmorska och förlöste barn. Sokrates å sin sida såg det som sin uppgift att frigöra idéer som fanns hos själen, men som inte kommit fram. Han ville genom "eftertanke få det dunkelt anade att träda fram i full klarhet" (Lindström 2005:48, 53-54).

Sokrates sägs ha utbildat slaven Meno i geometri endast genom att ställa frågor till honom. Sokrates förutsåg vad slavens felaktiga begreppsförståelse hade för konsekvenser och kunde därför med hjälp av skickligt valda frågor få honom att inse hur saken egentligen låg till. Genom att ställa frågor som utmanade pojken förförståelse insåg pojken till slut att arean av en kvadrat inte är proportionell mot längden av dess sida. Sokrates ställde alltså sina frågor så att svaret byggde på att den svarande själv kritiskt granskade sina tidigare föreställningar.

4.2 Att använda Sokratisk frågemetod i klassrummet

Även dagens lärare kan använda sig av "Sokratisk frågemetod", (så kallad "majeutik", vilket egentligen betyder förlossningskonst). Det kan gå till såhär: läraren upptäcker en outvecklad begreppsförståelse hos en elev och använder sig av den outvecklade begreppsförståelsen som en falsk premiss. Utifrån den falska premissen ställer läraren en serie riktade frågor till eleven, frågor som till slut ska leda till orimliga slutsatser. Härigenom framkallas en insikt hos eleven att premissen är felaktig, och en kreativ process startar för att nyformulera en premiss som inte leder till samma motsägelse. Om processen får en godartad utgång har eleven tillgodogjort sig den begreppsförståelse som läraren önskade förmedla, och elevens tänkande har därmed utvecklats. Den nyformulerade premissen bygger på att eleven har reviderat sina tidigare föreställningar. Lindström skriver om Sokratisk frågemetod: "Får eleverna driva sin tankegång tillräckligt, visar det sig ofta att missuppfattningar är självförstörande. Eleverna upptäcker sina misstag och kan korrigera dem, under förutsättning att de får lämpliga ledtrådar genom väl valda frågor" (2005:50-51).

Man ska lägga märke till att Sokratisk frågemetod är en form av indirekt kunskapsförmedling. Det är inte självklart att läraren uttryckligen talar om vad det är eleven ska lära sig. Genom att ställa de rätta frågorna kan läraren utmana elevernas tidigare föreställningar och på så vis utvecklas deras tänkande (Rowlands et al. 1997:51). Denna frågemetod ska inte förväxlas med vad man kan kalla "lotsning". Sokratisk frågemetod består inte i att ge elever *psykologiskt* ledande frågor, utan *logiskt* ledande frågor. Jag menar att detta blir särskilt tydligt när man betänker att läraren måste anpassa sina frågor efter svaren som eleverna ger.

Frågornas funktion

När man använder frågor som undervisningsmetod så har det en dubbel funktion, menar Rowlands et al. Dels så diagnostiserar de elevernas kunskaper. Det är avgörande för att läraren ska kunna bedöma mot vilket mål eleverna ska kunna utvecklas. Dels är frågorna lärande, eftersom de leder elevernas tankar mot den önskade begreppsförståelsen. Det är ofta först när eleverna förstår att den tidigare begreppsförståelsen är felaktig och leder till motsägelser som de öppnar sig för att söka en mer korrekt förståelse (1997:53-54).

Det är dock möjligt att läraren misstar sig när han med frågor försöker avläsa begreppsförståelse hos eleverna. Eleven kan ha lärt sig svaren på frågorna mer eller mindre utan till, och det som läraren trodde var operativ kunskap, var i själva verket inget annat än figurativ kunskap. För att kontrollera detta fenomen kan läraren ställa parallella frågor. Det betyder att man ska efterfråga samma begreppsförståelse, men variera uttrycken. Om frågorna handlar om andra koncept förstörs hela försöket eftersom eleverna blir förvirrade. Frågorna måste alltså vara av kvalitativ art, ej av kvantitativ art (Rowlands et al. 1997:51).

När man försöker använda den sokratiske frågemetoden i klassrummet märker man att vissa elever kan utveckla sina intuitiva idéer med förbluffande uthållighet och få dem att hänga ihop på ett imponerande sätt. De elever som har välutvecklade intuitiva tankesystem kommer att möta desto större kognitiva konflikter när detta tankesystem visar sig leda till anomalier och motsägelser (Rowlands et al. 1997:54).

Kan då läraren veta om en kognitiv konflikt har utbrutit hos eleverna? Om det inte skulle vara möjligt att veta det, skulle man kunna invända mot metoden att den är farlig. Efter att en kognitiv konflikt har utbrutit måste den lösas. Och eleverna måste uppmuntras. Annars tror jag att man riskerar att åstadkomma förvirring och stuka deras självförtroende. Rowlands et al. menar att det är möjligt att lära sig se och känna igen kognitiva konflikter hos eleverna. När den elev som får frågan tystnar, rynkar pannan, ”försvinner iväg”, kan det vara tecken på att en kognitiv konflikt pågår inom eleven (1998:21). I exempeldialogen nedan utmärks dessa som ”kritiska moment”. Förhoppningsvis leder det här till att de kognitiva schemana omstruktureras och ackommodation äger rum.

Teoretisk förankring

Sokratisk frågemetod kan förankras både i Piagets och i Vygotskijs teoretiska ramverk. Utifrån Piaget kan man tänka sig att eleven redan inom sig äger tankeoperationer som rymmer logiska strukturer. Då blir det lärarens uppgift att anknyta till de tankestrukturer som redan finns, och så locka eleven till ackommodation (Piaget 1972:24).

Man kan också tala om Sokratiske frågemetod med Vygotskijs begrepp ”Zone of proximal development”. I så fall utgör elevernas felaktiga förförståelse den ena änden av zonen, och den andra änden utgörs av den önskade begreppsförståelsen. Mellan dessa står den serie av parallella frågor som läraren är beredd att ställa för att hjälpa eleven att rekonstruera den önskvärda förståelsen (Rowlands et al. 1997:55). Från ett vygotskijanskt perspektiv kan man påpeka att man bör vara försiktig med att använda kvalitativa frågor till att diagnostisera kunskap. Vygotskij var till skillnad från Piaget medveten om att man påverkade elevens tänkande genom att undersöka dennes tankar. När man ställer kvalitativa frågor så startar man tankeprocesser. Det är vanskligt att beskriva system vars processer man förändrar genom observation.

Sammanfattningsvis kan man säga att sokratiske metod verkar vara ett intressant redskap för att framkalla kognitiva konflikter, och därigenom driva på kognitiv utvecklingen hos eleverna. Vi ska se lite närmare på hur det går till när man undervisar i mekanik, och vad en sådan undervisning bygger på för premisser.

4.3 Sokratisk metod i mekanikundervisning

Bakgrund

Rowlands, Berry och flera andra forskare har påpekat att elever i engelska skolor ofta saknar grundläggande förståelse för Newtons mekaniska lagar. Alltför ofta hänger det ihop med att lärare inte tränar elevernas konceptuella utveckling. Istället för att betona begreppsförståelse går de ofta alltför kvickt in i den algebraiska delen av problemlösningarna. Det resulterar i att elever inte lär sig skilja mellan kraft och rörelse på ett adekvat sätt.

Resultatet av missriktade undervisningsstrategier blir att eleverna inte får chansen att tillgodogöra sig mekaniken som ett sätt att modellera världen. En klyfta uppstår mellan det man önskar att eleverna ska lära sig och det de verkligen lär sig. Istället för att tillgodogöra mekanikens sätt att göra en modell av världen, och de antaganden och förenklingar som detta bygger på, tränas elever i alltför hög grad i att tillämpa matematiska metoder för att lösa förenklade problem (Berry och Graham, 1991:750). På så vis försummas elevernas kognitiva utveckling.

Förslag till åtgärd

Rowlands och andra menar därför att undervisningsstrategierna bör utformas så att eleven närmar sig en kvalitativ förståelse av kraftbegreppet. Målet är att eleverna ska förstå hur kraftbegreppet strukturerar newtoniansk mekanik och hur newtoniansk mekanik gör en koherent modell av världen. En sådan undervisningsstrategi måste utformas så att eleven får sina felaktiga föreställningar utmanade. För att uppnå detta menar Rowlands et al. att man kan använda *parallella begreppsfrågor* – ”concept and parallel questions” (2007:36). Meningen är att de parallella frågorna ska hjälpa eleven att inse motsägelserna i den egna uppfattningen. Lärarens roll är att demonstrera att elevens begreppsförståelse leder till anomalier som kan lösas av den newtonianska mekaniken.

Exempeldialog

Betrakta följande dialog mellan lärare och elev som exempel på hur sokratisk frågemetod kan användas. (Exemplet är hämtat ifrån Green, Marcel, McWilliam och Rowlands 1998:105).

”Tänk dig att du släpper en sten från en höjd vid ett stup. Samtidigt kör en bil utför stupet i 80km/h. Kommer de att nå botten samtidigt? (Bortse från luftmotstånd).”

Svar från eleven	Motfråga från läraren
1. - Den horisontella hastigheten gör bilens sträcka längre, och därför kommer stenen ner först.	- Finns det en resulterande kraft som verkar?
2. - Ja, eftersom bilen rör sig framåt.	- Betrakta rörelsen endast i den horisontella dimensionen. Fanns det någon resulterande kraft som verkade på bilen precis innan den körde utför stupet?
3. - Nej, om hastigheten är konstant.	- Vilken är den resulterande kraftens horisontella verkan när bilen har kört utför klippan?
4. - Det finns ingen (<i>kritiskt moment</i>). Bilens väg är inte rak,	- Faller båda objekten?

så den kommer att komma ner
långsammare

5. - Ja - Faller de med samma hastighet?
6. Inget svar - Vilka resulterande krafter verkar vertikalt?
7. - Gravitationskraften - Är den densamma för stenen och bilen?
8. - Ja - Så vilket av objekten faller snabbare?
9. - De måste falla med samma hastighet (*kritiskt moment*) - Kommer de att nå botten samtidigt?
10. - Ja, men bilen landar framför stenen.

Premisser

Det sätt att använda Sokratisk metod som här undersöks vilar på vissa premisser som här kort presenteras. När en människa som aldrig tidigare har läst mekanik börjar studera Newtons universum så för hon med sig en rad ”felaktiga föreställningar”. Hon tillskriver världen egenskaper som den inte har. Paradoxen på den här företeelsen demonstreras när en lärare slänger upp en boll i luften. Om frågan ställs: ”vilka krafter verkar på bollen när den har lämnat handen och är på väg upp i luften?” får man ofta svaret: ”en kraft som drar bollen uppåt.” Men det är dessvärre fel. Sedan bollen har lämnat handen verkar endast en kraft på bollen: gravitationskraften. G-kraften bromsar bollens hastighet tills den stannar i luften och vänder neråt.

Varifrån kommer de felaktiga föreställningarna? Tidigare har forskare tänkt sig att elevernas felaktiga föreställningar härrör ur ett väl utvecklat tanke-system, en teori som inte är kompatibel med det newtonianska. Rowlands et al. menar dock att man inte kan förutsätta detta. Det kan mycket väl vara så att de intuitiva föreställningarna om kraft och rörelse uppstår spontant när eleverna för första gången tvingas resonera kring kraft och rörelse. Visserligen är det så att de bär med sig vardagliga erfarenheter in till klassrummet, men deras föreställningar kan inte förutsättas vara formade innan de blir uppenbarade (2007:25).

När Rowlands et al. ska förklara vad de menar med ”felaktiga föreställningar” använder de sig av en forskare som heter Howard, och hans förklaring av begreppet kognitivt schema. Howard menar att ett schema består av ett antal kluster av relaterade föreställningar som hjälper oss att kategorisera våra intryck av världen så att vi förstår den. Ett schema innefattar förväntningar av hur världen är organiserad. Låt oss tänka på hur det är när vi går in i ett mörkt rum. Plötsligt ser vi ett par ögon glimma till i mörkret. När vi sett dem så aktiveras omedelbart förväntningar om att det bland annat ska finnas ett ansikte med mun (2007:27).

När ett kognitivt schema aktiveras sker detta på grund av att vi noterar ett dominant karaktärsdrag hos en företeelse. Innan elever tillgodogjort sig tankeföreställningarna i Newtons mekanik noterar de så att säga ”fel karaktärsdrag”. Istället för att fokusera på kroppens rörelse fokuserar de på något av de dominanta karaktärsdragen i rörelsen, såsom exempelvis hur tung kroppen är (Rowlands et al. 2007:27-28).

Poängen Rowlands et al. vill göra är att de felaktiga föreställningarna verkar vara situationsspecifika. Olika minnen aktiveras beroende på vilken dominant karaktärsdrag som finns i den specifika situationen, och kommer alltså inte från något konsekvent felaktig begreppsförståelse (2007:29).

De kognitiva schemana är inte så lätta att ändra. När vi väl tränats i att uppfatta världen på ett visst sätt sitter detta relativt fast. Därför ignorerar vi anomalier; data som stör vårt sätt att uppfatta världen tränger vi bort tills dessa data utmanat oss till den grad att vi tvingas revidera våra kognitiva scheman (Rowlands et al. 2007:27). Det är endast genom att de tidigare uppfattningarna utmanas som de kan förändras. Om de inte utmanas och revideras finns det en risk att eleven endast tar till sig den naturvetenskapliga kunskapen såsom ”rätta svar”. Hon bär med sig de rätta svaren från fysik- eller matematiklektionen, men har inte i grunden ändrat sitt sätt att tänka.

Detta är en av huvudpöngerna med att använda Sokratisk metod i undervisningen. Om elevens vardagliga föreställningar inte på allvar utmanas är de svåra att rucka på. För att kunna återupptäcka newtoniansk mekanik måste eleven föras till den punkt där hon inser att den tidigare uppfattningen är motsägelsefull och behöver revideras. Läraren måste framkalla en kognitiv konflikt som sedan löses och på så vis återupptäcker eleven Newtons mekanik. Endast på detta sätt kan elevens begreppsutveckling och kognitiva förmåga utvecklas.

Rowlands et al. förutsätter att begreppsförändringar är revolutionära. De tar avstånd från exempelvis Glasersfeld som menar att det sker gradvis modifieringar av begreppsförståelsen när elever tillägnar sig newtoniansk förståelse av kraftbegreppet. Rowlands et al. menar att det är fråga om en grundläggande paradigmatiske förändring (2007:32-33).

Till denna tes hämtar de stöd från Nersessian, som menar att det inte är tillräckligt att arrangera om de befintliga representationerna av koncepten, utan att det måste utarbetas ett *helt nytt ramverk* som koncepten ska placeras in i (Rowlands et al. 1999:245).

4.4 Sammanfattning

Eleverna bär med sig felaktiga föreställningar om hur världen fungerar in i klassrummet. Att ändra på dem och få dem att tillgodogöra sig det newtonianska tänkandet är en utmaning. De kognitiva schemana som tidigare har befästs genom erfarenheter kan bara förändras om de först *utmanas*. Lärarens mål bör vara att visa eleverna de inneboende motsättningarna i deras tänkande. Först när eleverna utmanats och insett att de medhavda föreställningarna leder till paradoxala resultat kan en grundläggande paradigmatiske utveckling av deras tänkande äga rum. Först då sker den kognitiva utveckling som vi efterlyste.

Själva poängen med att använda Sokratisk frågemetod i syfte att påverka den kognitiva utvecklingen ligger i att Sokratisk frågemetod utgår från elevens aktuella utvecklingszon. Genom att utgå från den förståelse eleven redan äger, och utmana den genom att framkalla kognitiva konflikter, så tvingas eleven tänka kritiskt till sin tidigare uppfattning, vilket främjar kognitiv acceleration hos eleven.

5. Enkätfrågor och svar

Till de 200 enkäter som jag skickade kom det endast in 14 svar, och där en av lärarna endast svarade på en fråga. Svaren redovisas i bilagan. I detta kapitel diskuterar jag resultatet av svaren, men om du som läsare ska kunna följa med vad diskussionen refererar till bör du hålla ett öga på vad som står i bilagan.

Är fysik- och matematiklärare beredda på en förändring av läroplanen som säger att skolan ska odla elevers intelligens? Tyvärr ger enkätundersökningen oss inga tillförlitliga svar. Svaren på undersökningens första och andra fråga antyder dock att många lärare ser fysik- och matematikundervisning som ett redskap att träna den logiska förmågan eller förmågan att lösa problem. Tillsammans med den allmänbildande effekten av matematikundervisning så sågs den här effekten som den viktigaste. De här två skälen till varför man läser matematik dominerade svaren på enkätens första fråga. Hade enkäten gett fler svar med samma svarsfördelning hade man kunnat dra slutsatsen att beredskapen för en läroplan som säger att skolan ska odla intelligens är relativt god hos fysik- och matematiklärare.

Svaren på enkätens tredje fråga kategoriserades enligt följande. Tanken på intelligens som något som berör endast tänkandet tänktes vara ett alternativ, och de som inkluderade sociala förmågor tänktes vara ett annat alternativ. Fördelningen här var sådan att tio lärare definierade intelligens i den förstnämnda kategorin och tre i den senare. Tyvärr är fördelningen inte alls generaliserbar eftersom jag misstänker att bortfallet snedvrider fördelningen kraftigt. Svaret på frågan har använts på ett annat sätt. De som ville inkludera sociala förmågor i intelligensen har i svarsredovisningen av fråga fyra till fråga tio redovisats efter plustecknet.

Vidare var det en majoritet av lärarna som trodde att intelligens kunde påverkas av undervisning. Endast två av fjorton svarade blankt nej på den fjärde frågan och hänvisade till att intelligensen skulle vara medfödd. Tyvärr är inte frågan entydigt ställd. I efterhand har jag upptäckt att när vissa skriver att intelligens kan påverkas av undervisning så menar de att det snarare handlar om att använda den redan befintliga intelligensen. Därför är frågan reliabilitet låg – den har uppfattats på olika sätt.

Slutligen kan man av enkätens resultat se att ungefär hälften av lärarna tror att man stimulerar elevernas intelligens genom att låta dem lösa problem. Tyvärr lider undersökningen av att jag inte definierade begreppet ”stimulera intelligensen” på förhand. Vissa tänker sig nog att det handlar om en tillfällig förbättring som bara sker inom det logiska tänkandets område. Andra tänker sig kanske att det handlar om en bestående förbättring som påverkar en central logisk intelligens som inte är isolerad till logiskt tänkande.

Av undersökningens resultat har jag lärt mig att om en sådan här undersökning ska vara meningsfull bör begreppen noga definieras för dem som ska delta i undersökningen. Intelligens är ett mångtydigt begrepp och för att frågeundersökningen skulle kunna kopplas till övriga delen av arbetet hade det kanske varit en god idé att skicka med arbetets första kapitel som en förklaring till vad jag menar med begreppet.

6. Diskussion

6.1 *Intelligens i skolan?*

Examensarbetets första kapitel är grundläggande. Här diskuteras frågan om vad intelligens är, och det nämns också några vetenskapliga rön som pekar mot att intelligens existerar och att det kan definieras som en ämnesövergripande förmåga att sammanbinda idéer med varandra. Det finns vidare belägg för att denna förmåga är formbar, mottagbar för träning. Den kan påverkas. Om fortsatt forskning ger ytterligare stöd till de här upptäckterna borde skolans arbete anpassas efter detta. Att träna intelligens borde i så fall vara ett av skolans viktigare uppdrag. ”Intelligensträning” borde få en betydligt mer framträdande plats i framtida läroplaner än vad det har i den nuvarande.

Arbetets första kapitel är en presentation av intelligens utifrån ett bestämt synsätt. Inga andra synsätt presenteras. Om jag skulle arbeta vidare med den här frågan skulle det vara nästa steg att ta. En studie där man ger argument pro et contra – för och emot – existensen av en central formbar intelligens hade varit ett rimligt nästa steg att ta i forskningsarbetet. För mig som tidigare inte har studerat frågan om intelligens var det dock nödvändigt att i denna uppsats avgränsa mig till att studera ett synsätt, särskilt med tanke på att jag ville undersöka undervisningsmetoder som tränade den kognitiva förmågan.

Om det nu är så att intelligens existerar, och att den kan tränas hos alla människor borde det få följder för lärares verksamhet och sätt att tänka. Istället för att ignorera frågan borde den komma upp på agendan. Hur gör vi för att träna elevers sätt att tänka, borde frågan vara. Om vi ignorerar frågan om intelligens och låtsas att den inte existerar finns det en risk att vi underlåter att stimulera intelligens hos eleverna. Det skulle vara att svika vårt uppdrag som pedagoger. Kanske är det särskilt de svagaste eleverna som behöver utmaningar, stöd och stimulans för att deras kognitiva förmåga ska utvecklas. Det får de inte om man låter bli att tala om kognitiv utveckling.

Om skolans uppdrag skulle innehålla odlandet av intelligens skulle det dock inte innebära några dramatiska följder. Det betyder inte att lärare ska sluta att undervisa i sina ämnen. Det betyder att när de har ämnesundervisningen så vinnlägger de sig om att också den ämnesövergripande färdigheten ”intelligens”, som en förmåga att se mönster, samband, mellan ting, idéer och relationer.

I det andra kapitlet undersöktes huruvida kognitiv acceleration kunde förankras i kognitionsvetenskapliga teorier som Piaget och Vygotskij lagt fram. Utifrån det resultat som presenteras kan man hävda att det går utmärkt att förankra tanken på att skolan ska syssla med kognitiv acceleration – intelligensträning – hos de nämnda teoretikerna. Båda menade att kognitiv utveckling och begreppsutveckling var beroende av skolans undervisning. Ingen av dem menade att elevers tänkande utvecklas per automatik vare sig genom biologisk mognad, vilket ibland tillskrivs Piaget, eller genom att befinna sig i en miljö tillsammans med jämnåriga kamrater, vilket ibland tillskrivs Vygotskij. Piaget menade dock att undervisningen måste utmana vedertagna kognitiva strukturer och Vygotskij menade att läraren måste anpassa undervisningsnivån till elevens närmaste utvecklingszon.

En undervisningsmetod som kan anpassas för att svara mot båda dessa krav är Sokratisk undervisningsmetod. Med hjälp av frågor kan läraren utmana elevers inre kognitiva strukturer, och få dem att revidera sina tidigare begreppsuppfattningar och utveckla sitt tänkande. Läraren kan med hjälp av konceptuella frågor överbrygga avståndet mellan elevers befintliga utvecklingszon och den potentiella. I en skola där man avsiktligt går in för att odla elevers intelligens kan Sokratisk frågemetod sägas vara en undervisningsmetod som är intressant.

För att träna elevers intelligens kan en lärare använda många olika metoder. Givetvis anpassar den skicklige pedagogen sina undervisningsmetoder till de elever pedagogen har

ansvar för. Sokratisks metod är ett förslag som kan vara intressant. Användningen av kognitiva konflikter behöver dock inte begränsas till Sokratisks frågemetod. Man kan också tänka sig att man använder paradoxer i undervisningen på ett mer generellt plan. Att dividera med noll är ett exempel. Genom att dividera med differensen mellan två lika stora uttryck kan man med hjälp av algebra bevisa orimliga påståenden, som exempelvis att $2 = 1$. Eleverna kan utsättas för en sådan bevisföring som till synes följer algebrans alla regler, men ändå producerar orimliga resultat. Och lämnas till att själva avslöja felet. Se följande exempel:

Anta att	$a = b$
Multiplitera sedan båda sidorna med a	$a^2 = ab$
Addera $a^2 - 2ab$ till båda leden	$a^2 + a^2 - 2ab = ab + a^2 - 2ab$
Bryt ut faktor 2 och förenkla det andra ledet	$2(a^2 - ab) = a^2 - ab$
Dividera båda leden med $a^2 - ab$	$2 = 1$

När elever utsatts för en sådan förvånande upptäckt att 2 och 1 är samma sak borde det leda dem till att ifrågasätta både den egna tidigare kunskapen, och kanske också de matematiska metoderna. Vari ligger felet?

Är då lärare intresserade av att odla intelligens i skolan? Tyvärr gav oss enkätundersökningen inga säkra svar, samtidigt som de antyder att en del lärare ändå tänker i de banorna. Men enkätundersökningen kan ändå ha ett värde. Om jag skulle gå vidare med frågan om vad lärares inställning till intelligensodling i skolan har jag goda förutsättningar. Svaren som lärarna gav gör det enkelt att skapa färdiga svarsalternativ till en ytterligare undersökning. Färdiga svarsalternativ skulle göra att resultaten blir kvantifierbara och på så vis kommer de att kunna generaliseras på ett helt annat sätt. Jag skulle använda examensarbetets litteratursökning som en teoretisk precisering av begreppet intelligens och hur den kan stimuleras, och svaren på enkätundersökningens frågor skulle utgöra de färdiga svarsalternativen. Sedan skulle jag åka ut till slumpvist valda skolor och låta ca 50 lärare besvara enkäterna. Från denna undersökning skulle mer användbara slutsatser kunna dras.

6.2 Slutsats

Hur kan intelligens odlas i skolan? Frågan förutsätter att begreppet intelligens svarar mot något som existerar och att en sådan förmåga kan tränas i skolan. Detta examensarbete har funnit att det är både möjligt och önskvärt att arbeta med kognitiv acceleration, som kan beskrivas som ”intelligensodling”, i skolan. Arbetet har också visat att det är möjligt att ta fram konkreta förslag hur detta ska gå till. Det kan ske genom att arbeta med kognitiva konflikter och sokratisks metod. Kanske finns det fler lärare som aktivt arbetar med frågan om hur de ska stimulera sina elevers intelligens. Förhoppningsvis kan det här arbetet vara en hjälp på vägen för dem.

Källförteckning

- Adey, P. (1994). Cognitive acceleration: Science and other entrances to formal operations *LLF- Berichte* (7), 49-63.
- Adey, P; Csapo, B; Demetriou, A; Hautamäki, J, och Shayer, M. (2007). Can we be intelligent about intelligence?: Why education needs the concept of plastic general ability. *Educational Research Review*. Vol. 2, Issue 2, 75-97
- Berry, J. och Graham, T. (1991). Using concept question in teaching mechanics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* Vol.22, No.5, 749-757.
- Green, K; Marcel, M; McWilliam P; och Rowlands, S. (1998, november, 14) *Research report on the classroom implementation of the socratic method in mechanics*. Paper presenterat vid Proceedings of the BSRLM, University of Leeds.
- Imsen, G. (1989). *Elevers värld. Introduktion till pedagogisk psykologi*. Lund: Studentlitteratur.
- Lindström, L. (2005) Sokrates och samtalskonsten. Forsell, A. (Red.) *Boken om pedagogerna* (s.47-77). 5:e uppl. Stockholm: Liber AB.
- Läraryboken 08/09*. (2008). Stockholm.
- Movshovitz-Hadar, N. och Hadass, R. (1990). Preservice education of math teachers using paradoxes, *Educational Studies in Mathematics* (21), 265-287.
- Piaget, J. (1972). *Framtidens skola*. Stockholm: Forum AB.
- Rowlands, S; Graham, E; och Berry, J. (1997, november). *The Socratic Method of Strategic Questioning to Facilitate the Construction of the Target-Concept Within the Students Zone of Proximal Development*. Paper presenterat vid Proceedings of the BSRLM, University of Bristol.
- Rowlands, S; Graham, E; och Berry, J. (1998, februari, 28). *Modelling, Strategic Questioning and the Laws of Student Reasoning in A-Level Mechanics*. Paper presenterat vid Proceedings of the BSRLM, King's College, London
- Rowlands, S. Graham, E. och Berry, J. (1999). Can we speak of alternative framework and conceptual change in mechanics? *Science and Education* (8), 241-271.
- Rowlands, S. (2003) Vygotsky and the ZPD: Have we got it right?. *Research in Mathematics Education* (5:1), 155 — 170.
- Rowlands, S; Graham, T; Berry, J; och McWilliam, P. (2007). Conceptual change through the lens of newtonian mechanics *Science & Education* (16), 21–42
- Shayer, M. (2003). Not just Piaget; not just Vygotsky, and certainly not Vygotsky as alternative to Piaget. *Learning and Instruction* (13), 465–485.

- Shayer, M. och Adhami M. (2007). Fostering cognitive development through the context of mathematics: Result of the CAME project. *Educational Studies in Mathematics* (64), 265–291.
- Sfard, A. (1991). On the dual nature of mathematical conceptions: reflections on processes and objects as different sides of the same coin. *Educational Studies in Mathematics*. (22), 1-36.
- Säljö, R. (2005). L.S. Vygotskij – forskare, pedagog och visionär. Forsell, A. (Red.), *Boken om pedagogerna 5:e uppl.* (s.108-132). Stockholm: Liber AB.
- Tall, D. (1977, sommaren). *Cognitive Conflict and the Learning of Mathematics*. Paper presenterat vid Proceedings of the first IGPME Conference, University of Utrecht.

Bilaga

Svar på enkätundersökning

1. Ge tre goda skäl till varför man läser matematik på gymnasiet

<i>a Allmänbildning: bland annat för att se matematikens roll i samhället, och klara av vardagslivet.</i>	10
<i>b Tränar tanken/logiken/analytisk tänkande/snabbtänkheter/kritiskt tänkande/Problemlösningsförmåga/abstrakt tänkande</i>	10
<i>c Studieförberedande: behörighet och kunskap</i>	9
<i>d Nyttigt för andra ämnen på gymnasiet</i>	4
<i>e En spännande abstrakt värld</i>	1

2. Rangordna dessa skäl i betydelse

(Det skäl man ansåg vara starkast har fått tre ”poäng”, det näst starkaste skälet två ”poäng”, det tredje starkaste skälet har fått en ”poäng”, och så har följande tabell sammanställts.)

<i>a Allmänbildning: bl.a. för att se matematikens roll i samhället, och klara av vardagslivet.</i>	24
<i>b Tränar tanken/logiken/analytisk tänkande/snabbtänkheter/kritiskt tänkande/Problemlösningsförmåga/abstrakt tänkande/deduktiv förmåga</i>	21
<i>c Studieförberedande: behörighet och kunskap</i>	12
<i>d Nyttigt för andra ämnen på gymnasiet</i>	7
<i>e En spännande abstrakt värld</i>	3

3. Hur vill du beskriva eller definiera intelligens?

<i>a Det har med tänkandet att göra</i>	10
<i>b Det har inte bara med kunskap utan även med social förmåga att göra.</i>	3
<i>c (blankt)</i>	1

4. Kan intelligens påverkas av undervisning?

(Svaret på fråga fyra ska förstås enligt följande: Fem personer som definierade intelligens enligt 3a svarade ”Ja” på fråga fyra.

En person som definierade intelligens enligt 3b svarade ”Ja” på fråga fyra.)

<i>a Ja</i>	5 +1
<i>b Ja, framför allt viljan att använda intelligensen, eller förmågan att se sin egen begåvning.</i>	1+1
<i>c Särskilda kompetenser påverkas.</i>	1+1
<i>d Nej. Det är medfött</i>	2

5. Ge två goda skäl till varför du tror det.

<i>a Stimulans, nya saker utvecklar, nya verktyg gör det roligare att fortsätta lära.</i>	2+1
<i>b Erfarenhet</i>	1+1
<i>c Det är därför vi undervisar</i>	1
<i>d Logiskt tänkande kan tränas med problemlösning</i>	1
<i>e Personliga möten kan göra det</i>	+1
<i>f Sådant går inte att mäta</i>	+1
...	
<i>g Intelligens är en medfödd egenskap och går inte att träna</i>	2

6. Hur arbetar du i undervisningen för att stimulera elevers intelligens?

<i>a Låt eleverna själva skapa lösningar på problem</i>	4+1
<i>b Utmana deras vardagsföreställningar, ställa utmanande frågor.</i>	2+1
<i>c Tro på dem, "pusha" dem utifrån deras nivå, berömma dem</i>	2+1
<i>d Tydliggöra deras kunskapsnivå</i>	+1
<i>e Knyt ämnesundervisningen till elevernas vardag</i>	1
<i>f Skapa en atmosfär för lustfyllt lärande</i>	1
<i>g Laborativt arbete</i>	+1

7. Ge två goda råd till en nytexaminerad lärare om detta.

<i>a Inför problemlösningssuppgifter så att eleverna tänker själva./</i> <i>Det ska löna sig att tänka</i>	2+1
<i>b Ställ inte för låga krav</i>	1+1
<i>c Ge beröm, bekräftelse. Ha inställningen att alla kan.</i> <i>Var lyhörd inför elevens olika behov. Skapa en god relation till eleverna.</i>	1+1
<i>d Laborativt arbetssätt</i>	+1
<i>e Anknyt till elevens intressen</i>	1
<i>f Skaffa en god teoretisk grund i matematik</i>	1
<i>g Skaffa en atmosfär där matte är kul</i>	1
<i>h Var noga med att eleverna skriver korrekt</i>	1
<i>i Lägg ner frågan om intelligens</i>	1
<i>j Ställ frågor av varierande svårighetsgrad så att alla tränar sig i att förstå</i>	1

8. Har du använt paradoxer för att utveckla elevers tänkande? Hur gick det till? Vilka är för- och nackdelarna med ett sådant tillvägagångssätt?

- a Nej* 4
- b Ja. Det tvingar eleverna att tänka.* 2
- c Det undviker jag då eleven blir upprörd eller förvirrad.* 1
- d Enstaka gånger då jag har en klass som är homogen och mer intelligent än genomsnittet. Risker finns att eleverna inte förstår paradoxen.* 1

9. Sokrates använde sig av frågor när han undervisade sin slav Meno. Finns det något vi kan lära av Sokrates metod?

- a Eleverna tänker bättre om jag frågar dem saker och de får förklara.
Dialog kan framkallas med hjälp av frågor.
Dialog gör att de upptäcker lösningen själva.
Med frågor leder man eleven till svaret genom att påvisa de logiska steg som är nödvändiga.* 6+2
- b Nej. Sokrates är inte ödmjuk.* 1

10. Hur gör man för att ställa goda frågor som får elever att engagera sig, att tänka till? Ge två tips.

- a Öppna frågor om vardagsföreteelser, och om elevernas kontext.
Finns det intresse så tänder eleverna!
Saknas intresse kan de ändå förstå det nödvändiga i att lära sig för framtiden.* 5+3
- b Variera svårighetsgraden så att alla kan svara på någon fråga.* 1
- c Ge eleverna uppgiften att reda på hur man kan använda mattegenomgången i deras eget intresseområde.* 1
- d Frågor kan avtäckas elevernas tänkande vilket underlättar lärarens arbete.* 1
- e Utmana deras begreppsuppfattning: Kan man måla en area?* 1
- f Ge dem problemlösningsuppgifter som kan lösas på olika sätt.* 1
- g Skapa en bank av goda frågor tillsammans med andra mattelärare.* 1
- h Chockerande frågor, så att de tänder till.* 1