

Som man frågar får man svar – studenter formulerar frågor och väljer lärstrategi

Lena Klintberg och Greger Thornell

Abstrakt— Blooms taxonomi kategoriserar olika lärstrategier efter komplexitetsgrad. Nybörjare är faktafokuserade eftersom det är mer krävande att analysera, bedöma och värdera kunskaper. Valet av lärstrategi är situationsberoende och faktorer som motivation och nyfikenhet leder ofta till ett mer komplext angreppssätt. För att undersöka vad civilingenjörstudenter som läser näst sista året själva spontant väljer för lärstrategier, fick 43 studenter läsa in ett antal artiklar som ett moment i kursen Mikro- och nanoteknik I. Därefter ombads de formulera frågor på materialet. I ett försök att aktivt påverka de lärstrategier som studenterna valde skulle frågorna både beröra sådant studenterna identifierade som värdefull kunskap samt sådant artiklarna inte gav svar på men som de skulle vilja veta. Studenterna fick sedan klassificera frågorna enligt Blooms taxonomi. För ett antal utvalda frågor jämfördes därefter klassificeringen med en som lärarkollegiet gjorde och resultatet blev att lärarna tenderade att ranka de enkla frågorna högre och mer komplicerade frågor lägre jämfört med studenterna. I en uppföljningsstudie undersöktes om studenterna ansåg att uppgiften att själv få formulera frågor gett dem bättre förståelsen och fått dem att fundera mer över materialet jämfört med om de fått instuderingsuppgifter.

Resultatet visar att praktiskt taget alla studenter spontant ställt minst en fråga som de kategoriserat ibland de högsta komplexitetsnivåerna och som tillsammans täcker de inkomna frågorna de aspekter som lärarkollegiet anser är viktigt i materialet. Vissa artiklar visade sig stimulera till frågor med högre komplexitet och det fanns ett tydligt samband som visade att mer komplexa frågor ställdes då svaren inte fanns i materialet. Hela 68% av studenterna bedömde att metoden att själva få formulera frågor på materialet givit dem en bättre förståelse jämfört med om de fått färdiga frågor att besvara efter inläsningen. Frågorna visade sig också ge värdefull insikt i vad studenterna funderar på och är nyfikna att veta mer om, t ex aspekter rörande miljö, hälsa och ekonomi.

Nyckelord—lärstrategier, Blooms taxonomi, frågeformulering, mikro- och nanoteknik

I. INTRODUKTION

NATIONAL Research Council i USA har konstaterat att problemformulering är ett kritiskt steg i lärandeprocessen [1]. Först efter en grundlig analys för att hitta det som de

Manuskriptet mottogs 24 Oktober 2015.

L. Klintberg, Avdelningen för mikrosystemteknik, Institutionen för teknikvetenskaper, Uppsala Universitet (+46-18-4717267, e-post: lena.klintberg@angstrom.uu.se)

G. Thornell, Avdelningen för mikrosystemteknik, Institutionen för teknikvetenskaper, Uppsala Universitet (e-post: greger.thornell@angstrom.uu.se)

anser vara mest intressant och som förmodas ge störst insikt i förhållande till investerad tid, avgör experter vilka delproblem de fokuserar på. Förmågan att ställa frågor är alltså av yttersta vikt när det gäller att utveckla ett kritiskt tänkande, särskilt i dagens samhälle där det finns ett stort behov att sortera den information vi ständigt översköls med [2].

Studenter tar sig an texter på olika vis som leder antingen till ytinläring eller djupinläring och valet av lärstrategi beror ofta på hur motiverad studenten är att lära sig i den aktuella situationen [3]. För djupinläring krävs att man strukturerar och bearbetar informationen [4]. Strategierna för att ta till sig kunskap sträcker sig från låg till hög komplexitet och Blooms taxonomi är en skala som ofta används för att systematiskt gradera kunskap efter komplexitet [5].

Kursen Mikro- och nanoteknik I ges på avancerad nivå till studenter som läser fjärde året på de tre civilingenjörstudieteknikerna Teknisk fysik, Teknisk fysik med materialvetenskap och Kemiteknik. I kursen får studenterna i uppgift att som en introduktion till ämnet nanoteknik själva skaffa sig en överblick av ämnet genom att läsa in ett antal populärvetenskapliga artiklar med olika infallsvinklar. Dessa diskuteras sedan på ett uppföljande seminarium.

I detta arbete redovisas resultatet av en studie där vi undersökt vilken lärstrategi studenter själva väljer genom att be dem formulera frågor på sådant de tyckte var viktigt i texterna samt sådant de inte fick svar på och därför skulle vilja veta mer om. Frågornas komplexitet fick de sedan själva klassificera enligt Blooms taxonomi. I studien undersökte vi även om studenterna trodde de skulle ha lärt sig mer om de istället fått besvara färdiga instuderingsfrågor. Avslutningsvis gjordes för ett urval av frågorna en jämförelse mellan studenternas och ett antal lärares kategorisering av de formulerade frågorna.

II. METOD

De 43 studenterna på kursen ombads läsa in sig på fem olika populärvetenskapliga artiklar som behandlade olika aspekter av ämnet nanoteknik. De fick sedan välja ut varsin artikel och i denna identifiera vad de själva ansåg var värdefull kunskap och formulera fyra frågor rörande detta vars svar de fått genom att läsa artikeln. Dessutom ombads de formulera ytterligare fyra frågor (s k ”fria” frågor) vars svar de inte hittat i artikeln, men som de skulle vilja få svar på. Studenterna ombads sedan klassificera sina åtta frågor enligt Blooms taxonomi. För det användes här en reviderad taxonomi, som finns publicerad i svensk översättning, som underlag, Fig 1 [6].

En analys av vilken typ av frågor som studenterna ställde genomfördes för att se vilken lärstrategi de spontant valt att använda när de bearbetade materialet. I en uppföljande studie ombads studenterna att på en skala 1 (instämmer inte alls) till 5 (instämmer helt) ange hur väl de instämde med följande två påståenden:

"Artiklarna till nanoseminariet var intressanta och gjorde mig nyfiken."

"Uppgiften att formulera frågor fick mig att fundera och försöka förstå innehållet i artikeln"

Studenterna fick också svara ja eller nej på frågan:

Hade du fått bättre förståelse för materialet om du som förberedelse till seminariet fått ett antal frågor att besvara istället för att själv få formulera frågorna?

För att kunna jämföra ämnesexperternas syn på frågornas komplexitet med studenternas, fick fem personer ur lärarkollegiet kategorisera ett urval på 50 av de inkomna frågorna enligt Blooms taxonomi.

En analys av de inkomna frågorna gjordes också för att få insikt i vad som intresserar studenterna och vad som väckt deras nyfikenhet.

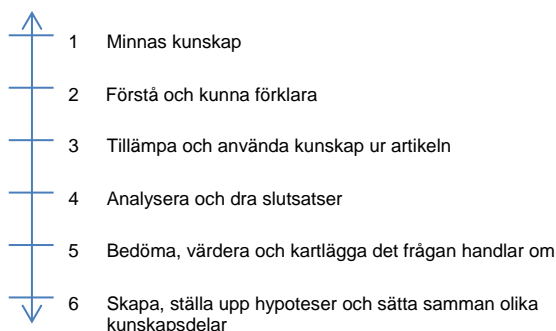


Fig. 1. Frågorna kategoriserades utifrån denna skala som bygger på Blooms reviderade taxonomi [6].

III. RESULTAT

Alla 43 studenter på kursen lämnade in frågor men då två av studenterna glömt att helt eller delvis kategorisera frågorna uteslöts 12 av de inkomna frågorna ur analysen. Som tabell 1 visar, finns det en mycket klar trend att studenterna formulerat mindre komplexa frågor med karaktär av att minnas och förstå i de fall svaren finns i materialet, medan kategoriseringen för de frågor vars svar inte kunde återfinnas ligger högt upp i Blooms taxonomi. Med endast ett undantag har alla studenter ställt minst en fråga på någon av de två högsta taxonominivåerna och praktiskt taget alla är sådana vars svar de inte hittat i materialet.

Jämför man medelvärde för de individuella studenternas frågekategorisering för frågor vars svar var kända mot medelvärdet för de "fria" frågorna ser man att om en person ställt frågor som har kända svar med ett högt medelvärde enligt Blooms reviderade taxonomi så har samma person även ställt frågor som ligger högt för de "fria" frågorna, fig 2. Detta samband gäller för alla artiklar förutom "Powering nanorobots [9]", fig 2. På individnivå är alltså de frågornas uppfattade komplexitet kopplade till varandra och man ser ett skift mellan olika studenters bedömning.

Det är inte någon signifikant skillnad för vilken kategoriseringsnivå studenterna valt att lägga sig på mellan de olika programmen.

TABELL I

Medelvärdet efter studenternas kategorisering enligt Blooms taxonomi, fig 1, för frågor vars svar återfinns i materialet samt för de "fria" frågor vars svar ej finns i artiklarna. Medelvärdena redovisas med 95%-konfidensintervall och standardavvikelsen inom parantes.

Artikel	Klassificering av frågor med svar i materialet	Klassificering av "fria" frågor
The art of building small [7]	2,1±0,3 (1,0)	4,7±0,4 (1,4)
Less is more in medicin [8]	2,3±0,5 (1,3)	4,6±0,6 (1,6)
Powering nanorobots [9]	2,3±0,3 (1,0)	4,7±0,4 (1,4)
Self-cleaning materials [10]	2,5±0,4 (1,1)	4,6±0,5 (1,6)
Little Big science [11]	2,6±0,9 (1,7)	3,6 ±0,9 (1,7)

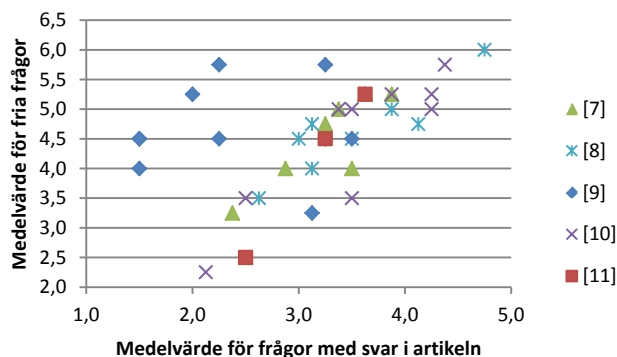


Fig. 2. Sambandet mellan medelvärdet för frågorna vars svar finns i artiklarna och de "fria" frågorna för varje individuell student är till synes linjärt för alla artiklar förutom "Powering nanorobots" [9].

Tittar man på de frågor vars svar finns i artiklarna, ser man att studenterna tillsammans har täckt in vad lärarna på kursen bedömer är centralt och viktigt. I flera fall har studenterna ställt frågor som varit både välformulerade och tänkvärda, t ex:

"Vad är skillnaden mellan ett superhydrofobt och ett superhydrofilt material och hur kommer det sig att dessa motsatser båda kan vara självrengörande?"

"Hur kan små organismer veta skillnaden på upp och ner när de i stort sett inte påverkas av gravitationen?"

Majoriteten av frågorna som har svar i artiklarna är dock varken utmanande eller kreativa, men att analysera frågorna där studenterna uppmanats att fundera fritt kring innehållet är desto intressantare. Vissa teman återkommer oberoende av vilken artikel studenterna arbetas med, t ex handlar totalt 11 frågor om eventuella hälso- eller miljörisker med att använda nanoteknik. Ett annat vanligt tema (10 frågor) bland de "fria" frågorna handlade om möjliga alternativa tillämpningar för teknikerna de läst om, t ex om man skulle kunna lösa problem med minskad verkningsgrad på solceller p g a smutsbeläggningar genom att utnyttja självrengörande ytor. Man kan också notera att studenterna i flera fall ställer frågor som har direkta kopplingar till andra kurser de nyligen läst. Det allra vanligaste temat för de fria frågorna vars svar inte återfinns i materialet är dock vad som kommer att hända i framtiden. Totalt berör 15 frågor detta, t ex:

"Vad blir nästa medicintekniska upptäckt?"

"Är det realistiskt att tänka sig att nanoroboter blir användbara i framtiden?"

Även kostanden för att tillverka nanostrukturer och överväganden angående nyttan mot kostanden är ett återkommande ämne.

Av de 43 studenterna svarade 38 på den uppföljande enkäten då de på en skala 1 till 5 dels fick bedöma hur väl påståendet att artiklarna var intressanta och gjorde dem nyfikna stämde in på dem, fig 3, dels fick de bedöma hur väl de instämde med påståendet att uppgiften att formulera frågor fick dem att fundera och förstå innehållet i artiklarna, fig 4.

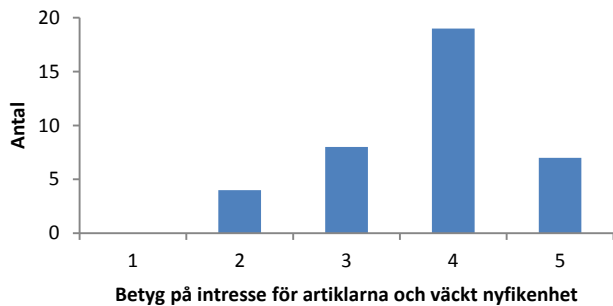


Fig. 3. På en skala 1 (instämmer inte alls) till 5 (instämmer helt) fick studenterna bedöma påståendet "Artiklarna till nanoseminaret var intressanta och gjorde mig nyfiken".

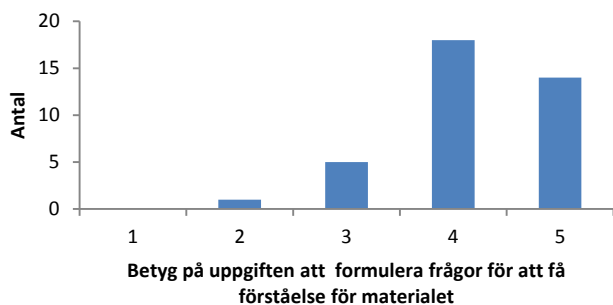


Fig. 4. På en skala 1 (instämmer inte alls) till 5 (instämmer helt) fick studenterna bedöma påståendet "Uppgiften att formulera frågor fick mig att fundera och försöka förstå innehållet i artikeln".

Som fig 3 visar anser 70% av studenterna att det samlade intresset och nyfikenheten efter att ha läst artiklarna var 4 eller högre med ett medelvärde på 3,8. Vid bedömningen av om uppgiften att formulera frågor fått dem att försöka fundera och förstå blev medelvärdet 4,2 och endast 1 student gav arbetsmetoden betyg 2, fig 4. På frågan om studenterna trodde sig ha fått bättre förståelse för materialet om de istället fått besvara ett antal instuderingsfrågor, svarade hela 68% (26 av 38) nej. En majoritet av studenterna ansåg med andra ord att metoden att själv få formulera frågor fungerat bättre och att de inte hade blivit bättre hjälpta av att få instuderingsfrågor.

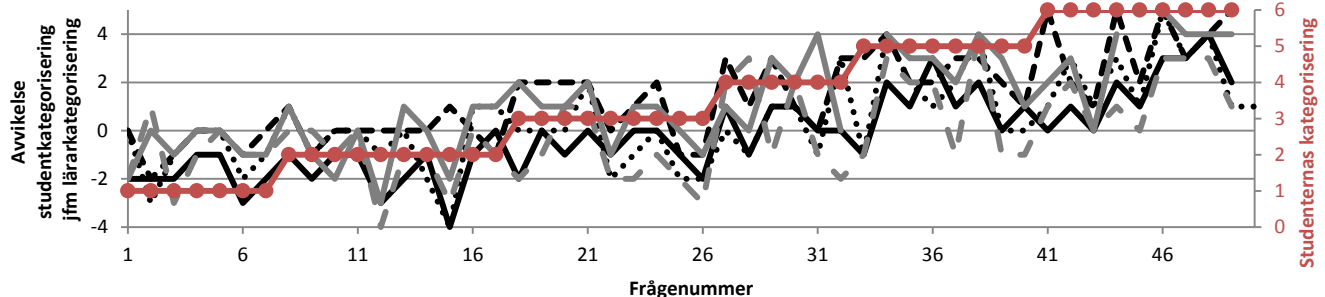


Fig. 5. Fem personer ur lärarkollegiet fick kategorisera 50 utvalda frågor som studenterna först kategoriserat. Studentklassificering(röd) visar på högra axeln och skillnaden mellan studenternas och de individuella lärarnas kategorisering (svart) visas på vänstra axeln. Vid själva undersökningen hade frågorna randomiserats.

För att se om studenternas klassificering skiljer sig från ämnesexperternas, fick fem lärare klassificera ett urval på 50 frågor. Studenternas klassificering samt avvikelser mellan studenternas och lärarnas klassning visas i fig 5. Medelavvikelsen, dvs studentkategorisering minus medelvärdet för motsvarande lärarkategorisering, samt därtill hörande standardavvikelse presenteras i fig 6. Samsynen i frågekategorisering mellan lärare och studenter är högst för frågor som ligger i mitten på Blooms taxonomiskala. Lärarna tenderar att gradera upp frågor som studenterna tyckt vara okomplicerade medan de vill gradera ner frågor som studenterna tyckt vara komplicerade. Den ökande standardavvikelsen visar dock att samsynen i lärarkollegiet blir sämre för frågor som studenterna placerat högt enligt Blooms taxonomi.

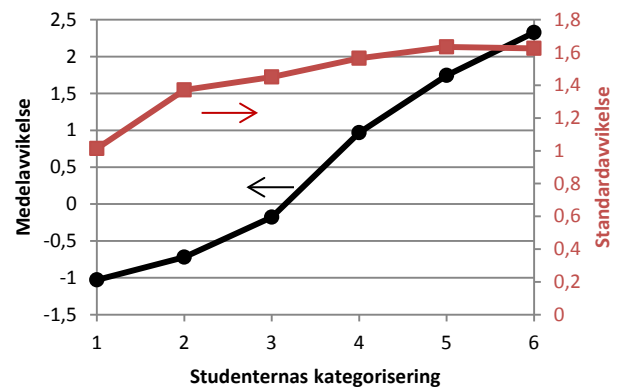


Fig. 6. Medelavvikelsen (svart, vänstra axeln) då studenternas frågekategorisering enligt Blooms taxonomi jämförts med motsvarande kategorisering gjord av lärarkollegiet (x-axeln). Standardavvikelsen (rött) inom lärarkollegiets klassificering för frågorna med olika komplexitetsgrad presenteras på den högra axeln.

IV. DISKUSSION

Det är inte självklart att det är en bra metod att be studenterna att själva sätta sig in i ett nytt ämnesområde genom egeninläsning eftersom detta innebär att studenterna behöver ta eget ansvar för sitt lärande och identifiera sina egna behov. Detta belyses av Northegde [12] som också betonar att man som universitetslärare behöver vara en person som strategiskt lägger upp en plan för studenternas lärande. I denna studie var det ett medvetet val att välja populärvetenskapliga artiklar för att introducera ämnet nanoteknik och syftet var just att väcka motivation och nyfikenhet. Det faktum att hela 68% av

studenterna instämde i påståendet att artiklarna var intressanta och gjorde dem nyfikna på ämnet visar att detta kan vara en bra metod att introducera ämnet nanoteknik.

Det är förmodligen inte konstigt att frågorna vars svar finns i texterna klassificerades lågt enligt Blooms taxonomi eftersom författarna till texterna ju själva bedömt, värderat och satt samman kunskapen och serverat den färdigförpackad till studenterna. Ur läsarens synvinkel handlar det nog om att informationen därför skenbart ansågs mindre komplex samtidigt som man troligen omedvetet inte tänker på att man utifrån vad man nyss läst faktiskt själv kan dra egna slutsatser med hjälp av informationen. Förmodligen är det dessutom naturligt att en fråga man inte vet svaret på hamnar högre upp i Blooms taxonomi eftersom man ju inte vet hur många informationskällor man måste konsultera för att hitta svaret; det är en del av det okändas natur att det är svårbedömt. Även ibland lärarkollegiet kan man, som fig 6 visar, se att oenigheten om hur en fråga ska kategoriseras blir större ju mer komplex den är vilket den ökande standardavvikelsen för dessa frågor avslöjar. Lärarna tenderar också att kategorisera frågor som studenterna tyckt vara okomplicerade lite högre på skalan samtidigt som de i medel kategoriserat de frågor som studenterna placerat i de högsta kategorierna något lägre. Utfallet med att lärarkollegiet kategoriserade de lätta frågorna något högre kan dock ha påverkats av att lärarkollegiet i undersökningen inte var insatta i just de specifika artiklar studenterna fått läsa.

För alla artiklar utom en hittar man ett till synes linjärt samband mellan klassificeringsnivån på frågorna med kända svar och motsvarande "fria" frågor, fig 2, vilket visar att om studenterna ställt frågor som klassificeras lågt i Blooms taxonomi på de vars svar återfinns i artikeln så har de även ställt mindre komplexa frågor i kategorin då svaren inte finns i materialet. Detta samband avspeglar troligen olika individers lärstrategi och preferens då det handlar om att bearbeta ny information. Det är intressant att konstatera att den enda artikel som avviker från detta samband ("Powering nanorobots" [9]) är den som nog de flesta skulle anse vara den mest futuristiska och fantasieggande. Kanske får den även studenter som naturligt eller av gammal vana fastnat i en lärstrategi som mer handlar om ytinläring att tänka i nya banor när de får fundera fritt kring ett mer fantasieggande material. Den artikel som kan anses vara torrast skriven och förmodligen därför är minst inspirerande (Little Big Science, [11]) är också den som fått studenterna att ställa de minst komplexa fria frågorna. Resultatet är i samstämmighet med de teorier som säger att djupinläring stimuleras av nyfikenhet, engagemang och motivation.

Bilden av vad studenterna genom sina frågor bedömt som viktigt i artiklarna stämmer i stort med vad vi som lärare själva anser är viktig information. Dessutom visar frågorna att studenterna funderar kring sådant som hälsa, miljö och etiska dilemman. Det är också intressant att dessa blivande ingenjörer i flera fall funderar kring kostnadsbilden i förhållande till nyttoaspekten vilket ju är överväganden man förväntar sig att just en ingenjör gör. Den uppföljande enkäten bekräftar att studenterna var mycket positiva till att få formulera egna frågor. Endast 32% svarade ja på frågan om de skulle ha föredragit att i stället få svara på instuderingsfrågor. Spontant skrev ett par studenter kommentarer på enkäten, t ex

"man tänker mer om man får ställa dem [frågorna] själv"

och på frågor om instuderingsfrågor varit bättre kom dessa kommentarer:

"kanske, men det var mycket roligare att göra det själv"

"det är nog bättre att man får tänka själv".

En student konstaterade också lakoniskt att om den fått svara på frågor

"skulle [jag] förmodligen endast letat efter svaren".

Det är värt att notera att två studenter kommenterade att de inte gillade de populärvetenskapliga texter utan efterlyste "ordentliga" och "mer avancerade" texter.

V. SLUTSATSER

När studenterna själva får formulera frågor på ett material tvingas de bearbeta den inlästa informationen. Undersökningen visar att om man får formulera frågor vars svar inte finns i materialet så formulerar men mer komplexa frågor. Det finns en individuell variation i vilken typ av frågor studenterna formulerar. En student som ställer enkla frågor där svaret återfinns i materialet tenderar att även ställa mindre komplexa frågor på sådant denna inte vet svaret på. Jämfört med studenterna tenderar lärarna att kategoriserar de enkla frågorna lite högre och de mest komplexa frågorna lite lägre. Studenterna var mycket positiva till metoden att själva få formulera frågor och hela 68% av studenterna ansåg att de inte skulle ha lärt sig mer om de istället fått besvara instuderingsfrågor.

VI. TACK

Tack till Rikke Apelfröjd för återkoppling på studien under dess genomförande och till John Airey för värdefulla litteraturtips under planeringsfasen.

REFERENSER

- [1] National research council if the national academies "Discipline-based education research" *The national academies press*, Washington D. C. 2012 ISBN-13: 978-0-309-25411-3, pp. 97
- [2] J. Havigerová, K. Juklová "School:institution where children learn the answers without asking question?" *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 29, 2011, pp. 1091-1095
- [3] A. I. Figuiera, A. M. Duarte "Increasing the quality of learning through changes in motivation", *Procedia – Social Behavioral Science* 29 2011 pp 1373-1379
- [4] J. Biggs, C. Tang "Teaching for quality learning at university", Mac Graw Hill Education, 3rd edition 2007, ISBN 10 0 335 22126 2
- [5] D. R. Krathwohl "A revision of Bloom's taxonomi: an overview", *Theory into practice*, vol 41, no 4, 2002, pp- 212-218
- [6] M. Elmgren, "Universitetspedagogik", Norstedts förlag, 1:a upplagan, 2010, pp. 154
- [7] G. M. Whitesides, J. C. Love "The art of building small" *Scientific American*, 17, September 2007, pp.12-21
- [8] A. P. Alivisatos "Less is more in medicine" *Scientific American*, 17, September 2007, pp 72-79
- [9] T Mallouk, A Sen "Powering nanorobots" *Scientific American*, 300, May 2009, pp 72-77
- [10] P. Forbes, "Self-cleaning materials", *Scientific American*, 299, August 2008, pp. 88-95
- [11] G. Strix "Little big science" *Scientific American*, 285, September 2001, pp.32-37
- [12] A. Northedge "Organizing excursions into specialist discourse communities: A sociocultural account of university teaching" i G Wells och G. Claxton. "Learning for life in the 21 century. Sociocultural perspectives on the future of education", 2002, Oxford, Blackwell Publishers, pp. 252-264.