ATTILA SZABO

Drivkraft att lära

Hjärnforskning visar att den *pedagogiska relationen* i undervisningen är viktigare än den *pedagogiska situationen*. Att behandla matematiska problem som utmanar hjärnan och att verkligen lösa dem är en källa till personlig glädje och tillfredsställelse, samt en av de viktigaste drivkrafterna bakom inlärningen. Forskningen definierar denna drivkraft som hjärnans inre belöningsprocess. Här behandlas ett arbetssätt som utvecklar en pedagogisk relation, och som ofta leder till att elevernas inre belöningsprocess initieras.

Det knepigaste av allt är att hjärnan inte gör det man säger till den att göra, hjärnan gör istället som den blir behandlad. Och för att den ska göra något ansträngande så är det nödvändigt att lusten finns.

Skulle vi komma ihåg allt som vi sett och hört under veckan, så skulle inte hjärnan klara av det, den skulle krascha under informationsmängden. För att motverka krascher, så finns det en stabilitet eller tröghet i systemet som gör att hjärnan har ett visst motstånd mot inlärning.

Att lära sig innebär att hjärnan lyfter sig själv över denna tröskel av tröghet, vilket medför en ansträngning. Hjärnforskningen visar att ansträngningen måste belönas. Elever måste få uppleva att de har något att leverera, och att det betyder något för läraren om de har lyckats. Det finns två viktiga belöningsformer: det yttre och det inre belöningssystemet.

Mindre barn är i större behov av yttre belöning, till exempel i form av återkopplingsfraser som ”du är duktig” eller ”du klarar det nästa gång” för att komma igång med inlärningsprocessen. Men likväl minns vi alla, att när vi äntligen lärde oss något som var komplicerat under vår egen studietid, så var det sällan den yttre belöningen som var katalysatorn i processen. Det var istället det inre belöningssystemet som gjorde att vi utsatte oss för den ansträngning som inlärningen innebar.

När det inre belöningssystemet tar över så brukar riktigt spektakulära saker inträffa, för det mesta i form av aha-upplevelser och ”the sky is the limit”-känslor. Vi upplever glädje över att hjärnan har lyckats lyfta sig över tröskeln och därmed vill vi uppleva samma sorts eufori om och om igen. Ju bättre processen fungerar, desto mindre blir vi beroende av yttre belöning.

Att som lärare ge yttre belöning är tämligen enkelt och handlar oftast om välvilja, men målet med undervisningen bör vara att denna belöning ska ersättas av det inre belöningssystemet.

Alla undersökningar om matematikundervisning visar tydligt att läraren är den enskilt viktigaste faktorn för inlärningen.

Hjärnforskningen uttrycker detta på ett mera konkret sätt genom att poängtera att det inte är den pedagogiska situationen, utan den pedagogiska relationen i undervisningen som är viktigast.

Med tanke på detta så är det något överraskande att debatten om matematikundervisning så ofta fokuseras kring begrepp som laborationer, elevgruppers storlek och nivågruppering samt den avsatta tiden för ämnet. Det vill säga den pedagogiska situationen i undervisningen.

Härnäst ska jag försöka beskriva en sorts aktivitet som under lektionstid bäst definieras som problemlösning och är tänkt att utveckla relationen i undervisningen. Denna aktivitet har förvånansvärt ofta lett till att elever har upptäckt den inre belöningen och sedan nått mål som de på förhand inte trodde att de skulle klara. Jag kommer att belysa processen genom fyra aspekter: relationer, undervisning, problemlösning och förståelse.

Relationer

Två saker bör slås fast när det gäller relationer. För det första är det viktigt att veta att det inte finns en enda sorts pedagogisk relation som passar alla individer. Som när det gäller alla sorters relationer, måste var och en hitta en egen relation till inlärning i allmänhet och matematikämnet i synnerhet. Relationen behöver inte heller alltid inkludera läraren. Det finns gott om elever som på egen hand lär sig saker från böcker eller från internet, och detta är faktiskt helt i sin ordning. Dessa elever har en väl fungerande relation till inlärning som man inte får rubba.

För det andra är mänskliga relationer sällan helt jämlika. Enkelt uttryckt är det mycket viktigare för elever vad läraren tycker om dem än vad de själva tycker om läraren. Här brukar vissa påpeka att detta fungerar exakt på samma sätt som i relationen mellan lärare och rektorer. Min erfarenhet visar dessutom att negativ återkoppling från läraren är sämre för eleven än ingen återkoppling alls.

Gäller det i så fall att inte påpeka felen som eleven gör? Naturligtvis inte. Men vi måste vara försiktiga i vår bedömning, så att eleverna inte upplever att det är dem som personer vi bedömer.

Det är också vanligt att elever gärna identifierar läraren genom ämnet: ”Han är mattelärare och älskar matematik, alltså kommer han att tycka om mig om jag är bra på matte, men tycka sämre om mig om jag inte är bra på det.” Dessutom har elever andra ämnen att tänka på än matematik.

Därför är det viktigt att redan vid första mötet lägga grunderna för relationen. Man kan till exempel för en ny elevgrupp berätta att någon som man själv tycker om inte är särskilt bra på matematik: ”Min dotter är sju år och mycket sämre på matematik än ni är, ändå tycker jag väldigt mycket om henne” brukar fungera.

$$\begin{tikzcd} & \text{Matematik} \arrow[dl, leftrightarrow] \arrow[dr, leftrightarrow] & \\ \text{Lärare} \arrow[rr, leftrightarrow] & & \text{Elever} \end{tikzcd}$$

Det brukar även vara effektivt att visualisera relationen, t ex genom att rita ovanstående triangel där pilarna står för relationer.

Jag förklarar att jag har min egen relation till matematiken och att de förmodligen har en annan relation till ämnet, men relationen till ämnet matematik kommer inte att påverka vår personliga relation. Alltså *är* jag inte matematik. Det är endast ett arbete jag utför, och jag kommer att bedöma kunskaper i matematik men inte eleverna som individer.

För att understryka vikten av det sistnämnda så brukar jag visa följande citat som handlar om en mans främsta ambition i tjugoårsåldern:

> *Threatening my father and mother Smith to burn them and the house over them.*

De flesta brukar vara överens om att detta måste handla om en förfärlig människa och blir något förvånade över nästa citat från samma person:

> *If I have seen farther than others, it is because I was standing on the shoulders of giants.*

Båda citaten är av Isaac Newton, en elev som inte blev dömd på förhand.

I utvecklingssamtal långt senare brukar elever påpeka att det var befriande att på första lektionen få höra att man inte blir dömd enbart efter sina prestationer. Vi glömmer så ofta att läraren är den viktigaste faktorn inte endast när det gäller inlärning, utan även när det gäller blockeringar. Och hur ska en blockerad, stressad hjärna kunna uppleva den nödvändiga lusten för att lyfta sig över tröskeln och lära sig något?

Slutligen är det viktigt att vara konsekvent och ha tillit till relationen. Att vara ledare för en grupp (som läraren är för klassen) är inte en egenskap som syns med blotta ögat, utan det är snarare en roll eller en samling egenskaper. Om vi betraktar det som en roll, så får man naturligtvis utveckla den i den riktning som passar bäst för individen. Men vi får inte glömma att det är något som måste fyllas med mening och som man måste leva upp till vid varje tillfälle.

Undervisning

Hur kan vi anpassa undervisningen till hjärnans inbyggda tröghet och dessutom låta det inre belöningssystemet ta över processen? Det finns nog inget enkelt svar på den frågan.

När vi väljer att betrakta matematiken genom problemlösning, så är det viktigast att genom undervisningen förmedla grunden i all problemlösning: att enkla problem kan ha enkla lösningar, medan svåra problem aldrig har enkla lösningar. Alltså finns det ingen kungsväg till matematiken. Denna insikt brukar ha effekten att elever slutar tro att ”om jag bara hade varit smartare, så skulle jag ha löst uppgiften direkt”. Efter ett tag så börjar de istället inse att arbete kan löna sig även i matematik. En relation till ämnet är på väg att etableras.

Enligt Martin Ingvar, professor i neurofysiologi vid Karolinska institutet, så gäller det att skapa spänning och intresse i inlärningen, varje pedagogisk situation ska vara en del av ett drama. Allra viktigast är det sociala kontraktet mellan lärare och elev. Signalen från läraren att ”det betyder något för mig att du lyckas med det här” är en mycket stark kraft i processen.

Det är inga lätta krav som Martin Ingvar ställer på läraren. Är det möjligt att lyckas med det han beskriver? Kan vi verkligen genomföra detta? Jag är inte säker på att vi kan det, men vi måste försöka.

Ett sätt att börja processen är att så långt det är möjligt undvika läroböckerna vid problemlösning i klassrummen. Min erfarenhet är att om eleverna jobbar i böcker, så blir det väldigt svårt att få igång den nödvändiga diskussionen kring ämnet. En diskussion som också är ämnad att skapa någon sorts relation i slutändan. En lärobok är däremot ett utmärkt komplement till undervisningen.

Problemlösning

Det centrala är dock problemlösningen, att eleverna löser riktigt genomtänkta uppgifter. Detta är det viktigaste momentet i den undervisning som är tänkt att sätta igång det inre belöningssystemet. Jag ska försöka förklara detta kortfattat.

Det är vanligt att elever under lektionstid sitter tysta och räknar i boken. Dessa elever har endast två sätt att avgöra om de har lyckats. Antingen kollar de i facit och upptäcker att resultatet stämmer eller också frågar de läraren om vad de har gjort för fel. Därmed är kommunikationen med läraren begränsad och eleverna har ytterst få chanser att uppleva att ”det betyder något för läraren att jag har lyckats”. När de äntligen kommunicerar med läraren visar de prov på att de inte klarar sig utan läraren. Belöningen i processen är reducerad till att upptäcka att svaret stämmer med facit. Och sen kommer nästa uppgift. Och nästa facitkoll. Utan tid för reflektion och en relation till inlärningen som sköts av läroboken.

Därför är det viktigt att låta hela klassen behandla uppgifter som inte finns i boken och därmed inte har något facit. Eleverna får naturligtvis lösa uppgifterna självständigt eller i grupp. Erfarenheten visar att detta fungerar bäst om man ger dem fyra-fem uppgifter av olika svårighetsgrad som de ska lösa på 20 – 25 minuter. Är uppgifterna dessutom genomtänkta och på flera nivåer så brukar det hända flera saker samtidigt i klassrummet:

- ◇ När de börjar lösa uppgifterna befinner sig hela gruppen på samma nivå, till skillnad från vid arbete från böckerna där de ofta är på olika sidor. I motsats till vid nivågruppering så kan här även de svaga eleverna omges med de goda exemplen. Gemenskapen stärks och ingen känner sig utanför gruppen. Dessutom vet alla i klassen vilka uppgifter de andra jobbar med.
- ◇ Att de inte har sett uppgifterna förut medför ett överraskningsmoment precis som vid provtillfällen. De upplever att de gör något som är annorlunda och lite svårare än att bara räkna i boken. När de upplever denna spänning är intresset redan väckt.
- ◇ Frånvaron av facit är avsedd att uppmuntra till kritiskt tänkande och inbjuder till samarbete och diskussion mellan eleverna.

Har jag löst uppgiften?
Är jag säker på att lösningen är korrekt?
Bäst att diskutera det med någon.

Vid det här laget brukar de flesta elever spontant sätta sig i grupper och diskutera uppgifterna. Tanken är att de ska trygga det egna resonemanget. De duktigare eleverna förklarar ofta för de svagare. De sistnämnda får chansen att få ytterligare en förklaring, medan de förstnämnda blir säkrare på sina kunskaper. *Att diskutera matematik får många konsekvenser* som en elev uttryckte det.

Tidsbegränsningen har två syften. Jag vill inte att någon ska hamna för långt efter och samtidigt ska de öva sig på provsituationer. På så sätt upptäcker eleverna hur lång tid det behövs för att lösa uppgifter, och vid provtillfällen kan de planera den avsatta tiden på ett bättre sätt. Nivåindelningen av uppgifterna gör att alla elever i klassen kan uppleva att de kan lösa någon uppgift på egen hand, att de kan lyckas med något.

Men vad gör läraren under tiden när eleverna löser uppgifter? Det som är överraskande är att eleverna mest tycks uppskatta om läraren håller sig på sin kant och låter dem jobba ifred. Detta måste bero på att de vill kunna diskutera och våga misslyckas utan att riskera att bli bedömda. Den bästa lösningen för läraren är naturligtvis att inte helt avskärma sig från klassen under dessa 20–25 minuter, utan försöka lyssna på diskussionerna i de olika grupperna, för att vid senare tillfälle kunna lyfta fram och uppmuntra de goda exemplen. Det svåraste för läraren är att inte lägga sig i genom att gå runt och hjälpa eleverna. Men läraren får verkligen inte hjälpa till. Vi måste tro på att eleverna klarar det på egen hand. Och vi måste våga lita på att de upplever personlig glädje och tillfredsställelse när de löser problem.

Lektionen avslutas med en gemensam diskussion när läraren löser uppgifterna vid tavlan. Här är det viktigt att låta eleverna bidra till problemlösningen. Nu kan man lyfta fram och diskutera de olika lösningarna från grupperna. Men det är ännu viktigare att läraren verkligen går igenom lösningens alla steg så att de gång på gång får höra det matematiska språket och resonemanget. Böcker kan tyvärr aldrig fylla den funktionen. Och lika viktigt är att läraren svarar på alla frågor som dyker upp. Att elever får ställa i stort sett vilka frågor de vill. De brukar skriva av lösningarna från tavlan och med hjälp av anteckningarna kan de sedan på ett bättre sätt behandla uppgifterna i boken när de räknar hemma.

Att vi diskuterar uppgifterna tillsammans visar att det betyder något för mig att de lyckas. Att de ser och hör hur man löser uppgifterna innebär att de själva kan avgöra om de har lyckats lösa uppgifterna. Eller om de är på rätt väg. Om de verkligen lyckas lösa uppgifterna så börjar de få tilltro till sitt eget lärande och upplever samtidigt glädjen av att lyckas och kunna leverera något. De upplever nämligen att de har löst uppgifterna utan lärarens hjälp. Belöningen är inte längre lärarens beröm, utan att uppleva att man klarar av något som uppfattas som svårt. Det inre belöningssystemet fungerar kanske inte till fullo än, men det är kontaktat och på väg att etablera sig.

Förståelse

Slutligen några ord om förståelse. Jag återger i det följande en autentisk konversation med min sjuåriga dotter:

– *Pappa min kompis heter Alma, vad betyder namnet?*
– *Alma kan betyda olika saker. Det kan vara äpple på turkiska, som i staden Almaty i Kazachstan eller "omhulda" på latin som i Alma mater, vilket även betyder skola.*
– *Då måste det vara det andra för att hon är inte turkiska.*
– *Där ser du.*
– *Men vad betyder "Melle kalliki makka", i låten som jag lyssnar på?*
– *Det betyder God jul, på Hawaii.*
– *Har de jul på Hawaii?*
– *Ja det har de.*
– *Men hur kan de ha jul om det är varmt?*
– *För att man firar jul i december oavsett väder och jordens rotationsaxel lutar 21,5 grader, vilket gör att vi har fyra årstider, men det har inte de på Hawaii.*
– *Okej, då förstår jag.*

Jag vet att hon rimligtvis inte kan ha förstått det. Det enda hon behöver förstå är dock att jag svarar på alla hennes frågor så gott jag kan. Det är kanske det hon menar. Hon skulle kanske till och med kan upprepa meningen utan att ha förstått något, men skulle aldrig medge att hon inte gjort det.

Varför berättar jag detta? För att det finns en stark tendens inom matematikundervis-

ning, framförallt när det gäller diskussionen kring nationella prov, som går ut på att mäta någon sorts förståelse hos eleven.

Men vad är förståelse? Har eleverna verkligen förstått det vi vill att de ska förstå? Vore det inte bättre att prata om ”viktiga saker att kunna i matematiken” istället?

Till exempel är det viktigt för grundskoleelever som börjar på gymnasiet att förstå att: $\sqrt{25} = 5$, som är ett positivt tal, medan ekvationen $x^2 = 25$ har två lösningar $x = \pm 5$.

Hur kan vi avgöra om de verkligen förstår det? Genom att ställa frågan och hoppas att de svarar rätt, brukar vara svaret.

Kan det vara så att det finns elever som kanske till och med skulle kunna upprepa meningen utan att ha förstått det, men aldrig skulle medge att de inte gör det?

Och hur många får höga betyg i kursen Matematik A utan att ha förstått det?

Förståelsen kommer först när man har lärt sig tillräckligt mycket utantill för att behöva se hur allting hänger ihop, är en tänkvärd mening i debatten.

Erfarenheter

Löser alla elever uppgifter under denna tid? är en fråga som jag ofta får. Svaret jag brukar ge var lika överraskande för ett tag sen:

Kanske inte under första veckan och kanske inte de allra svagaste eleverna, som så ofta har hört att de inte kan matematik. Men efter ett par veckor av gemensamma genomgångar (när de skriver av lösningarna från tavlan) brukar även dessa elever upptäcka att de faktiskt kan lösa uppgifter. Jag blir alltid lika förvånad och glad när också de sätter igång. Det inre belöningssystemet är kontaktat.

Det är alltid svårt att byta arbetssätt, men min erfarenhet är att när eleverna väl börjar arbeta på det här sättet, så blir de tryggare i sina kunskaper. Det tar naturligtvis lite mera tid för läraren att förbereda lektionerna och hitta de relevanta uppgifterna. Men provresultaten brukar också förbättras markant, vilket kanske inte är så märkvärdigt med tanke på att före varje provtillfälle (som äger rum ungefär var femte vecka) så hinner vi att diskutera och lösa runt 120–140 uppgifter i klassrummet. De mest glädjande exemplen är när elever som saknar betyg från grundskolan klarar gymnasiets C-kurs, eller när elever utan särskild fallenhet för ämnet klarar två universitetskurser under gymnasietiden. Jag har haft förmånen att möta dessa elever och dela deras upplevelser.

Avslutningsvis vill jag poängtera att det arbetssätt som jag beskrivit är något som fungerar för mig och i min undervisning. Det är inte en metod som gör anspråk på att vara lösningen på det svåra problemet som kallas för undervisning, något som vi dagligen brottas med. Det är endast ett sätt bland många andra. Eller som matematikprofessorn G. Polya uttryckte det:

> *Teaching is not a science; it is an art. If teaching were a science there would be a best way of teaching and everyone would have to teach like that. Since teaching is not a science, there is great latitude and much possibility for personal differences ... let me tell you what my idea of teaching is. Perhaps the first point, which is widely accepted, is that teaching must be active, or rather active learning ... the main point in mathematics teaching is to develop the tactics of problem solving.*

LITTERATUR

Ingvar, M. (2006). *Bilder av hjärnans minne, förståelse och inlärning*, forskning av Martin Ingvar, professor i neurofysiologi vid KI.

Gisselgard, J., Petersson, K. & Ingvar, M. (2004). The irrelevant speech effect and working memory load. *Neuroimage 22, s. 1107-1116.*

Skolverket (2003). *Lusten att lära – med fokus på matematik:* Nationella kvalitetsgranskningar 2001 – 2002. (Skolverkets rapport nr 221.) Stockholm: Skolverket.

Frey, S. & Gerry, V. (2006) *Modulation of Neural Activity during Observational Learning of Actions and Their Sequential Orders*, University of Oregon.

Att lära sig läsa förändrar hjärnan, SvD 2004.01.11

Skolan är inte anpassad efter hjärnan, DN 2002.10.09

Se även Nämnaren på nätet.