

Tröskelbegreppet; *Threshold concept* *Erfarenheter från en kurs som bytte skepnad*

Göran Ljungkvist

Arbets- och miljömedicin, Sahlgrenska Akademin, Göteborgs Universitet

Abstract

Tröskelbegreppet, *threshold concept*, kan kort beskrivas som att passage av trösklar i lärandet irreversibelt ändrar studentens syn på ett fenomen, ämnet eller till och med världen och den egna identiteten. Att passera dessa trösklar är en förutsättning för djupt lärande och för att komma vidare i sitt lärande inom ämnet.

Tröskelbegreppet har fått en snabb spridning och har använts på flera nivåer i lärandeprocessen. Här koncentrerar jag mig på ett inomvetenskapligt perspektiv, det vill säga de trösklar som finns inom ett ämnesområde. Som underlag för diskussionen använder jag en forskarutbildningskurs i statistik som jag varit med om att planera och genomföra, *Statistik för analytisk kemi (3 hp)*. Jag diskuterar hur tröskelbegreppet följde oss under planering, genomförande, examination och utvärdering.

I planeringsfasen skall man om möjligt identifiera tänkbara trösklar och därefter arbeta in dem i kursmålen. Under kursgenomförandet gäller det också att vara lyhörd för de svårigheter studenterna upplever och agera utifrån dessa. Tröskelpassage kan vara bekymmersamt för studenten och det kan krävas såväl tid som möjlighet till att vända och vrida på begreppen. Schemalagda frågestunder och repetitioner gav oss dessa möjligheter. Under examinationen vill man kontrollera att studenten passerat de trösklar som beskrivits i kursmålen eller som fångats upp under kursen. Vi valde därför seminarieformen, där studenterna redogjorde för lösningar av de egna problem som de arbetat med under kursen.

Som titeln antyder, så blev kursen en annan än den vi planerat. Den tänkta målgruppen, analytiska kemister, var i minoritet, medan de flesta deltagarna var naturvetenskapliga experimenter med andra statistiska frågeställningar än de som analytiska kemister ställs inför. Uppläggningsmetoden med repetition och frågestunder och ett visst slack i schemat, gjorde att vi trots detta kunde improvisera och vrida kursinnehållet i den riktning behoven fanns. En fördel var också att kursledningens kompetens sträckte sig både över praktisk statistisk erfarenhet från det naturvetenskapliga fältet och djupa statistiska färdigheter.

Sammanfattningsvis ser jag tröskelbegreppet som en fruktbar tankefigur att låta sig inspireras av under såväl planering, genomförande, examination som utvärdering.

Nyckelord: Statistik, forskarutbildning, tröskelbegreppet, kvalitativt lärande, djuplärande, konstruktiv länkning.

Bakgrund

Tröskelbegrepp, *threshold concepts*, kan beskrivas som inomvetenskapliga begrepp för vilket en passage över tröskeln är en förutsättning för djupt lärande och för att komma vidare i sitt lärande inom ämnet. Även om definitionen av begreppet tröskelbegrepp varierar, är det fruktbart att förhålla sig till det under planering, genomförande, examination och utvärdering av en kurs.

Statistik är ett ämne som innebär problem vid inläringen för många, speciellt som ämnet ofta ligger vid sidan om studentens kärnämnen och intresse. Analytiska kemister behöver statistik i sin dagliga praktik och vi planerade och genomförde en forskarutbildningskurs benämnd Statistik för analytisk kemi våren 2014. Intresset blev stort, men det visade sig att majoriteten av studenterna snarare var naturvetenskapliga experimentalister än analytiska kemister. Vi lyckades ändå genomföra kursen på ett tillfredsställande sätt, framförallt för att kursschemat inte var helt fyllt och planerat, vilket gav oss viss möjlighet att modifiera kursen utifrån de projekt och data som studenterna hade med sig.

Redan vid planeringen fanns tröskelperspektivet med, vilket avspeglades i utrymmet för improvisation som nämnts, i schemalagda tillfällen för repetition och frågor och medverkan av verksamma analytiska kemister. Det går emellertid att driva detta längre och mer konsekvent, och jag diskuterar våra erfarenheter ur detta perspektiv. Arbetet utmynnar i ett antal förslag till förbättringar, som identifiering av tröskelbegrepp, inkorporering av dessa i kursplaneringen, uppföljning av studenternas lärande och att inte bara schemalagd tid är viktig för lärandet utan också att kursens tid kalendermässigt bör vara tillräcklig för ett fördjupat lärande.

Som analytisk kemist behöver man kunna en hel del statistik för att kunna utöva sitt arbete. Arbetet går ut på att leverera underlag för beslut av olika slag, inte bara att leverera siffror. Mottagaren skall kanske ta ställning till om koncentrationen av lösningsmedel i måleriet underskrider gränsvärdet, eller om halten krom ligger inom specifikationen för en viss stålqualität. Ofta(st) är mottagaren av informationen inte insatt i de osäkerheter som är förknippade med mätprocessen, från provtagning till analys. Den analytiske kemisten måste ha grepp om detta och kunna förklara på ett begripligt språk.

Själv blev jag medveten om behovet av statistik först när jag började praktisera yrket. Så jag gick en kvällskurs på 20 ”gamla” poäng för ekonomer. Det var långt ifrån optimalt, men bättre än inget. Senare har jag genom åren på olika sätt försökt att förbättra mina kunskaper för egen del och för mina kollegor på de laboratorier som jag arbetat på. Mitt senaste initiativ till utbildning, som beskrivs här, sprang ur ett behov av statistikkunskaper på mitt nuvarande arbete på Arbets- och Miljömedicin, Sahlgrenska Universitetssjukhuset.

För att skapa resurser till kursen utformades den som en doktorandkurs, men med möjlighet för våra och andra redan yrkesverksamma kemister att delta. Så tillsammans med statistiker från Akademistatistik planerade och genomförde vi sådan en kurs den våren 2014: Statistik för analytisk kemi 3 hp. Det är den kursen som jag kommer att redovisa och reflektera kring i denna rapport.

Det är emellertid inte enbart analytiska kemister som behöver kunskaper i statistik i sitt yrkesutövande, antingen för att bearbeta eller tolka data. Ekonomer, socionomer, journalister; listan kan göras lång. Gemensamt för alla är att det är en kunskap som ligger vid sidan om den egentliga kärnan i deras yrkesutövande och sannolikt också vid sidan om deras egentliga intresse.

Såväl ämnet i sig som de begrepp som används inom statistiken kan utgöra trösklar att ta sig över när man tar sig an ämnet. Ett exempel på ett sådant begrepp är statistisk signifikans. Har man inte ens en intuitiv förståelse för vad detta begrepp står för och vilka förutsättningar som finns inbyggt i det, så är det svårt att göra en rimlig tolkning av data i en vetenskaplig rapport eller resultaten från en SIFO-mätning.

Det här arbetet handlar om den kurs i statistik för analytisk kemi som vi planerade, men som delvis blev en annan när vi genomförde den. Syftet är att analysera våra erfarenheter ur ett tröskelbegrepp-perspektiv under planering, genomförande, examination och utvärdering.

Så här tänkte vi oss kursen

Kursen var alltså tänkt för forskarstuderanden med kemisk analytisk inriktning på sitt arbete. Det var en valbar kurs i utbildningen på forskarnivå vid Sahlgrenska akademien, men var också öppen för doktorander vid andra fakulteter (Chalmers och övriga GU) och omfattade 3 högskolepoäng. Vi tänkte oss maximalt 20 deltagare, inklusive verksamma kemister. Så här löd katalogtexten:

Kursen är riktad till dig som hanterar och producerar kemiska analysdata och dels behöver använda statistik vid exv metodutveckling/validering samt för att beskriva osäkerheten i producerade data och dels behöver kritiskt kunna granska andras analytiska data. Efter en omfattande grundläggande repetition av hypotesprövning och konfidensintervall och kemisk analytisk terminologi, kommer kursen att bland annat behandla felkällor, läges- och spridningsmått (reproducerbarhet, reproducerbarhet), normal- och lognormalfördelning, fortplantning av slumpmässiga fel, osäkerhetsberäkningar, test av outliers, provtagningsstrategi, metoder för kontroll av analysresultat, laboratorie- och metodjämförelser, detektionsgränser och viktning vid regression samt kurvanpassning. Förkunskaper i statistik, som avklarad kurs i Medicins Statistik I eller motsvarande, är att rekommendera.

Vi rekommenderade alltså förkunskaper, men tog allt ”från början” i kursen; för oavsett om studenterna hade förkunskaper kunde de vara slumrande, vilket lätt blir fallet om man inte använder statistik kontinuerligt. Uppläggningsen följde den kursbok vi valt, *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry* (Miller & Miller, 1984)

Målen framgår av bilaga 1. Det verb som användes vid formulerandet av målen under ”Kunskap och förståelse” var att studenten skulle kunna ”redogöra” för exv typ av fel, grundbegrepp och principer. Under ”Färdigheter och förmåga” användes verben ”definiera”, ”förklara”, ”välja”, ”använda” och ”kommunicera”. Slutligen under ”Värderingsförmåga och förhållningssätt” användes verben (kritiskt) ”granska” och ”värdera” exv egna och andras data.

Examinationen skulle ske genom redovisning i seminarieform och individuella skriftliga inlämningsuppgifter. Kursen skulle hållas på svenska alternativt engelska.

Vi tänkte också pröva fyra didaktiska verktyg som vi också presenterade under kursupptakten:

- Kursen var baserad på studenternas egna problem.
- Det skulle finnas tid för repetition och reflektion.
- Vi skulle utnyttja blandningen av forskarstuderande och verksamma analytiska kemister i undervisningen.
- En ”moderator” (jag) skulle brygga över mellan analytisk verksamhet och statistikundervisningen.

En teoretisk grund för kursen

Innan kursen var planerad och beslutad försökte jag lägga en teoretisk grund för den som en del av HPE 102. Jag skall kort summera de begrepp som jag diskuterade där, för att sedan koncentrera mig på och utveckla partiet om tröskelbegrepp. Förutom detta begrepp diskuterar jag djuplärande och konstruktiv länkning. Min tanke är att jag, efter att ha beskrivit hur kursen slutligen blev, skall komma tillbaka till dessa begrepp och utvärdera kursen mot dessa.

Kvalitativt lärande/djuplärande

Ambitionen för en kurs skall vara att studenterna ha med sig det essentiella innehållet, kärnan, i läromaterialet för att sedan kunna applicera begrepp och synsätt i sitt yrkesliv och vardag. Det kan verka självklart, men ofta stannar ambitionen hos såväl student som lärare på att kursen skall klaras av med godkänt betyg. Marton och Säljö (Marton & Säljö, 1976) diskuterar ett kvalitativt sätt att se på både lärandeprocessen och utfallet av lärande. Man talar om läromassans avsiktliga innehåll (*intentional content*) eller enklare uttryckt ”vad det handlar om” (*what the discourse is about*), vilket ju kan överföras till att studenten skall ha passerat de nödvändiga konceptuella trösklarna under läroprocessen. Detta beskrivs som ett djup-nivålärande (*deep-level processing*), till skillnad från yt-nivålärande (*surface level processing*) som karakteriseras som ett reproducerande lärande.

Ramsden använder likartade begrepp när han skiljer på atomistiskt/ytrinriktat lärande (*atomistic/surface approach to learning*) och holistiskt/djupinriktat lärande (*holistic/deep approach*) (Ramsden, 2003). Atomistiskt kontra holistiskt lärande syftar på hur studenten organiserar kunskapen, att se detaljerna eller att se detaljerna och en helhet. Ytrinriktat respektive djupinriktat lärande handlar om att antingen imitera kunskap eller att engagera sig i och skapa en relation till kunskap. Med andra ord kvantitet kontra kvalitet. Verktøyen för ett kvalitativt lärande jag tog upp i förarbetet till kursen var att ta till vara de erfarenheter och frågor studenterna bar med sig och att närvaron av verksamma kemister skulle bidra till engagemang och verklighetsbaserad diskussion. Det skulle finnas plats för diskussion, men också improvisation i kursuppläggningsen och kursinnehåll utifrån dessa diskussioner. Jag tog också upp tanken på att själv vara en länk mellan den föreläsande statistikern och den analytiska praktiken och på så sätt fungera som ”tolk” och styra exemplen under kursen. Alltså utnyttja de tjugo års erfarenhet av analytisk kemi som jag har.

Kolb (Kolb, 1984) argumenterar för erfarenhetens betydelse under inläringen, som han ser som en process snarare än i termer av utfall. Koncept utvecklas och modifieras kontinuerligt genom erfarenhet. Nu är ju lärandet av statistik inte ett utvecklande av nya koncept, utan snarare att studenten utvecklar sin förståelse för koncept. På så sätt snuddar författaren vid tröskelbegreppet och ett av dess kriterier, när han tar upp det bekymmersamma i att ersätta eller modifiera studentens ursprungliga föreställningar om den företeelse konceptet handlar om. Vidare beskriver han de förmågor en lärare bör ha, fördelade i två dimensioner. På den ena dimensionens axel är extrempunkterna de konkreta erfarenheterna och den abstrakta konceptualiseringen. Den andra axelns sträcker sig mellan aktiv experimentering och reflekterande observation. Under läroprocessen skall detta förenas genom konfrontation och integration i en kreativ syntes. Utan att överdriva min betydelse, så är det i detta perspektiv som man kan se mitt bidrag som erfaren experimentalist och användare av statistik.

Konstruktiv länkning

Konstruktiv länkning (*Constructive alignment*) handlar om att det skall finnas en linje från mål

(*intended learning objective*), via kunskapsinhämtning (*teaching/learning activities*) och till examination (*assessment tasks*) (Biggs, 1996). I kursplanens mål är det verben som skall uttrycka målens innehåll och nivå. För mig var de viktigaste verben ”använda”, ”kommunicera” och (kritiskt) ”granska”. Studenten skall kunna använda sin statistiska kunskap i sin vardag, kunna kritiskt granska och kommentera såväl egna som publicerade data samt slutligen kunna kommunicera resultat och osäkerheter till mottagarna av deras analysresultat.

Examinationen bestod i att i seminarieform presentera en analys av det egna projektet eller, om kursens omfattning inte täckte behovet av analysmetoder, diskutera hur man skulle gå vidare med materialet. Man skulle också presentera detta arbete i skriftlig form senare. Examinationsformen gav möjlighet att bedöma studenten gentemot målen som beskrivs under ”Färdigheter och förmåga” (terminologi, välja metod, förklara och kommunicera) och även gentemot målen för ”Värderingssätt och förhållningssätt” (kritiskt granska och värdera).

Tröskelbegrepp

Begreppet tröskelbegrepp (*Threshold concepts*) stötte jag på i Gina Wiskers bok *The good supervisor* (Wisker, 2012) och under hennes work-shop som ingick i handledarkursen. Uttrycket myntades av Jan Meyer och Ray Land och presenterades i en rapport 2003: *Threshold concepts and Troublesome Knowledge* (Meyer & Land, 2003) och har sedan vidareutvecklats av dessa och andra författare. I originalartikeln beskriver författarna begreppet på följande sätt:

A threshold concept can be considered as akin to a portal, opening up new and previously inaccessible way of thinking about something. It represents a transformed way of understanding, or interpreting, or viewing something without which the learner cannot progress.

Detta citat är uppfordrande och kopplingen till ett kvalitativt lärande är uppenbar. Har man inte förståelse för ämnesområdets centrala begrepp, så har man heller inte möjlighet till en djupare förståelse för det eller ens komma vidare med lärandet inom området.

Meyer och Land satte upp fem karakteristiska egenskaper för tröskelbegrepp: 1. De är transformativa (*transformative*) och förändrar studentens syn på ett fenomen, ämnet, kanhända synen på världen och till och med den personliga identiteten. 2. Förändringen är sannolikt irreversibel (*irreversible*), den gamla förståelsen byts mot en ny. 3. De integrerar (*integrative*) sammanhang som tidigare varit dolda för studenten. 4. De kan samtidigt sätta upp nya begreppsmässiga ramar (*bounded*) för det ämne man studerar. 5. Slutligen kan tröskeln vara potentiellt bekymmersam (*troublesome*), eftersom överskridandet strider mot tidigare uppfattningar eller ”sunt förnuft”.

Det sista kriteriet för ett tröskelbegrepp som Meyer och Land tar upp, är att de kan vara bekymmersamma, besvärliga eller jobbiga att ta till sig. Här faller författarna tillbaka på en artikel av Perkins (Perkins, 1999), där han beskriver hur ny kunskap kan vara icke-intuitiv, främmande, ”tyst”, dvs icke uttalad, eller språkligt svår. Ett exempel på icke-intuitiv kunskap från fysiken är att föremål i vacuum, en fjäder och en kilovikt, faller lika snabbt.

Begreppet tröskelbegrepp har fått snabb spridning och det finns nu en ganska omfattande litteratur kring detta. Det har också diskuterats och ifrågasatts, främst för att det inte är klart definierat. Man har också diskuterat om alla kriterier behöver vara uppfyllda och det har även föreslagits ytterligare kriterier (Barradell, 2013). Originalartikeln behandlar genomgående centrala inomvetenskapliga begrepp; värmeöverföring inom fysiken, komplexa tal inom

matematiken, stickprovsfördelningar inom statistiken etc. Andra författare talar om trösklar att ta sig över för en student på väg att bli forskare (Kiley & Wisker, 2009; Wisker, 2012). Ytterligare andra artiklar handlar om mentala trösklar inför att ta sig an ett ämne. Ett sådant ämnesområde som utforskats ganska grundligt i detta avseende är bokföring/redovisning, där studenterna är uppdelade i de som tänkt ägna sig åt detta och de som inte tänkt göra det. De senare har ofta en mycket negativ inställning till ämnet, liknande många andra som ”tvingas” läsa statistik, se exempelvis (Lucas & Meyer, 2004).

I detta arbete tänker jag diskutera inomvetenskapliga begrepp som trösklar i lärandet. Men även med denna begränsning, så skulle diskussionen kunna flöda ut över alla aspekter av didaktiken, all kunskap om lärandet som skulle kunna underlätta tröskelpassage. Därför gör jag ytterligare en begränsning genom att koncentrera mig på hur man kan förebygga tröskelpassage under förberedelserna och planeringen av en kurs. Sådana förebyggande insatser kan vara att undersöka studenternas förkunskaper och engagemang, att identifiera förekomsten av möjliga trösklar samt att uppläggning av kursen anpassas efter dessa, från målformulering, genomförande, kontroller av förståelse och till examination.

En stor del av litteraturen kring tröskelbegrepp handlar om identifiering av trösklar, ämnesspecifikt eller metodologiskt. Bland metoderna som föreslagits finns informella metoder, semi-strukturerade fenomenografiska intervjuer, frågeformulär, övningsuppgifter, genomgång av examinationsuppgifter, workshops och slutligen även observationer i klassrummet (Barradell, 2013; Khan, 2014). Förutom lärare och studenter som källor, påpekar Barradell vikten av att involvera det professionella samhället, där en gång studenten skall praktisera sin kunskap. Författaren påpekar också att olika aktörer kan ha olika åsikt om vilka tröskelbegrepp finns inom ämnesområdet och förespråkar ett consensus-förfarande för att enas om detta. Sammantaget är identifieringen av trösklar inte så trivialt och enkelt som det kan verka. För en lärare som en gång tagit detta transformativa och irreversibla steg över tröskeln, är den nya verkligheten så självklar att man inte minns varken vandan inför steget eller steget i sig. Dunne förslår öppna frågor som ett sätt att inventera tröskelbegrepp, exempelvis ”Förklara med egna ord termen slumpmässigt prov” (Dunne & Ardington, 2003). Trots dessa svårigheter ger begreppet tröskelbegrepp en utgångspunkt för att reflektera över undervisningen, om vad som skall läras ut, varför det skall läras ut och när det skall läras ut (Barradell, 2013). Väl identifierade, skall ämnesområdets tröskelbegrepp integreras i kursplan och undervisning.

Meyer och Land varnar för att söka förenkla ett tröskelbegrepp, vilket kan medföra risken att studenten nöjer sig med denna förenkling och aldrig passerar tröskeln; första intrycket stannar kvar. Man framhåller också vikten av att relatera teorier och begrepp till vardagen och studenternas egna erfarenheter för att pröva och utveckla förståelsen av dessa (Meyer & Land, 2005).

Det finns ganska många statistiska begrepp inom statistik som i litteraturen refereras som tänkbara tröskelbegrepp. Hit hör stickprovsfördelning, centrala gränsvärdessatsen, spridning/variation, slumpmässighet, hypotesprövning, osäkerhet/signifikans/konfidensintervall med flera (Dunne & Ardington, 2003; Khan, 2014; MacDougall, 2010; Meyer & Land, 2003, 2005).

En förutsättning för att studentfokuserad undervisning skall fungera är att man är öppen och känslig för variationer i studentens engagemang i kontext och innehåll. Det är också viktigt att utforska studenternas förförståelse av viktiga begrepp (Meyer & Land, 2005). Detta är dock ett

eget forskningsfält i sig, som jag inte kan fördjupa mig i inom ramen för detta arbete. Exempel på sådan forskning och metoder finns beskrivet av bland andra Lucas (Lucas & Meyer, 2004; Lucas & Mladenovic, 2009).

Tröskelöverskridandet för en student kan gå snabbt, men mer sannolikt är det en utdragen process över tid (MacDougall, 2010). Begreppet liminalitet (*liminality*) och liminalt utrymme (*liminal space*) nämndes redan i Meyer och Lands första artiklar (Meyer & Land, 2003, 2005) och har utvecklats ytterligare i senare litteratur. Med det menade man den tid/utrymme som en transformativ övergång från ett tänkesätt till ett annat kräver. Processen kan vara segdragen över tid och innebära att personen oscillerar mellan tänkesätten och att det finns en risk att studenterna fastnar där (*get stuck*) eller att de löser det genom att härma förståelsen (*mimicry*). Uppgiften för läraren blir att få studenten över tröskeln genom olika åtgärder som konstruktiv feedback, ändra undervisningsform, använda annan teknologi, kamratrespons etc.

Konsekvenserna av ovanstående resonemang är flera. Det krävs tid och resurser för komma över trösklarna. Man kan som Cousin argumentera för att inte pressa in för mycket i kursen, att ”*less is more*” och att bredden kan stå tillbaka för djupare förståelse (Cousin 2006, refererad i (Khan, 2014)). Man behöver också tänka på hur man kontrollerar förståelsen av centrala begrepp under kursens gång. Ett bra exempel på sådan uppföljning fick jag av en kurskamrat på HPE 101. Där hade man infört en dugga (poänggivande vid examinationen) tidigt i en kurs i strålningsfysik, just för att kontrollera att studenterna förstått begrepp som var en förutsättning för resterande kursdelar. Duggan följdes därefter upp individuellt med kursledaren. Ett annat sätt skulle kunna vara att använda diagnostiska test i form av öppna frågor av det slag Dunne förslög för kontroll av förkunskaper (Dunne & Ardington, 2003).

Slutligen skall examinationsförfarandet visa studentens djupare förståelse av det studerade ämnet och de tröskelbegrepp som ingår i detta. Kunskapsnivå som eftersträvas skall avspeglas i målen. Det finns förslag på taxonomi av kunskapsnivån, exv Blooms, som går mot ökad komplexitet från fakta, över förståelse, tillämpning, analys, och syntes till värdering (Bloom 1956, ref i (Elmgren & Henriksson, 2016)). Verben som används för att beskriva kursmålen blir då centrala, men skall för att bli meningsfyllda avspeglas i examinationen.

Så här blev kursen

Antagningen och starten blev något kaotisk. När det var en vecka kvar av antagningstiden hade vi bara 3-4 studenter anmälda och det krävdes 7 för att kursen skulle bli av. En skur av mail sändes till studierektorer vid GU Analytisk kemi och Chalmers. Och då strömmade anmälningarna in, vi var uppe i över 20 anmälningar, dvs vi skulle inte få plats med några verksamma kemister som vi tänkt oss! Då lade vi till att man skulle presentera det dataset som studenten skulle arbeta med på kursen innan kursen startat. När röken lagt sig var det 11 forskarstudenter som fullföljde kursen och 5 verksamma kemister gick den parallellt utan examinationskrav. Sammansättningen av studenterna gjorde att kursen hölls på engelska.

När det gällde förkunskaperna gjorde vi ett lamt försök att kartlägga dessa genom några frågor i ett mail. Skillnaden i bakgrund var stora, men de flesta hade någon form av statistikutbildning bakom sig. Men det som skiljde mest var studenternas behov av statistiska metoder jämfört med de vi hade planerat för. Det var få som sysslade med analytisk kemi, de flesta var naturvetenskapliga experimentalister som ville ha verktyg för att kunna planera och utvärdera sina försök.

Sammanlagt hade vi 12 kurstillfällen à 3 timmar, över en period på 3 veckor. Sex tillfällen var schemalagda för lektioner och de övriga sex var seminarier, varav ett var reserverat för en datorlaboration och två för examinationen. Vi hade inte i detalj fyllt seminarietillfällena med innehåll vid kursstarten, vilket visade sig vara viktigt. På så sätt kunde vi delvis vrida kursen från en kurs för analytiska kemister till en för naturvetenskapliga experimenter. Vi lade första timmen av varje lektionstillfälle på repetition och frågor från studenterna, vilket gav ett uppskattat tillfälle för återkoppling och reflektion. Däremot fanns det inte utrymme för hemuppgifter, eftersom kursen var kompakt och studenternas tid och kraft måste läggas på det egna projektet och examinationen.

Att kursen baserades på studenternas egna data var lyckosamt. Engagemanget var stort och i möjligaste mån tog vi hänsyn till deras problem i undervisningen. Under ett av seminarierna fanns också möjlighet att individuellt diskutera med statistikern, vilket var mycket uppskattat.

Inslaget av verksamma kemister kunde inte utnyttjas maximalt på grund av att kursens ändrade inriktning. På samma sätt blev inte behovet av moderator för att brygga över till den analytiska praktiken inte heller lika betydelsefull. Men de insatser jag gjorde som sådan var ändå uppskattade.

Kursutvärderingen var över lag positiv med poäng runt eller över 4 på en 5-gradig skala. På frågan om arbetet med det egna projektet ökat engagemanget svarade studenterna som medeltal 4,1. På frågan om kursen hjälpt dem i deras projekt gavs poängen 3,6. Man ansåg att det fanns tid för repetition och reflektion (4,3) och moderatören hjälpte till att brygga över mellan praktik och statistik (4,6). På frågan om de kunde rekommendera kursen till sina kollegor gav man poängen 4,6. I kommentarerna efterlystes fler övningsexempel, både för hemarbete och i klassrummet. Vidare tyckte någon vi kunde undersöka förkunskaperna i början av kursen. Man önskade också att vi haft försöksplanering som en del av kursen. Statistikern fick lysande kritik för sitt sätt att undervisa.

Teoretisk reflektion utifrån mina erfarenheterna från kursen

En kurs måste förhålla sig till studenternas förkunskaper. I ett längre utbildningsprogram utgör kanske inte detta ett problem, men i en enskild kurs där studenterna har en spretig bakgrund kan det vara besvärligare. Att i fallet med statistik fråga om tidigare utbildning kan ge svaret ja/nej, men att dra vidare slutsatser kan vara svårt. Diagnostiska frågor, som rör grundläggande koncept i förväg vore intressant att prova (Barradell, 2013). Frågorna bör då vara öppna, vilket bäst kan spegla djupet av förståelse för koncepten.

Att identifiera tänkbara tröskelbegrepp är inte trivialt, vilket litteraturen visar. Mer eller mindre avancerade metoder finns beskrivna, men i praktiken finns sannolikt varken tid, resurser eller metodkunskap att tillgå. Erfarenheter från tidigare undervisning är en viktig källa och diskuteras dessa kollegor emellan kan det vara en grund att utgå ifrån. Studenterna är ju primärkällan, frågan är hur man samlar in information från dem. En (obligatorisk?) logg/blogg som studenten fyller i efter varje kurstillfälle skulle vara en guldgruva, alternativt ett gemensamt chat-forum. Sådan information skulle också kunna användas för att modifiera undervisningen under kursen och för att samla upp förbättringsförslag till kommande kurser. De konventionella kursutvärderingarna ger ju oftast väldigt lite användbar information, om man undantar de sparsamma svaren på öppna frågor. Användningen av loggar/bloggar kräver förstås en ökad arbetsinsats av kursledning och lärare, men skulle säkert vara mycket givande. Inför vår kurs gjorde vi inga försök att identifiera

några trösklar, här finns möjlighet till förbättring! Baradell poängterar vikten av att engagera kompetens utanför den akademiska världen vid identifieringen av tröskelbegrepp (Baradell, 2013). Den kompetensen säkrades i vårt fall av närvaron av verksamma analytiska kemister, inklusive mig själv.

Men hindren för tröskelpassage är sannolikt inte statiska. Hindren är många och varierar troligen. Studentens förkunskaper har jag diskuterat, i fallet statistik är deras förutsättningar för abstrakt/matematiskt tänkande är en annan faktor. Olika läraaktiviteterna passar studenter olika etc. Sammantaget är det många faktorer som inte är konstanta över tid, grupp- och lärarsammansättning, varför det är svårt att tro att det en gång för alla går att låsa vilka trösklar som finns inom ett visst ämnesområde. Listan över olika tänkbara trösklar inom statistik som gjorts tidigare i denna text är ju ganska omfattande. Det kanske är viktigare att vara observant och lyhörd för vad som utgör konceptuella trösklar i ett visst sammanhang och då dels ha verktyg för att känna av dessa och dels ha beredskap och utrymme för att agera när de uppenbarar sig.

När det gäller uppläggningsen av kursen finns det två olika sorters tid att diskutera; den tid som finns till förfogande för schemalagda aktiviteter och den kalendermässiga tid kursen sträcker sig över. Sett ur ett tröskelbegrepp-perspektiv, är båda intressanta.

Jag har alltid undrat över varför Chalmers envisats med parallella kursen med gemensamma tentamensperioder, själv läste jag i min egen kemi- och biologiundervisning en blandning av längre och kortare kurser sekventiellt. Nu ser jag fördelen med att man med Chalmersuppläggningsen får kalendermässigt längre kurser. Detta ger bättre möjlighet att bearbeta kunskap och ur tröskelbegrepp-perspektiv skulle det kunna beskrivas som att det finns mer utrymme för den liminala fasen i lärandet. Utifrån detta resonemang anser jag att det varit bättre att kursen, med samma omfattning av undervisningstid, sträckt sig över den dubbla kalendertiden. Då hade vi, utan att överbelasta studenterna, också kunnat lägga in fler hemuppgifter, vilket efterfrågades. Samtidigt måste det vara en balans mellan kurs- och kalendertid. En alltför lång kurs kan medföra att engagemanget svalnar mellan kurstillfällena och resulterar i att studenterna får ”börja om” inför varje tillfälle.

Man kan också diskutera hur den tid som å andra sidan står till förfogande för undervisning skall användas med tröskelbegreppet i fokus. Man kan ifrågasätta fyllandet av schemat till sista minuten och i stället koncentrera sig på de viktigaste begreppen och se till att de faller på plats hos studenterna. Det behövs, tror jag, inplanerad tid för repetition och frågor och ett viss slack i schemat för improvisation. Slacket, eller reservtiden, kan också utnyttjas för att i dialog med studenterna utveckla/modifiera kursen medan den pågår. Att vår kurs ändå blev så pass lyckad, berodde på att vi inte fyllt upp den till brädden och att vi till en del kunde improviserade fram den under kursens gång.

Repetition och övning förknippas gärna med ett ytligt lärande och mekaniskt utförande. Men skall man kunna ha nytta av sin statistiska förmåga, så måste man kunna tillämpa den. Men dessutom tror jag en djupare förståelse kräver repetition och applicering av koncepten på ”riktiga” data. Studenten kan då relatera teori till den verklighet man skall verka i. Ofta sker övning i form av hemuppgifter tillsammans med andra studiekamrater, vilket ger tillfälle till kamratrespons. Under kursen började vi varje lektionstillfälle med repetition och tillfälle för frågor, vilket var uppskattat och värdefullt för såväl studenter som lärare. Men vi borde haft mer övningar/hemuppgifter, vilket också studenterna gav uttryck för i kursutvärderingen.

Någon medveten uppföljning av tröskel-passage gjordes inte under kursen, möjligen gav repetitions/frågetillfällena viss information. Även här skulle öppna diagnostiska frågor kunna användas, gärna med hjälp av IT-stöd i form av logg/blogg/minienkäter.

Examinationen utgjordes dels av en presentation av studentens eget problem i seminarieform och dels genom en skriftlig redogörelse. Jag ser det som ett bra sätt att följa upp studentens djupare förståelse för ämnet och grundläggande koncept. Seminariet ger möjlighet till följdfrågor och i skrift avslöjas ofta brister i förståelse. Vi hade också tänkt ha ett seminarium baserat på granskning av en publicerad artikel. Det fanns inte möjlighet inom de ramar vi hade, men att kritiskt granska och ”slakta” vetenskapliga kollegor brukar öka energinivåerna i diskussionen och renodla banden mellan teori och praktik. Under ett kollegialt seminarium brukar tonen vara mer försiktig.

Slutsatser

Tröskelbegreppet har varit med mig från planering till utvärdering av den kurs i statistik för analytisk kemi som jag varit med om att planera och genomföra. Ju mer jag läst, ju mer undflyende har innebörden varit och min syn har förändrats under den här resans gång. Extremerna som beskrivits i litteraturen är från tröskeln till att bli forskare under doktorandtiden till tröskeln till att kunna utföra ett visst statistiskt test. Diskuterar man tröskelbegrepp är det därför viktigt att tänka på vilken innebörd man lägger i detta. Själv har jag begränsat användningsområdet till inomvetenskapliga begrepp inom statistiken, ett exempel skulle kunna vara centrala gränsvärdessatsen. Trots denna förvirring kring användningen av begreppet tröskelbegrepp har det varit fruktbart för mig att reflektera över det i samband med planering och genomförande av kursen. Kanske har det i sig betytt ett tröskelpasserande för mig att ha omfattat innebörden av begreppet? Den relativt omfattande litteraturen och spretiga användningen av det är nog ett bevis på att jag inte är ensam om att det sätter fingret på något väsentligt i lärandet.

En viktig erfarenhet är att ha en ödmjuk inställning till vilka trösklar som finns inom ett ämne och i en viss kontext. De kan variera utifrån många faktorer, studenternas förförståelse och läraraktiviteterna för att bara nämna två. I stället för att lägga tid på att en gång för alla slå fast vilka tröskelbegrepp som finns inom ett ämnesområde, så kanske det är bättre att i sin planering av kursen möjliggöra tröskelpassage när trösklarna uppenbarar sig. Det är viktigare att vara observant och lyhörd för vad som utgör trösklar i ett visst sammanhang och då dels ha verktyg för att känna av dessa och dels ha beredskap och utrymme för att kunna stötta studenterna.

En blick framåt

Sammantaget finns både saker som vi gjorde bra och saker som vi skulle kunna förbättra i denna kurs som var den första i sitt slag för oss. En grundläggande sak som vi inte undersökte var vilken typ av statistisk som forskarstuderande vid Sahlgrenska Akademin/GU hade behov av. Vi utgick från (egna) behov av statistik med inriktning mot analytisk kemi, vilket inte var vad merparten av studenterna behövde. Det *kan* finnas behov av en kurs med inriktning mot analytisk kemi och med den uppläggning vi först tänkt oss. Men då måste man först inventera och säkra upp antalet intresserade forskarstuderande innan man ens drar igång planeringen. Att fylla på med verksamma kemister är sannolikt inget problem, om man så vill, men grundkravet är 7 deltagande doktorander. Om man däremot skall inrikta sig på experimenterare, så är det en annan kurs vi talar om. Sannolikt skulle man då kräva grundläggande förkunskaper i statistik och börja kursen ”en nivå upp”. Inriktningen skulle vara försöksuppläggning och dataanalys. Att

bygga kursen på egna dataset skapar engagemang och om man kräver in dem i förväg, så kan kursen i viss mån anpassas efter de metoder som behövs för analysen av dessa data. Sannolikt skulle den behöva vara mer omfattande än 3 hp, troligen 5 hp.

Här följer några saker att tänka på i punktform:

- Inventering av studenternas utbildningsbehov innan kursen slutligt bestäms.
- Förkunskaperna definieras så precist det går och följs upp med några diagnostiska öppna frågor innan kursstart.
- Målen skärps upp för att fokusera på djupare förståelse. Examinationen i form av redovisning av det egna problemet i seminarie- och skriftlig form behålls.
- Kravet på egna data som kursen baseras på behålls och utvecklas.
- Tänkbara tröskelbegrepp identifieras genom diskussioner i lärarlaget och med extern kompetens i form av verksamma kemister/experimentalister. Vid planeringen av kursen tas hänsyn till de identifierade trösklarna.
- Om möjligt för studenterna löpande en logg/blogg, som följs av kursledningen för att a) identifiera trösklar, b) anpassa kursen till de svårigheter/trösklar som dyker upp och c) kunna utvärdera och förbättra kursen.
- Tillfälle för repetition och frågor läggs in i schemat.
- Kalendertiden som kursen spänner över görs tillräckligt lång för att möjliggöra övning och reflektion, samtidigt som tid finns för arbete på det egna projektet.
- Om möjligt se till att verksamma analytiska kemister/experimentalister kan delta i kursen parallellt med de forskarstuderande och gärna också en sådan person i kursledningen.

Redan Meyer och Land var inne på att metaforen av trösklar gav en felaktig och tråkig bild av utbildning som ett slags häcklopp mot ett slutligt givet mål (Meyer & Land, 2005). Men till en tröskel finns i allmänhet en dörr och en dörr kan leda till en ny värld. Konceptet, begreppet, öppnar visserligen inte bara upp en ny värld, det sätter också gränser för denna. Men samtidigt är vandrigen inom vetenskapen ett ständigt öppnande av nya världar. Så jag kom att tänka några rader i Tomas Tranströmers dikt *Romanska bågar* i diktsamlingen *För levande och döda* (Tranströmer, 1989), som jag gärna vill sluta med:

Inne i dig öppnar sig valv bakom valv oändligt.
Du blir aldrig färdig, och det är som det skall.

Referenser

- Barradell, S. (2013). The identification of threshold concepts: a review of theoretical complexities and methodological challenges. *Higher Education*, 65(2), 265-276. doi:10.1007/s10734-012-9542-3
- Biggs, J. (1996). Enhancing Teaching through Constructive Alignment. *Higher Education*, 32(3), 347-364. doi:10.1007/BF00138871
- Dunne, T., & Ardington, C. (2003). Exploring Threshold concepts in basic Statistics, using Internet. Retrieved from <http://iase-web.org/documents/papers/sat2003/Dunne.pdf> (2016-05-05).
- Elmgren, M., & Henriksson, A.-S. (2016). *Universitetspedagogik* (Vol. 3., [uppdaterade och omarb.] uppl.). Lund: Studentlitteratur.
- Khan, R. N. (2014). Identifying Threshold Concepts in First-Year Statistics. *Education Research and Perspectives*, 41, 217-231.
- Kiley, M., & Wisker, G. (2009). Threshold concepts in research education and evidence of threshold crossing. *Higher Education Research & Development*, 28(4), 431-441. doi:10.1080/07294360903067930
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning : experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, N.J.: Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall.
- Lucas, U., & Meyer, J. (2004). Supporting student awareness: understanding student preconceptions of their subject matter within introductory courses. *Innovations in Education & Teaching International*, 41(4), 459-471. doi:10.1080/1470329042000277039
- Lucas, U., & Mladenovic, R. (2009). The identification of variation in students' understandings of disciplinary concepts: the application of the SOLO taxonomy within introductory accounting. *Higher Education*, 58(2), 257-283. doi:10.1007/s10734-009-9218-9
- MacDougall, M. (2010). Threshold concepts in statistics and online discussion as a basis for curriculum innovation in undergraduate medicine. *MSOR Connections*, 10, 21-41.
- Marton, F., & Säljö, R. (1976). On qualitative differences in learning : I : Outcome and process. *British Journal of Educational Policy*, 46, 4-11.
- Meyer, J., & Land, R. (2003). *Threshold Concepts and Troublesome Knowledge: Linking to Ways of Thinking and Practising within Disciplines* (Occasional report 4). Retrieved from <http://www.etl.tla.ed.ac.uk//docs/ETLreport4.pdf> (2016-05-05).
- Meyer, J., & Land, R. (2005). Threshold concepts and troublesome knowledge (2): Epistemological considerations and a conceptual framework for teaching and learning. *Higher Education*, 49(3), 373-388. doi:10.1007/s10734-004-6779-5
- Miller, J. C., & Miller, J. N. (1984). *Statistics for analytical chemistry*. Chichester;New York;: Horwood.
- Perkins, D. (1999). The Many Faces of Constructivism. *Educational Leadership*, 57(3), 6.
- Ramsden, P. (2003). *Learning to teach in higher education* (Vol. 2.). London: RoutledgeFalmer.
- Tranströmer, T. (1989). *För levande och döda: dikter*. Stockholm: Bonnier.
- Wisker, G. (2012). *The good supervisor: supervising postgraduate and undergraduate research for doctoral theses and dissertations* (Vol. 2.). Basingstoke: Palgrave Macmillan.

Bilaga 1.

Grundläggande statistik för analytisk kemi

3 högskolepoäng

Forskarnivå

1. Fastställande

Kursplanen är fastställd av

Kursplanen gäller från och med vårterminen 2015.

Ansvarig institution: Medicin (Arbets- och miljömedicin/Akademistatistik)

2. Inplacering

Kursen ingår som en valbar kurs i utbildningen på forskarnivå vid Sahlgrenska akademien, men är också öppen för doktorander vid andra fakulteter.

3. Förkunskapskrav

Antagen till utbildning på forskarnivå. Avklarad kurs i Medicins Statistik I eller motsvarande är att rekommendera. Avklarad kurs Introduktion till forskning rekommenderas, men är inte nödvändig.

4. Innehåll

Kurs i statistik inriktad mot analytisk kemi, omfattande grundläggande repetition av hypotesprövning och konfidensintervall, kemisk analytisk terminologi, felkällor, läges- och spridningsmått (repeterbarhet, reproducerbarhet), normal- och lognormalfördelning, fortplantning av slumpmässiga fel, test av outliers, provtagningsstrategi, metoder för kontroll av analysresultat, laboratorie- och metodjämförelser, osäkerhetsberäkningar och avrundning, metodvalidering, detektionsgränser, viktning vid regression samt kurvanpassning.

5. Mål

Efter avslutad kurs förväntas studenten kunna:

Kunskap och förståelse

Redogöra för hur olika typer av fel vid provtagning och analys uppstår och fortplantas och hur de skall hanteras och redovisas.

Redogöra för grundbegrepp och principer för hypotesprövning för test och deras applikation i analytiska sammanhang som bestämning av detektionsgräns, jämförelse mellan metoder och enklare test av analytiska data.

Färdigheter och förmåga

Definiera, förklara och använda grundläggande kemisk analytisk terminologi.

Välja och använda statistiska metoder för att kunna genomföra och presentera metodutveckling och validering samt analytiska resultat.

Välj metod för och utföra enklare test av analysdata.

Förklara och kommunicera analytiska resultat ur ett statistiskt perspektiv.

Värderingsförmåga och förhållningssätt

Kritiskt granska och värdera statistiska data i analytiska sammanhang i form av statistiska felangivelser, valideringsresultat, laboratoriejämförelser och enklare signifikanstester av analysdata.

6. **Kurslitteratur**

Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry, 6th ed. Miller and Miller, Pearson 2010.
Tilläggsmaterial I form av vetenskapliga artiklar enligt lista.

7. **Former för bedömning**

Kursen examineras genom individuella skriftliga inlämningsuppgifter och redovisning i seminarieform.

En begäran om byte av examinator ska vara skriftlig och ställas till kursansvarig institution.

8. **Betyg**

Betygsskalan omfattar betygsgraderna Underkänd (U), Godkänd (G).

För betyget godkänt krävs att ett reflekterande förhållningssätt till lärandemål och innehåll kommer till uttryck vid examinationen.

9. **Kursvärdering**

Kursvärdering sker skriftligt med hjälp av Sahlgrenska akademins gemensamma kursvärdering samt muntligt i dialog med studenterna. Den muntliga dialogen genomförs dels fortlöpande, dels i slutet av kursen. Den fortlöpande dialogen skall vara vägledande för genomförandet av pågående kurs.

10. **Övrigt**

Kursen ges på svenska och ev engelska.