

Lärartankar

med Berthold Nilsson

Mitt möte med en särbegåvad elev

Jag skulle vilja berätta om den fascinerande kunskapsresa som en elev gjort på egen hand med viss inspiration och stöttning från omgivningen. Man kan säga att det handlar om Skolverkets formulering: "Alla elever har rätt att utvecklas så långt som möjligt utifrån sina egna förutsättningar" – och i detta fall handlar det om en elev som nått långt, mycket långt!

Jag träffade Amir Tresnjic när han gick i årskurs 8 på grundskolan, och redan då använde han logaritmer i sina räkningar, trots att de introduceras först i Matematik 2-kursen på gymnasiet. När jag sedan träffade honom som gymnasielev visade det sig att han var extremt fokuserad och snabb. Han nöjde sig inte med gymnasiekurserna utan sökte också information på nätet, där han bland annat hittade filmer som behandlar högskolematematik. Allt som oftast har han under dessa år skickat mej länkar till filmer och artiklar som sporrat honom vidare och då och då skriver han ner nya matematiska insikter som han kommit på. Vi har mailat och chattat och haft ett småroligt utbyte av idéer.

Buffons nålar i flera dimensioner

Amirs gymnasiearbete bär titeln: "Buffons nålar" med undertiteln: "En geometrisk analys kring approximationen av p genom nåsläppning med Monte Carlo-metoden, utökat till högre dimensioner". Matematiken bakom detta 1700-talsexperiment är känd sedan gammalt och det har säkert skrivits gymnasiearbeten om "Buffons nålar" tidigare. Men Amir gick ett steg längre, han utökade Buffons problem till att omfatta en pinne som kastas i 3 dimensioner, och i 4 dimensioner, och i ett n -dimensionellt rum. Amirs undersökning mynnade ut i om – och i så fall hur – nålens längd jämfört med avståndet mellan linjerna/planen förändras med rummets dimensioner.

Teoretisk fördjupning

För att klara detta teoretiska arbete har Amir behövt använda eftergymnasial matematik inom flera områden:

- ✦ gränsvärdesberäkningar med hjälp av oändliga serieutvecklingar
- ✦ sfäriska koordinater
- ✦ integraler i både 2, 3, 4 och i ett godtyckligt antal dimensioner
- ✦ hypersfärers volym via Gammafunktionen.

Datasimulerade experiment

För att verifiera de teoretiska resonemangen och resultaten behövs det också experiment! Nu har inte Amir kastat någon fysisk pinne – möjligen skulle han i så fall hunnit några tusen kast under sin gymnasietid. Istället har han gjort datasimuleringar med miljontals kast i olika dimensioner. För att verifiera att de matematiska uttrycken är korrekta har Amir på egen hand lärt sig Python-programmering och skrivit sju A4-sidor strukturerad datakod som simulerar en pinne som kastas i 2 dimensioner, i 3 dimensioner, i 4 dimensioner och så vidare. Och det vackra är att datasimuleringarna bekräftar de teoretiska beräkningarna!

Fysik 3 som ende elev

Amir var den ende elev på vår lilla skola som läste Fysik 3-kursen. Han läste den på egen hand, men jag ordnade laborationer och redovisningar åt honom. Vid sista frågan på ett av proven skulle han lösa ett fysikaliskt problem som handlade om rörelse med hastighetsberoende friktion i gravitationsfri miljö. Han fick som ledtråd ett matematiskt uttryck att utgå från. Amir löste inte bara själva uppgiften utan härledde även den bakomliggande differentialekvationen som lite extra bonus. För att fixa detta var han tvungen att använda lösningsmetoder som tillhör högskolans värld.

Ett inslag i kursen handlade om tröghetsmoment. I läroboken finns färdiga uttryck för tröghetsmoment för några grundläggande geometriska former: kvadratisk skiva, klot, sfäriskt skal, rak stav och några till. När Amir såg detta kopplade han ihop det med roterande grafer som vi läst om i Matematik 5-kursen och fick på så sätt ett uttryck för generella geometriska former som uppstår vid rotation. Detta visar hur Amir från ett litet skolexempel i läroboken utvidgar, generaliserar och kopplar samman med andra delar i matematiken.

De vanliga kurserna är ingen utmaning

Ofta skrev Amir sina prov på mycket kortare tid än de flesta andra, med fel-fritt resultat. För att stimulera sin nyfikenhet fick han söka sig utanför kurserna. Dagen före ett av läsårets större prov i kemi, när övriga elever pluggade som mest, roade sig Amir med matematik och skickade mej ett dokument med insikter han kommit på. Titeln var "Ett tal i dess oändliga rötter" och vid 20-tiden på kvällen skickade han ytterligare ett dokument där han studerat "En lösningsmetod för integralen med integranden $\sin(ax)\cos(bx)$ ".

Amir har nu tagit studenten och en klart lysande stjärna vid Hultsfreds gymnasium har vandrat vidare. Storheten i Amirs arbete är att han utifrån ett känt klassiskt experiment ser hur det kan generaliseras till högre dimensioner, till abstrakta nivåer. Under resans gång stöter han hela tiden på nya områden i matematiken som han undersöker, fascinerar av och utnyttjar. Just det där att kunna kombinera olika områden inom matematiken till något som – så långt jag känner till – aldrig gjorts tidigare borgar för att Amir kommer att gå långt, mycket långt, inom matematik eller fysik.

En länk till Amirs gymnasiearbete finns på Nämnaren på nätet.

