

ADI-modellen som ett didaktiskt verktyg för en ökad förståelse i biologiämnet

Titel: ADI-modellen som ett didaktiskt verktyg för en ökad förståelse i biologiämnet
Juni 2025

En projektrapport publicerad för Uppsala kommun

Författare: Emma Larsson & Ida Solum

E-post: emma.larsson3@skola.uppsala.se, ida.solum@skola.uppsala.se

Uppsala kommun

Sammanfattning

Biologi är ett ämnesområde som behöver förstås utifrån olika organisationsnivåer, från den enskilda molekylen till globala ekosystem. Dessutom är ämnet begreppstungt och de svenska ämnesplanerna i biologi poängterar vikten av att eleverna får lära sig begrepp samtidigt som de ska utveckla en förmåga att analysera biologiska samband.

Inom ramen för detta arbete har en undervisningsmodell som kallas Argument-driven Inquiry Learning Model (ADI) undersökts. I modellen utgår eleverna från en fråga eller ett problem som introduceras av läraren. Eleverna ska i grupp samla information som hjälper dem att besvara frågeställningen. Därefter sammanställer och formulerar elevgruppen argument baserade på den information som inhämtats. Sedan skriver eleverna ett individuellt svar på frågan som följs av en *peer-review*, där svaren granskas av klasskompisarna enligt en given mall. I det sista steget ges möjlighet att revidera den egna texten utifrån återkopplingen.

Två delstudier genomfördes där eleverna fick arbeta enligt ADI-modellen. Elevernas förståelse analyserades med för- och eftertester samt med hjälp av provsvar. Elevernas förmåga att resonera kring biologiska system utvärderades med hjälp av ljudupptagningar av gruppdiskussioner och elevernas upplevelse av arbetet med ADI-modellen utvärderades genom enkäter.

För- och eftertester samt analys av provsvar visade att elevernas förståelse ökade mer då de arbetade enligt ADI-modellen i jämförelse med förståelsen hos elever som fått traditionell undervisning. Ljudupptagningarna visade hur elevernas lärande utvecklades då de fick diskutera och omsätta ny kunskap i grupp. I enkätsvar visade en majoritet av eleverna att de var positiva till att arbeta enligt ADI-modellen. Sammantaget visar studien att ADI-modellen är ett bra didaktiskt verktyg för att öka elevernas förståelse för komplexa system i begreppstunga ämnen som biologi.

Tack

Vi vill tacka Eva Lundqvist vid Uppsala universitet och Jesús Piqueras vid Stockholms universitet för värdefulla insikter kring hur man kan använda PEA-modellen som analysverktyg. Stort tack till Tobias Jakobsson, Uppsala universitet, för hjälp med statistiska analyser. Tack till Uppsala kommun och våra skolledare för möjligheten att genomföra denna studie. Slutligen vill vi tacka vår handledare Anna Levin vid Uppsala kommun för alla tips och kommenterar längs arbetets gång.

Innehållsförteckning

ADI-modellen som ett didaktiskt verktyg för en ökad förståelse i biologiämnet	1
Sammanfattning	3
Tack.....	3
Innehållsförteckning.....	4
Inledning.....	7
Teoretiskt ramverk	8
Sociokulturellt perspektiv	8
Systemtänkande.....	8
Kontextbaserat lärande.....	9
ADI-modellen.....	10
Organiserande syften.....	13
Syfte och frågeställningar.....	14
Metod	14
Urval och avgränsningar	15
Forskningsetiska principer	15
Lektionsplanering enligt ADI-modellen	15
Datainsamling.....	16
För- och eftertest	16
Provsvar och bedömning.....	17
Ljudinspelningar.....	17
Enkäter	17
Reflektionsprotokoll.....	17
Databearbetning och analys	17
För- och eftertest	17
Provsvar och bedömning.....	18
Ljudinspelning analyserades med PEA-modellen.....	18
Enkät.....	20
Reflektionsprotokollet.....	20
Resultat.....	20
Elevernas förståelse för biologiska system	20
Delstudie 1.....	20
Delstudie 2.....	22

Elevernas förmåga att diskutera kring biologiska system.....	23
Delstudie 1.....	24
Delstudie 2.....	25
Elevernas upplevelse av sin egen förståelse.....	27
Diskussion	32
Elever visar ökad förståelse för biologiska system då de arbetar enligt ADI-modellen.....	32
Elever behöver få tid och möjlighet att resonera kring biologiska problem	33
Elever och lärares upplevelser av arbete med ADI-modellen.....	36
Slutsats	38
Referenser.....	39
Bilagor.....	43
Bilaga 1: Samtyckesblankett.....	43
Förfrågan om medverkan i vårt forsknings- och utvecklingsprojektet	43
Vad är det för projekt?	43
Hur går studien till?.....	43
Vad händer med mina uppgifter?	44
Deltagandet är frivilligt.....	44
Bilaga 2: Lektionsplanering med organiserande syften	45
Delstudie 1: Den komplexa frågan.....	45
Delstudie 1: Lektionsplanering med organiserande syften	45
Lektion 7.....	47
Delstudie 2: Den komplexa frågan.....	47
Delstudie 2: Lektionsplanering med organiserande syften	47
Bilaga 3: Kompletterande lektionsmaterial.....	51
Delstudie 1, lektion 1: Cellens organeller.....	51
Delstudie 2, lektion 2: Inflammation.....	51
Delstudie 2, lektion 4: Uppgift om vaccin	52
Bilaga 4: Mallar för feedback av individuella texter.....	55
Delstudie 1.....	55
Delstudie 2.....	56
Bilaga 5: För- och eftertest.....	58
Delstudie 1.....	58
Delstudie 2.....	58
Bilaga 6: Provfrågor med bedömningsmall	59
Delstudie 1.....	59

Delstudie 2.....	60
Bilaga 7: Enkäter.....	63
Delstudie 1: Utvärdering av lektioner om cellen enligt ADI-modellen.....	63
Delstudie 2: Utvärdering av lektioner om immunsystemet enligt ADI-modellen	64
Bilaga 8: Reflektionsprotokoll från undervisande lärare	67
Delstudie 1, lektion 1	67
Delstudie 1, lektion 2	68
Delstudie 1, lektion 3	69
Delstudie 1, lektion 4	70
Delstudie 1, lektion 5	71
Totalreflektion.....	71
Delstudie 2, lektion 1	72
Delstudie 2, lektion 2	73
Delstudie 2, lektion 3	74
Delstudie 2, lektion 4	75
Delstudie 2, lektion 5	76
Delstudie 2, lektion 6	77
Delstudie 2, lektion 7	78
Delstudie 2, lektion 8	79
Totalreflektion.....	79

Inledning

För att kunna möta en alltmer komplex värld med stora utmaningar vad gäller till exempel hållbar utveckling, energiförsörjning, artificiell intelligens och risk för kommande pandemier, behövs naturvetenskapligt allmänbildade medborgare (Skolinspektionen, 2017; Skolverket, 2025). Naturvetarna (2023) presenterar i en rapport att antalet arbetstillfällen inom naturvetenskap, teknik, ingenjörsvetenskap och matematik, de så kallade STEM- (Science, Technologies, Engineering and Mathematics) ämnena har ökat mer än dubbelt så mycket jämfört med alla andra yrkesgrupper under de senaste åtta åren. Samtidigt har söktrycket till det naturvetenskapliga programmet i svensk gymnasieskola minskat stadigt de senaste fem åren (Skolverket, 2023). Tidigare forskning har visat att många elever upplever att naturvetenskapliga ämnen ofta handlar om utantillkunskap och att det saknas utrymme för djupare diskussioner av ämnesinnehållet under lektionerna (Lyons, 2006; Skolinspektionen, 2017). I den senaste TIMMS- (Trends in International Mathematics and Science Study) rapporten är det tydligt att inställningen till de naturvetenskapliga ämnena försämras bland svenska elever mellan årskurs 4 och årskurs 8 (Skolverket, 2024a). Rapporten visar dessutom att den negativa inställningen till att lära sig naturvetenskapliga ämnen har ökat i både årskurs 4 och årskurs 8 sedan TIMMS-undersökningen 2019. Skolinspektionen (2017) menar att den naturvetenskapliga undervisningen måste göras mer relevant för eleverna för att intresset ska öka. Detta kan till exempel göras genom att konstruera uppgifter som hjälper eleverna att se hur faktakunskaper kan användas för att förstå fenomen eller lösa problem.

För att trygga svensk konkurrenskraft och ekonomi har Svenskt näringsliv tagit fram en STEM-strategi som ska öka bredd och spets av STEM-kompetensen i Sverige. I strategin presenteras 12 insatser för att stärka utbildning inom STEM-området. En av dessa insatser handlar om att främja elevernas kunskapsinhämtning, motivation och samarbetsvilja genom att undervisningsmetoder grundas på vetenskaplig forskning och beprövad erfarenhet, så kallad evidensbaserad pedagogik (von Zweigbergk & Olsson, 2024).

Klimatet i samhällsdebatten har förändrats under de senaste åren. Vetenskapen kämpar mot så kallade alternativa fakta, vilket gör det extra viktigt att elever i skolan får med sig kunskaper som stöttar dem i livet som informerade demokratiska samhällsmedborgare. Sådana kunskaper kan till exempel handla om förmågan att formulera argument som bygger på fakta, samt förståelse för skillnaden mellan kunskaper och värderingar som grund för argument, perspektivtagande, informationssökning och kritisk granskning av källor (Rietz, 2021). Wickman & Ligozat (2010) menar att naturvetenskaplig literacitet handlar om att kunna använda begrepp, modeller och teorier för att förstå sin omgivning och kunna fatta välinformerade beslut i komplexa frågor.

Biologi är ett begreppstungt ämne. Det finns studier som pekar på att grundkurserna i biologi på universitetet innehåller lika många nya ord som en hel språkkurs på gymnasiet (Groves, 1995; Zukswert, m.fl., 2019;). De svenska ämnesplanerna för biologi på gymnasiet poängterar vikten av att eleverna får lära sig biologiska begrepp samt förmågan att analysera biologiska samband (Skolverket, 2024b). Ren ämneskunskap är viktig, men undervisningen måste också bidra till att eleverna förstår och kan ta ställning till komplexa problem vad gäller till exempel miljö och hälsa (Andersson, 2014).

För biologiämnet ligger ytterligare en utmaning i att det utvecklas fort och behöver förstås utifrån olika organisationsnivåer, allt ifrån den enskilda molekylen till globala ekosystem

(Skolverket, 2024b). För att kunna möta den snabba utvecklingen av biologiämnet har både forskning och ämnesplaner på senare år lutat alltmer åt att biologi bör undervisas med hjälp av systemtänkande (Knippels, 2002, Momsen, m.fl., 2022, Skolverket, 2025).

Detta forsknings- och undersökningsprojekt (FoU) är ett exempel på evidensbaserad pedagogik som gör det möjligt att utvärdera lärarens undervisningsmetoder för att kunna göra justeringar och förbättringar baserat på resultat och erfarenhet. Inom ramen för projektet har en undervisningsmodell undersökts, vars syfte är att hjälpa eleverna att utveckla en större förståelse och därmed också ett ökat intresse för naturvetenskapliga ämnen i allmänhet och biologiämnet i synnerhet.

Teoretiskt ramverk

Den undervisningsmodell som har använts och studerats kallas Argument-driven Inquiry Learning Model (ADI). Modellen är teoretiskt baserad på den socialkonstruktivistiska teorin om lärande och lyfter fram att lärande härrör från sociala interaktioner mellan studenter och andra kunniga (Antonio, 2020; Sampson & Walker, 2012). Elever som får arbeta enligt modellen stöttas i att reflektera kring sina kunskaper och därmed kunna använda dessa för att lösa problem i nya sammanhang (Antonio, 2020). I modellen utgår undervisningen från en fråga eller ett problem (Sampson & Walker, 2012). För att hjälpa eleverna att förstå ett biologiskt system kan biologiundervisningen utgå från ett komplext verklighetsbaserat problem (Momsen m.fl., 2022). Didaktiska modeller kan ge lärare stöd kring lämpliga val av syften, innehåll och undervisningsmetoder och kan fungera som en resurs för att reflektera och kommunicera kring didaktiska frågor (Lunde & Sjöström, 2020). Didaktiska modeller ska inte ses som färdiga svar om vad eller hur lärare ska undervisa, utan i stället ge stöd och verktyg för att tänka kring de didaktiska valen.

Sociokulturellt perspektiv

Att lärande och högre kognitiva förmågor utvecklas i sociala sammanhang härstammar från Vygotsky, som menade att vi människor approprierar (tar till oss) sätt att tänka och resonera genom samspel med andra människor. Genom kommunikation får eleverna möjlighet att sätta ord på sin egen förståelse och dela med sig till varandra (Säljö, 2017). Skolan ska bidra till att eleverna kommer i kontakt med och får möjlighet att diskutera vetenskapliga kunskaper som behövs för delaktighet i ett komplext samhälle. Genom att låta elever diskutera och analysera naturvetenskapliga koncept i grupp, visade King & Ritchie (2013) att kontextbaserat lärande, där kemi kopplas till verkliga sammanhang, stöttar elevernas förståelse och gör att de kan röra sig från socialt samspel till individuell förståelse. Studien visade att elever som kunde använda vetenskapliga termer och resonera kring sina resultat utifrån en verklig kontext i samarbete med andra uppnådde bättre förståelse.

Systemtänkande

Komplexa frågor i biologi rör idag ofta system och fenomen som är mångdimensionella och svåranalyserade. För att kunna svara på många olika biologiska frågor krävs en förmåga att kunna växla mellan olika perspektiv från molekylnivå till systemnivå (Skolverket, 2025). På senare år har det blivit alltmer tydligt att gymnasieelever och universitetsstudenter, både Sverige och i andra länder, behöver tränas i att tänka på systemnivå, vilket innebär att förstå

och analysera system genom deras komponenter, interaktioner och dynamik (Gilissen m.fl., 2021; Julsgård & Kilborn, 2023; Momsen m.fl., 2022,). Studierna har visat att systemtänkande hjälper elever att utveckla en djupare förståelse för biologiska problem och förbättrar deras analysförmåga.

Momsen med flera (2022) presenterade ett ramverk för att stötta elevernas förmåga att ta till sig ett systemtänkande. De kallar ramverket för Biology Systems Thinking (BST) och det bygger på att biologiska system kan beskrivas utifrån strukturer, relationer och funktioner. Strukturer är det som bygger upp systemet. Hur dessa hänger samman utgör de relationer som behöver finnas mellan strukturerna för att de ska uppfylla hela systemets funktion. Som exempel skulle cellen kunna beskrivas som ett system som tas upp i biologiundervisningen. Enligt BST-modellen skulle organellerna då vara de strukturer som bygger upp en cell och relationerna skulle kunna beskrivas med hur organellerna samverkar och påverkar varandra för att systemet cellen ska fungera. Ett annat exempel på vad som skulle kunna betraktas som ett system är immunceller och komponenter som utgör immunsystemets strukturer, samt hur dessa kommunicerar och samverkar för att fungera som ett skydd för kroppen mot patogener. Efter att eleverna har fått identifiera strukturer och relationer i ett system uppmanas de att fundera på hur systemet påverkas om en eller flera av strukturerna förändras. Frågor som eleverna skulle kunna få diskutera är till exempel vad som händer om en organell inte fungerar som den ska eller vad som händer med immunsystemet vid en vaccination. Slutligen dras paralleller och kopplingar till andra system för att ytterligare öka förståelsen för helheten. Även om BST-ramverket är en utveckling av tidigare forskning kring systemtänkande (Assaraf & Orion, 2005; Assaraf, m.fl., 2013; Sommer & Lücken, 2010), är det ett relativt nytt ramverk som saknar välutvecklat undervisningsmaterial (Momsen m.fl., 2022).

Kontextbaserat lärande

I enlighet med systemtänkandet menar Wickman & Ligozat (2010) att begrepp och modeller bara kan förstås om de finns i ett sammanhang, samt att vetenskaplig litteracitet inte bara handlar om att förstå begrepp utan också om att kunna agera kompetent i olika situationer. Vidare hävdar Wickman & Ligozat (2010) att undervisning som initieras med ett verkligt problem, som eleverna får lösa genom att samla information, ger eleverna motivation att lära sig begrepp och modeller samtidigt som de löser problemet. Detta sätt att arbeta kallas ofta kontextbaserat lärande och innebär att lärande sker när eleverna förstår vilken kunskap de behöver ha för att kunna lösa ett verklighetsbaserat problem eller förstå ett verkligt sammanhang (King & Ritchie, 2013).

Kontextbaserat lärande utvecklades som ett alternativ till traditionell naturvetenskaplig katederundervisning. Syftet var att göra lärandet mer meningsfullt för eleverna och därmed öka antalet elever som vill studera naturvetenskap på en högre nivå (Lavett Lagerström, m.fl., 2021). Flertalet studier har visat att kontextbaserat lärande underlättar för elever att förstå hur vetenskap relaterar till deras vardag och samhällsutmaningar, bidrar till en djupare förståelse av koncept, förbättrar elevernas förmåga att analysera, syntetisera och dra egna slutsatser utifrån vetenskapliga data samt ökar elevernas motivation och engagemang (King & Ritchie, 2013; Lavett Lagerström, m-fl., 2021; Wickman & Ligozat, 2010;). Vidare kan förståelsen och motivationen öka ytterligare om problemet får lösas i grupp (Wickman & Ligozat, 2010). Elever som reflekterar över sina resultat genom skriftliga rapporter visar dessutom bättre förståelse för sambanden mellan vetenskapligt innehåll och kontext (King & Ritchie, 2013).

I de nya ämnesplanerna för svenska gymnasieskolan (GY25) som börjar gälla höstterminen 2025 poängteras vikten av att förstå och kunna analysera biologiska samband (Skolverket, 2025). Elever med svag läsförståelse har dock svårare att dra nytta av kontextbaserat lärande och kan behöva särskilt stöd (King & Ritchie, 2013).

ADI-modellen

För att kontextbaserat lärande ska vara effektivt måste undervisningen struktureras så att elever kan koppla samman teoretiska begrepp med verkliga sammanhang (King & Ritchie, 2013). Argument-driven Inquiry Learning Model (ADI) är en didaktisk undervisningsmodell som utvecklats för att främja en aktiv inlärningsprocess genom att uppmuntra elever att utforska vetenskapliga frågor på ett sätt som efterliknar det vetenskapliga arbetsflödet (Sampson, m.fl., 2011).

Argumentation viktigt i ADI-modellen

Argument-driven inquiry kan översättas till svenska som "argumentationsbaserad undersökning". Modellen har tagits fram för undervisning i naturvetenskapliga ämnen för att elever utifrån en given frågeställning aktivt ska formulera, försvara och granska vetenskapliga argument baserade på empiriska bevis och kritiskt tänkande.

Att kunna formulera argument som svar på en frågeställning och att kunna resonera kring dessa kan stödja elevernas lärande då de får diskutera sin egen förståelse i jämförelse med andra elevers svar (Sampson & Walker, 2012). Inom naturvetenskapen är detta viktigt för lärandet då det tränar eleverna att resonera logiskt och att skapa en rationell förklaring utifrån den information som de har. Dessutom bidrar vetenskaplig argumentationsförmåga till att förklara naturvetenskapliga fenomen i det dagliga livet utifrån vetenskapliga begrepp eller teorier (Fakhriyah, m.fl., 2021).

Vetenskapliga argument används för att stödja eller motbevisa en vetenskaplig hypotes, teori eller påstående. De skiljer sig från personliga åsikter eftersom de bygger på systematiska undersökningar och logiskt resonemang utifrån empiriska bevis, snarare än subjektiva känslor eller anekdoter. Sampson, med flera (2011) beskriver de tre beståndsdelar (påstående, evidens & resonemang) som utgör ett vetenskapligt argument och hur kvaliteten på ett argument kan utvärderas (se figur 1). Själva argumentet utgörs av resonemanget om hur och varför evidensen stödjer påståendet, ofta med hänvisning till vetenskapliga principer eller teorier.



Figur 1. Schematisk översikt av komponenterna i ett vetenskapligt argument enligt Sampson, Grooms, & Walker (2011), samt några kriterier som kan användas för att utvärdera värdet av ett vetenskapligt argument. (Bilden har tolkats och översatts från engelska.)

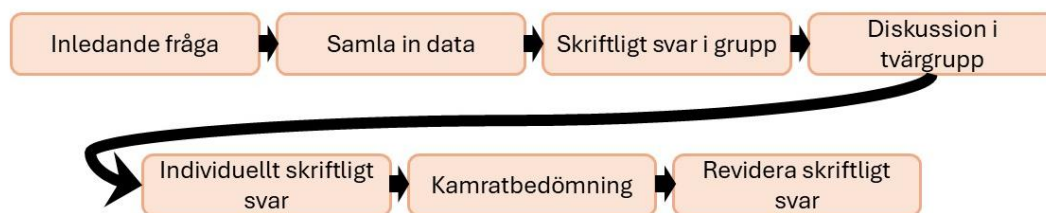
Genom att arbeta med argumentation ges elever möjlighet att formulera hypoteser, tolka data och ta ställning i vetenskapliga frågor, vilket stärker deras vetenskapliga förståelse och kritiska tänkande (Sampson & Walker, 2012).

I jämförelse med samhällsvetenskaplig undervisning, där argumentation ofta bygger på tolkningar av samhällsfrågor, värderingar och olika perspektiv, betonas i naturvetenskapen användningen av empiriska bevis och logisk stringens. Samhällsfrågor kan ha flera giltiga tolkningar, medan vetenskapliga argument i högre grad provas mot etablerad teori och observationer (Zeidler m.fl.2005). För att undvika definitionen av argumentation som en slags värdering av fakta eller en personlig tolkning används i denna rapport även begreppen motivering och resonemang, vilket tydligare återger den naturvetenskapliga argumentationens karaktär.

ADI-modellen i undervisningen

I undervisningen följer den ursprungliga ADI-modellen (Sampson & Walker, 2012) en grundstruktur som bygger på sju moment (se figur 2). Eleverna utgår från en fråga eller ett problem som introduceras av läraren. Utifrån frågeställningen ska eleverna planera och genomföra en undersökning, till exempel i form av en laboration eller observation. Därefter sammanställer och formulerar elevgruppen argument eller motiverade påståenden baserade på evidens som inhämtats av eleverna. Argumenten förs fram och diskuteras i grupper, olika argument används i diskussionen och eleverna måste analysera och utvärdera olika påståenden eller argument. Det femte steget innebär ett individuellt skrivande. Det

vetenskapliga skrivandet lyfts fram som en viktig process i elevernas lärande (Sampson, m.fl., 2013). När eleverna jobbar med formuleringar och val av vad som ska ingå i en text, blir skrivandet en möjlighet till reflektion som hjälper dem att få en djupare förståelse kring ett visst innehåll. Genom att formulera sig i skrift måste eleven också gå från ett vardagsspråk till ett språk med de begrepp och teorier som skapar en naturvetenskaplig mening och förståelse. I nästa moment följer en *peer-review*, där de individuella texterna anonymiseras och granskas av klasskompisarna enligt en given mall. I det sista steget ges möjligheten att revidera den egna texten utifrån den återkoppling som getts.



Figur 2. ADI-modellen kan beskrivas i sju steg. Utifrån en given frågeställning samlar eleverna in data och information. De diskuterar och försvarar sina argument i grupp, skriver en individuell text och får feedback från klasskamraterna för att kunna revidera sitt svar.

Sampson & Gleim (2009) menar att användning av ADI-modellen i undervisningen ger eleverna exempelvis:

- En möjlighet att utveckla, förstå eller utvärdera en vetenskaplig förklaring till ett naturfenomen eller en lösning på ett problem.
- Möjligheter att lära sig att föreslå, utvärdera och revidera idéer genom diskussion och skrivande på ett mer produktivt sätt i jämförelse med traditionell katederundervisning.
- En gemensam förståelse i undervisningsgruppen som värdesätter faktabaserade på bevis och kritiskt tänkande.
- Uppmuntran att ta kontroll över sitt eget lärande genom att hjälpa eleverna att lära sig att definiera mål och följa sina framsteg i att uppnå dem, baserat på vetenskapliga kriterier.

ADI-modellen – tidigare forskning

ADI-modellen har använts och studerats inom flera olika naturvetenskapliga ämnesområden och matematik i både grundskolan, gymnasiet och på universitetsnivå. Modellen beskrivs med viss variation, exempelvis varierar antalet moment som ingår och detaljerna kring hur de genomförs. Fakta och evidens som eleverna använder för att formulera argument kan inhämtas från resultat efter en laboration eller observation, men också genom att läsa texter, analysera tidigare forskningsresultat eller genomföra simuleringar. I en studie av Antonio (2020) användes till exempel en övning i bioinformatik som grund för de argument som eleverna formulerade. Färdiga lektionsupplägg med ADI som en undervisningsresurs i naturvetenskap och matematik finns på *ADI Learning Hub* som skapades av Krista Sampson (2020). Eleverna följer där ADI-modellens olika steg och samlar fakta genom att läsa, titta på videoklipp eller gör simuleringar följt av reflekterande frågor och diskussioner i en styrd digital lärplattform.

På högstadiet har ADI-modellen visat sig kunna utveckla elevernas skrivfärdigheter i kemiämnet (Çetin, & Eymur 2017). De största förbättringarna uppnåddes i kvaliteten på eleverna argumentationsinnehåll, argumentens struktur samt språk och grammatik. Vidare visade Cetin med flera (2018) att elever som deltog i ADI-undervisning presterade signifikant bättre på både tester på kemiinnehållet och argumentationsskrivande jämfört med elever i kontrollgruppen. Särskilt förbättrades förmågan att använda kemiska begrepp snarare än bara känna till dem. Både läraren och eleverna upplevde undervisning med ADI positivt, men vissa elever tyckte att rapportskrivandet var tråkigt.

När ADI-modellens effekter på lärarstudenter som läser naturvetenskap har analyserats har det visat sig att studenterna utvecklade bättre förmåga att analysera och utvärdera vetenskapliga argument, vilket stärkte deras reflekterande tänkande och ledde till en förbättrad förståelse för biologiska och kemiska begrepp (Antonio, 2020; Kadayifci & Yalcin-Celik, 2016;). En student som läste ämneslärarprogrammet med biologi som huvudämne beskrev det som att han ibland hade begränsade idéer när det gäller innehållet som undersöktes, men argumentationer med de andra studenterna hjälpte honom att bättre förstå innehållet. Genom argumentation fick studenterna möjlighet att uttrycka sin första förståelse av ämnet och kommunicera det med sina klasskamrater (Antonio, 2020). När lärarstudenter som läste en grundkurs i kemi undervisades enligt ADI-modellen visade det sig att deltagarna fick en bättre konceptuell förståelse för kemi. Resultaten tydde även på att deltagarna hade en positiv attityd till ADI-modellen för att lära sig kemi. En del studenter upplevde dock svårigheter i att arbeta utan tydliga instruktioner, vilket krävde mer stöd från läraren. Grupparbete var både en styrka och en utmaning, beroende på deltagarnas samarbetsförmåga (Kadayifci & Yalcin-Celik, 2016).

Yngre elever (9-10 år) som har blivit undervisade med ADI-modellen i en studie i Taiwan visade större engagemang för naturvetenskap och var mer motiverade att lära sig jämfört med kontrollgruppen (Chen, m.fl., 2016). Dessutom minskade elevernas oro för att lära sig naturvetenskap avsevärt under studien.

Organiserande syften

För att lärare och elever ska se samma syfte med det de gör i klassrummet kan en didaktisk modell som *organiserande syften* användas (Lunde & Sjöström, 2020). I modellen organiserande syften ingår ett *övergripande syfte* och *närliggande syfte*. Det övergripande syftet är det syfte läraren har med hela lektionsserien, det vill säga de kunskaper man vill att elever uppnår inom ett visst område eller efter en hel kurs. För att nå det övergripande syftet behövs flera närliggande syften som är elevnära, vilket motsvarar de planerade aktiviteter som ingår i en lektion (Jakobson, B., m.fl., 2014). De närliggande syftena ska vara tydliga för eleverna och eleverna ska kunna delta med de kunskaper och det språk de redan har. Det närliggande syftet ska kännas meningsfullt för eleverna vilket beskrivs som *mål i sikte*, och innebär att eleverna ser målet med aktiviteten och har en förståelse för det som pågår i klassrummet. (Johansson & Wickman, 2018)

Om det närliggande syftet blir ett mål i sikte för eleverna kommer aktiviteterna kunna leda vidare mot det övergripande syftet. Om de närliggande syftena så småningom skapar ett behov av de kunskaper som kännetecknar det övergripande syftet, samt att eleverna också märker hur dessa kunskaper hjälper dem att hantera det närliggande syftet skapar det en

drivkraft (Skolverket, 2017). Efterhand leder de olika aktiviteterna till att eleverna förstår det naturvetenskapliga innehåll som är lärarens långsiktiga lärandemål. Modellen betonar att undervisningen börjar i elevernas befintliga erfarenheter och tar dem vidare mot de nya naturvetenskapliga kunskaper som de ska lära sig, men ännu inte förstår (Lunde & Sjöström, 2020).

I den här studien används en komplex fråga för att styra elevernas diskussioner i riktning mot det övergripande syftet. Den komplexa frågan delas upp i delfrågor som utgör de närliggande syftena och hjälper eleverna att få mål i sikte. I stället för att ge eleverna ett rätt svar, innebär diskussionen att eleverna ska argumentera för sina påståenden utifrån de närliggande syftena och så småningom det övergripande syftet. Organiserande syften är en modell för att reflektera över hur man kan planera undervisningssekvenser och analysera lärandeprogression (Lunde & Sjöström, 2020)

Syfte och frågeställningar

De forskningsstudier som finns om ADI-modellens betydelse för elevernas lärande är utförda i USA eller i Asien. De flesta studier är dessutom genomförda utifrån vetenskapligt skrivande i kemiämnet. Syftet med detta projekt har därför varit att undersöka och anpassa ADI-modellen till biologiämnet på gymnasiet utifrån den svenska läroplanen. Fokus har legat på elevernas förståelse och förmåga att resonera utifrån några biologiska frågeställningar. Elever som får öva på situationer där vetenskapliga problem presenteras och där de uppmuntras till att söka fakta, diskutera samt formulera välmotiverade argument, måste reflektera över sina befintliga kunskaper och vad de mer behöver ta reda på, för att stärka sina resonemang. Förhoppningen var att denna undervisningsmodell skulle leda till både ett ökat engagemang och en djupare förståelse för biologiska sammanhang.

För att uppnå syftet ställdes följande frågor:

1. Hur påverkas elevers förståelse för biologiska system då de arbetar enligt ADI-modellen?
2. Hur påverkas elevers förmåga att resonera kring biologiska system då de arbetar enligt ADI-modellen?
3. Hur upplever elever att deras förståelse för biologiska system påverkas då de arbetar enligt ADI-modellen?
4. Hur upplever lärare att undervisning enligt ADI-modellen fungerar för att stötta eleverna i deras förståelse för och motivation att lösa komplexa problem i biologi?

Metod

ADI-modellen användes för att undervisa om cellen (delstudie 1) och immunsystemet (delstudie 2) inom ramen för kursen Biologi 2 på gymnasiet. Elevernas förståelse för cellen prövades genom ett för- och eftertest samt med hjälp av provsvar. Elevernas förståelse för immunsystemet undersöktes genom ett för- och eftertest samt med en bedömning av den individuella skrivuppgiften som avslutar ADI-modellen. Elevernas förmåga att resonera kring biologiska system utvärderades med hjälp av ljudupptagningar av elevernas gruppdiskussioner vid två tillfällen för respektive delstudie. Elevernas upplevelse av arbetet

med ADI-modellen utvärderades med hjälp av enkäter och en lärares upplevelse av att undervisa enligt ADI-modellen analyserades med hjälp av reflektionsprotokoll.

Urval och avgränsningar

Undersökningen genomfördes i en klass med 42 elever i årkurs 2 som läser Biologi 2 på det Naturvetenskapliga programmet på en gymnasieskola i en medelstor stad i mellersta Sverige. Urvalet av de elever (35 elever i delstudie 1 och 38 elever i delstudie 2) som deltog i analyserna baserades på frivillig anmälan och att informerat medgivande hade erhållits. Som kontrollgrupp användes en klass med 39 elever i årkurs 2 som har läst Biologi 2 på samma skola och undervisats av samma lärare. Betygen för kursen Biologi 1 var jämförbara i de två klasserna.

Forskningsetiska principer

För att säkerställa elevernas personliga integritet har Vetenskapsrådets riktlinjer kring god forskningssed beaktats (Vetenskapsrådet, 2024). Alla deltagare informerades skriftligt och muntligt om projektet och hur data skulle användas. Vidare informerades de att deltagande i projektet var frivilligt, inte skulle påverka undervisning eller bedömning, samt att allas identiteter skulle förbli konfidentiella. Alla elever som har medverkat i analysen har lämnat in ett skriftligt informerat samtycke enligt bilaga 1.

Lektionsplanering enligt ADI-modellen

Två delstudier genomfördes med hjälp av ADI-modellen. Den första delstudien hade temat cellen och den andra delstudien hade temat immunsystemet. Avsnittet om cellen undervisades under sex veckor, med 2,5 h lektionstid varje vecka (figur 3a). Av dessa sex veckor ägnades tre veckor åt att arbeta enligt ADI-modellen.

Avsnittet om immunsystemet undervisades under fyra veckor, med 2,5 h lektionstid varje vecka (figur 3b). ADI-modellen användes under alla fyra veckor. Båda blocken inleddes med ett sjukdomsfall där eleverna fick ett antal frågor som skulle besvaras (för en komplett lektionsplanering, fallbeskrivningar och de komplexa frågorna se bilaga 2).

a Planering cellen			b Planering immunsystemet		
Vecka	Helklass	Halvklass	Vecka	Helklass	Halvklass
1		Förtest, presentation av fall: I-cell disease. Jobba i grupper, utgå från frågeställningen, börja läsa in sig på området. Diskutera svaret på frågan i grupp.	1	Förtest, intro immunsystemet, presentation av fall: stelkramp, allmänna vaccinationsprogrammet	Läsa på och diskutera svaret på första frågan i grupp
2	PPT-genomgång av endomembranssystemet Diskutera svaret på frågan i grupp	Annan skolaktivitet	2	PPT-genomgång, sammanfattning icke-specifika immunsystemet, början på specifika immunsystemet	Annan skolaktivitet
3	Diskussion i tvärgrupper Skriva svar på frågan individuellt	Kamratfeedback i grupp, ge återkoppling på 4-5 arbeten	3	Annan skolaktivitet	PPT-genomgång, fortsättning specifika immunsystemet, jobba med uppgift om vaccin
4	Tid till att förbättra sitt svar utifrån återkoppling från klasskamrater. Kommunikation & transport över membran	Laboration: cellmembranets permeabilitet	4	Svara på hela frågan i grupp, diskussioner i tvärgrupper	Skriva svar på frågorna individuellt
5	Eftertest Skriva laborationsrapport	Fortsättning transport & kommunikation	5	Kamratfeedback i grupp, ge återkoppling på 4-5 arbeten	Tid till att förbättra sitt svar utifrån återkoppling från klasskamrater.
6	Stamceller & cancer	Inför prov			
7	Prov				

Figur 3. Lektionsplanering för undervisning om cellen (a) och immunsystemet (b). Båda momenten undervisades i helklass varannan lektion och i halvklass varannan lektion.

För att besvara frågorna fick eleverna ett antal texter (se bilaga 3) som de skulle läsa och diskutera i grupp. Informationen i de olika texterna varierade något för att motivera eleverna att resonera kring sina svar. Läraren höll också 1-2 föreläsningar för att ge eleverna ytterligare

fakta som kunde stärka deras argument. Efter föreläsningarna fick eleverna sitta i samma grupper och gemensamt komma fram till svar på fallfrågorna. Eleverna antecknade i sina egna skrivböcker. För delstudie 1 gavs tydliga instruktioner hur eleverna skulle föra anteckningar (se figur 4).

Beskriv hur en mutation i en gen som kodar för ett enzym verksamt i <u>golgiapparaten</u> kan få allvarliga konsekvenser för <u>lysosomernas</u> funktion Fakta/bevis • Cellkärnan • Cellkärnans membran • Ribosomer • ER • Golgi • Vesiklar • Mikrotubuli • Lysosomer	Resonemang/motivering Hur är de olika organellerna kopplade till varandra? Varför behövs de olika organellerna? Svara i punktform
--	---

Figur 4..Mall i elevernas anteckningsböcker som fungerade som ett stöd för elevernas anteckningar.

Därefter delades eleverna in i tvärgrupper för att återigen diskutera och kunna jämföra sina resonemang, innan de skulle besvara frågorna enskilt. De enskilda svaren samlades in skriftligen i provplattformen Dugga, som eleverna var vana vid sedan tidigare, och anonymiserades. I delstudie 1 fick eleverna ha med sig sin skrivbok till skrivtillfället. Lektionen därefter satt eleverna i grupper och gav feedback på 4-5 av de andra klasskamraters texter enligt en given mall (bilaga 4). Läraren tittade igenom feedbacken för att säkerställa att den var korrekt och utformad på ett positivt sätt. Nästa lektion fick eleverna tillbaka sina texter med feedback och hade då möjlighet att revidera sina svar innan den slutliga versionen lämnades in. Även här fick eleverna ha med sin skrivbok i delstudie 1. För blocket om cellen fortsatte undervisningen traditionsenligt under ett par veckor, med bland annat. en laboration, innan det var dags för prov. För blocket om immunsystemet användes de reviderade svaren på fallfrågorna som bedömningsunderlag.

Datainsamling

I denna studie har en mixed methods-ansats använts, vilket innebär att både kvalitativa och kvantitativa metoder har kombinerats för att ge en djupare förståelse av undervisningens effekter. Den kvantitativa delen syftade till att mäta elevernas förståelse och egna upplevelser genom tester, provsvar och enkäter, medan den kvalitativa delen fokuserade på att analysera elevernas resonemang i mindre grupper genom ljudinspelningar.

För- och eftertest

För- och eftertester genomfördes i direkt anslutning till de båda lektionsserierna genom den digitala provplattformen Dugga. Testerna konstruerades med frisvarsfrågor där den komplexa huvudfrågan brutits ned till enklare faktafrågor som skulle besvaras med korta svar. I delstudie 1 bestod testerna av tre begreppsfrågor samt en fråga som testade elevernas förståelse för samband men som var mindre komplex än huvudfrågan. I delstudie 2 bestod testerna av fem frågor (bilaga 5). Eftertesterna var identiska med förtesterna.

Provsvar och bedömning

För att analysera hur elevernas förståelse för biologiska system påverkas då de får arbeta enligt ADI-modellen jämfördes provsvar i delstudie 1 mellan klassen som arbetat utifrån en komplex fråga med hjälp av ADI-modellen med en klass som fått traditionell undervisning. De två klasserna ansågs jämförbara då de undervisades av samma lärare och hade likvärdiga betyg i biologi 1-kursen. Provfrågorna var liknande men inte identiska, samma bedömningsmall användes för bedömningen (bilaga 6). I delstudie 2 skrev inte eleverna något prov utan där bedömdes den skriftliga uppgiften som avslutade ADI-modellen. Även dessa resultat jämfördes med provsvar från klassen som undervisats traditionellt där samma bedömningsmall användes för både skrivuppgift och prov (bilaga 6). Proven och skrivuppgifter skrevs i den digitala provplattformen Dugga och alla provsvar rättades anonymt.

Ljudinspelningar

Ljudinspelningarna genomfördes vid de tillfällen då eleverna jobbade i grupper med att samla in fakta och diskutera, vilket var två tillfällen för varje delstudie (se figur 3). 3-5 grupper med 4-5 elever i varje grupp spelades in med hjälp av diktafoner vid delstudie 1. Delar av dessa ljudinspelningar transkriberades därefter. Vid första diskussionstillfället i delstudie 2 spelades 7 grupper in med 4-5 elever i varje grupp. På grund av tekniska problem spelades endast en grupp med 5 elever in vid det andra diskussionstillfället. Elevernas diskussioner spelades in med hjälp av Teams-inspelningar i elevernas egna datorer. Inspelningar samt transkriberade texter som utfördes i realtid skickades efter lektionen till läraren.

Enkäter

För att få svar på frågan om hur eleverna upplever att deras förståelse för biologiska system påverkas då de arbetar enligt ADI-modellen användes enkäter. Enkäten för delstudie 1 bestod av 13 frågor som besvarades efter undervisningen var genomförd. För delstudie 2 delades enkätens frågor upp och besvarades vid tre olika tillfällen. Båda enkäterna innehöll samma sorts frågor med syftet att eleverna individuellt fick ta ställning till hur väl de lärde sig genom ADI-modellens olika moment. I enkäternas utformning eftersträvades att ha så få frågor som möjligt för att undvika uttröttning, ett tydligt motiverat syfte med enkäten för att öka motivationen att besvara samt likartade svarsalternativ för att underlätta och korta ner svarstiden. Flera av dessa faktorer är viktiga för att öka svarsfrekvensen på frågeformulär enligt Denscombe (2000). Ställningstagande på frågorna gjordes utifrån en likertskala i fem steg där 5 motsvarade alternativet ”håller med helt” och 1 motsvarade ”håller inte med alls”. Den näst sista frågan var av en annan karaktär där eleverna fick svara på vid vilket moment de upplevde att de bäst kunde besvara den komplexa. Den sista frågan var öppen för fria kommentarer. Enkäterna finns i sin helhet i bilaga 7.

Reflektionsprotokoll

Den lärare som undervisade klassen enligt ADI-modellen fick efter varje lektion fylla i ett reflektionsprotokoll enligt en given mall (bilaga 8).

Databearbetning och analys

För- och eftertest

Vid rättning av för- och eftertester var svaren anonyma men vid sammanställningen angavs elevens namn tillsammans med resultatet. Testfrågorna bedömdes enligt en rättningsmall och poängsattes med 0 p för felaktigt eller icke-existerande svar, 1 p för svar där någon enkel men

rimlig förklaring fanns med och 2 p för korrekt svar. På fråga 4 i förtestet för delstudie 1 krävdes ett lite mer utvecklat svar och här gav ett välutvecklat svar 3 p.

Elevernas svar analyserades separat för varje enskild fråga i både förtest och eftertest. Resultaten sammanställdes för samtliga deltagare som genomfört både förtest och eftertest för respektive studie (delstudie 1: $n = 25$; delstudie 2: $n = 27$). Då data var av ordinal karaktär (0–3 poäng) och initial analys visade en sned fördelning, valdes att redovisa medelvärden och standardfel för varje fråga vid respektive testtillfälle. För att statistiskt jämföra resultaten mellan för- och eftertestet användes ett teckentest (Devore, 1995) med nollhypotesen H_0 : skillnaden mellan för- och eftertest = 0. Som en del av testet plockades de elever som varken förbättrat eller försämrat sig bort.

Provsvår och bedömning

Provsvaren bedömdes utifrån en 15-gradig skala, där 5 p motsvarade E-nivå, 10 p motsvarade C-nivå och 15 p motsvarade A-nivå. Andelen elever som visade respektive nivå i testklassen jämfördes med andelen elever som visade respektive nivå i kontrollklassen. Bedömningsmall finns i bilaga 6.

Ljudinspelning analyserades med PEA-modellen

Genom ljudupptagningar går det att identifiera hur eleverna arbetar och löser problem. Avlyssningen kan visa hur samarbetet löper på och vad som fungerar bra och/eller mindre bra med en uppgift. Eftersom ljudupptagningar till skillnad från observationer inte innebär att en tredje part finns närvarande är det mindre risk att ljudupptagningen påverkar elevernas beteende. För analys av ljudinspelningarna användes Practical epistemology analysis (PEA). PEA är en analysmetod som kan användas för att undersöka vad eleverna lär sig, hur eleverna använder kunskaper i nya situationer och sätter dem i handling. PEA innebär att man kan följa ett lärande i handling (Lavett Lagerström, m.fl., 2021).

För att analysera elevernas lärande måste syftet med uppgiften klargöras och vilken typ av lärande som aktiviteten ger (Eriksson, m.fl., 2024, Lunde & Sjöström, 2020). För detta användes organiserande syften (se bilaga 2) och analysen utgick från dessa när elevernas diskussioner analyserades. I analysmetoden identifieras fyra analysbegrepp (tabell 1) som *står fast* som tillämpas på ord eller uttryck i elevernas diskussioner som används utan att de tvekar eller ifrågasätter ordet. Det är kunskap som eleverna har när de går in i aktiviteten. Begrepp som *står fast* kan användas för att *skapa relationer* till det som är nytt för eleverna och *mellanrummen* är det som eleverna uppmärksammar att de inte kan. Detta innebär att eleverna *skapar relationer* mellan det de kan sedan tidigare (det som *står fast*) och det de inte kan. Vid analysen kan *mellanrummen* upptäckas genom att eleverna ställer direkta frågor och jobbar för att fylla dessa mellanrum. Dessutom kan möten identifieras som är på det sätt som eleverna samlar in fakta, exempelvis genom diskussion med varandra, med läraren eller genom att läsa i en bok.

Tabell 1: PEA som analys av lärande i handling.

Begrepp enligt PEA	Förklaring av begreppens betydelse
Stå fast	kunskap som eleverna redan har, tidigare erfarenheter som används utan att deltagarna ifrågasätter vad som menas
Mellanrum	något som behöver förklaras eller utvecklas, synliggörs av elevernas frågor till varandra eller till läraren
Skapa relationer	lära sig ett nytt samband mellan det som står fast och ny kunskap (fylla mellanrummet)
Möten	det eleverna möter i undervisningen, pratar med varandra, pratar med läraren, läser, tittar på bilder

Ett exempel från delstudie 1 kan förtydliga sambandet mellan det närliggande syftet och analysmetodens tillämpning. Det närliggande syftet med denna lektionsaktivitet var att eleverna ska få kunskap om de olika organellernas funktion i en eukaryot cell genom att läsa in fakta och diskutera i gruppen samt börja koppla ihop hur de olika organellerna samverkar. Lärandeprogressionen analyseras utifrån det vetenskapliga innehållet enligt PEA. I utdraget diskuterar gruppen i vilken ordning av golgiapparaten och lysosomerna som är rätt för att följa ett proteins väg genom cellen:

A: Så jag antar att skräpet kommer först till lysosomen och sen kommer till golgiapparaten?
*Elev A visar på ett **mellanrum** i form av en fråga och genom att ställa frågan till de andra i gruppen kodas det som ett **möte**.*

B: Nej, jag tänker först till golgiapparaten. För det som eller...

A: För här packas det men här bryts det ner och här åker det ut, det är typ så hära.

*Elev A börjar resonera kring ett svar på frågan och **skapar en relation** mellan det som **står fast** och som är ny kunskap.*

C: Det står ju i frågan, förklara utförligt proteinets väg genom cellen.

A: Ja om vi tar reda på vad...

C: För jag tänker ifall det är proteinet som ska ut och dom inte kommer ut, då kommer det bli problem där dom ska vara också, för då kan inte det funka

*Elev C fortsätter ett svar på frågan och **skapar en relation** mellan det som **står fast** och som är ny kunskap.*

A: Nej...

C: För om det är ett enzym och då kommer inte det fungera, för om det var en sjukdom då kommer det bli ganska allvarligt.

*Elev C fortsätter med konsekvenserna och **skapar en relation** mellan det som **står fast** och som är ny kunskap*

B: Ja, ta reda på ett proteins väg... genom cellen.

A: Ja, jag undrar verkligen om det är lysosomen eller golgiapparaten kommer först?

*Elev A visar på ett **mellanrum** i form av en fråga och genom att ställa frågan till de andra i gruppen kodas det som ett **möte**.*

B: Ja, för det känns som att båda skulle kunna komma först

A: Eller om det bara är så här att.. här kommer det främmande ämnen, ja vi måste ta reda på vad som kommer först.

Enkät

De 12 första enkätsvaren i respektive delstudie sammanställdes i form av cirkeldiagram utifrån andelen elever som angett respektive svar på likertskalan. För fråga 13 sammanställdes ett stapeldiagram av antalet elever som angett respektive moment som mest givande. Frisvaren samlades ihop och sorterades utifrån om de representerade positiva eller negativa upplevelser.

Reflektionsprotokollet

Reflektionsprotokollet användes för att fånga upp hur läraren upplevde att det fungerade att undervisa enligt ADI-modellen. Reflektionerna parades ihop med ljudinspelningarna och elevenkäterna för att fånga upp vad som fungerade bra och vad som skulle kunna förbättras samt för att försöka förstå varför eleverna hade de upplevelser som de angav i enkäterna.

Resultat

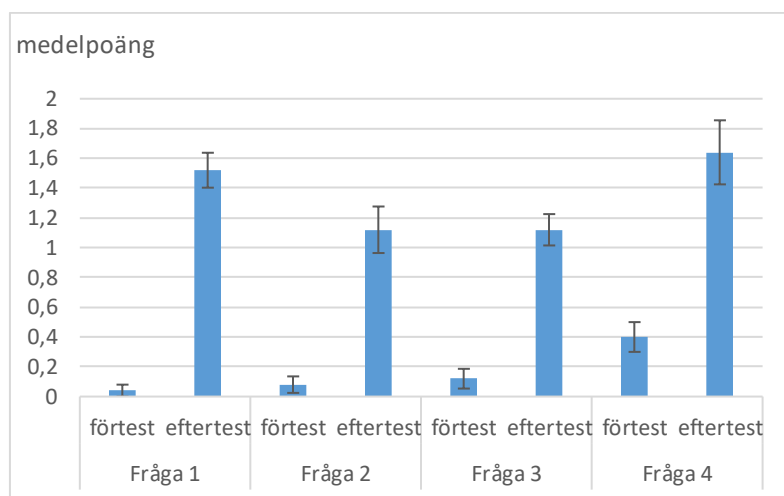
Elevernas förståelse för biologiska system

Elevernas förståelse för de biologiska systemen cellen (delstudie 1) och immunsystemet (delstudie 2) analyserades med hjälp av för- och eftertester där varje fråga kunde ge 0-3 poäng, samt provsvar där eleverna kunde visa E- C- eller A-nivå.

Delstudie 1

Förtestet visade att ingen av eleverna kunde svara fullständigt på någon av frågorna innan undervisningsmomentet och på fråga 1-3 som handlade om de olika organellernas funktion var medelvärde (μ_f) nära noll (se figur 5). På frågan om hur ett protein hamnar i cellmembranet (fråga 4) kunde ca 35 % av eleverna ge en enkel men rimlig förklaring, men

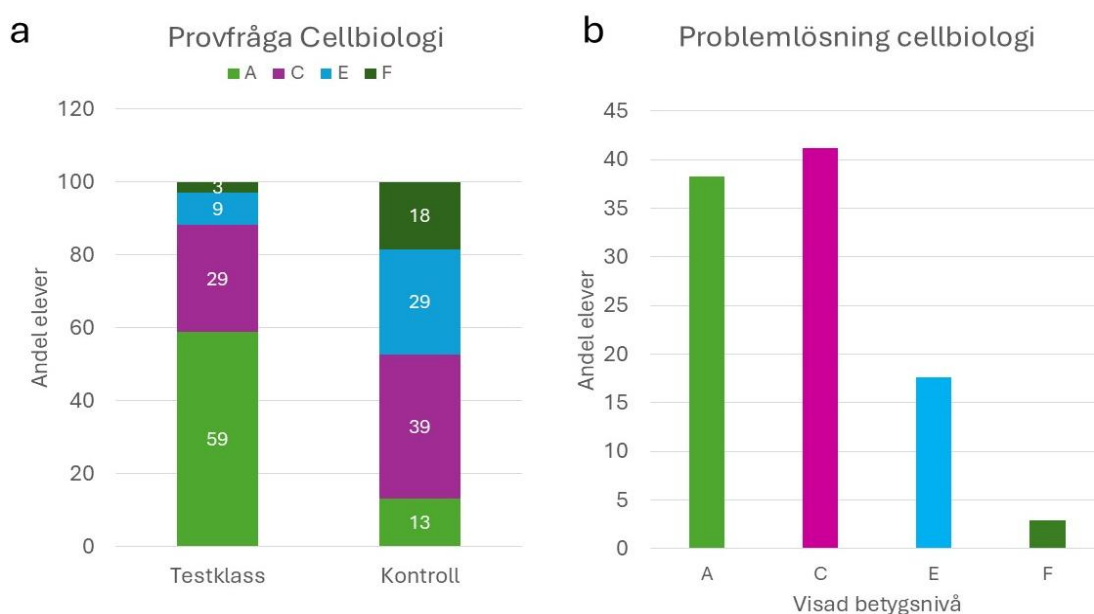
medelvärdet blev ändå under 0,5. Eftertestet visade medelvärden (μ_e) som låg mellan 1,12 och 1,64.



Figur 5. Jämförelse av elevernas medelpoäng på respektive fråga på för- och eftertestet i delstudie 1. Felstaplar visar standardfelet.

Den största skillnaden observerades för fråga 1 ($\mu_f = 0,04$, $SEM_f = 0,04$; $\mu_e = 1,52$, $SEM_e = 0,12$) och fråga 4 ($\mu_f = 0,4$, $SEM_f = 0,1$; $\mu_e = 1,64$, $SEM_e = 0,2$). Ett binominalt teckentest visade en tydligt signifikant förbättring på alla frågor efter interventionen ($p < 2 \cdot 10^{-5}$, $n=17$).

När provsvar jämfördes mellan klassen som hade arbetat utifrån den komplexa frågan med hjälp av ADI-modellen med en klass som hade fått traditionell undervisning visade det sig att testklassen som arbetat enligt ADI-modellen uppnådde högre betygsnivå på provet (se figur 6a).



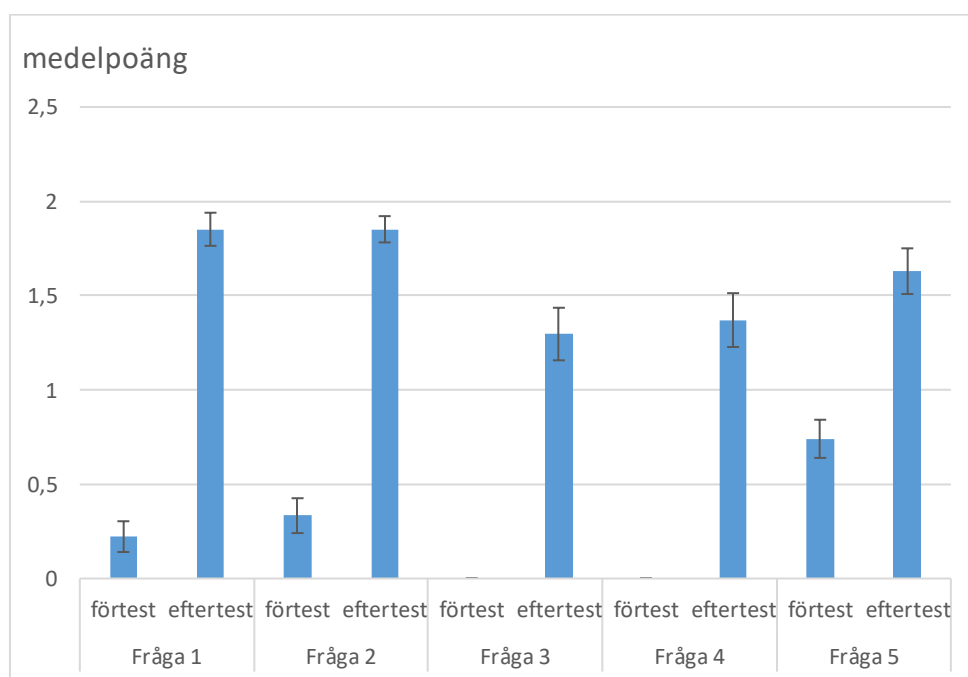
Figur 6. Andel elever i % från testklassen respektive kontrollklassen som visade respektive betygsnivå på en provfråga som handlade om hur ett protein hamnar på sin rätta plats i en cell (a) eller på en problemlösningsfråga som handlade om vad som kan gå fel i cellen så att ett protein inte fungerar som det ska eller inte hamnar på sin rätta plats i en cell (b). Ljusgrön visar A-nivå, magenta visar C-nivå, blå visar E-nivå och mörkgrön visar icke godkänd nivå.

Bland eleverna som hade arbetat enligt ADI-modellen visade 97 % godkänd nivå eller högre, medan 82 % av eleverna som hade fått traditionell undervisning fick godkänt eller mer än godkänt. 59 % av eleverna som hade arbetat enligt ADI-modellen visade A-nivå på provfrågan, medan det bland eleverna som hade fått en mer traditionell undervisning var 13 % som visade A-nivå. Det var i stället fler av eleverna som hade fått traditionell undervisning som visade C-nivå (39 % i jämförelse med knappt 29 % av eleverna som arbetat enligt ADI-modellen). E-nivån nåddes av 29 % av eleverna som hade fått traditionell undervisning medan motsvarande siffra var 9 % för eleverna som hade arbetat enligt ADI-modellen.

Eleverna som hade arbetat enligt ADI-modellen ställdes inför en följdfråga på provet där de skulle diskutera vad som kan gå fel i processen då ett protein transporteras till sin rätta plats i en cell. Om eleverna kunde ge två eller fler rimliga exempel på vad som kan gå fel i processen ansågs de uppnå A-nivå, vilket drygt 38 % gjorde (se figur 6b). De elever som på ett utförligt sätt kunde besvara frågan på motsvarande sätt som i den ursprungliga komplexa frågan ansågs uppnå C-nivå, vilket var 41 % av eleverna. En enklare förklaring utan vidare utveckling gavs av 18 % av eleverna, medan 3 % av eleverna kunde inte redovisa ett godkänt svar på frågan.

Delstudie 2

I delstudie 2 handlade för- och eftertestet om immunsystemets olika delar, funktion och samspel (bilaga 5). Förtestet visade att ingen av eleverna kunde svara fullständigt på någon av fråga 1-4 innan undervisningsmomentet och på fråga 5, som handlade om den huvudsakliga skillnaden i immunsystemet mellan en vaccinerad och en ovaccinerad person, var det en elev som visade förståelse för att det skapas ett immunologiskt minne (se figur 7).

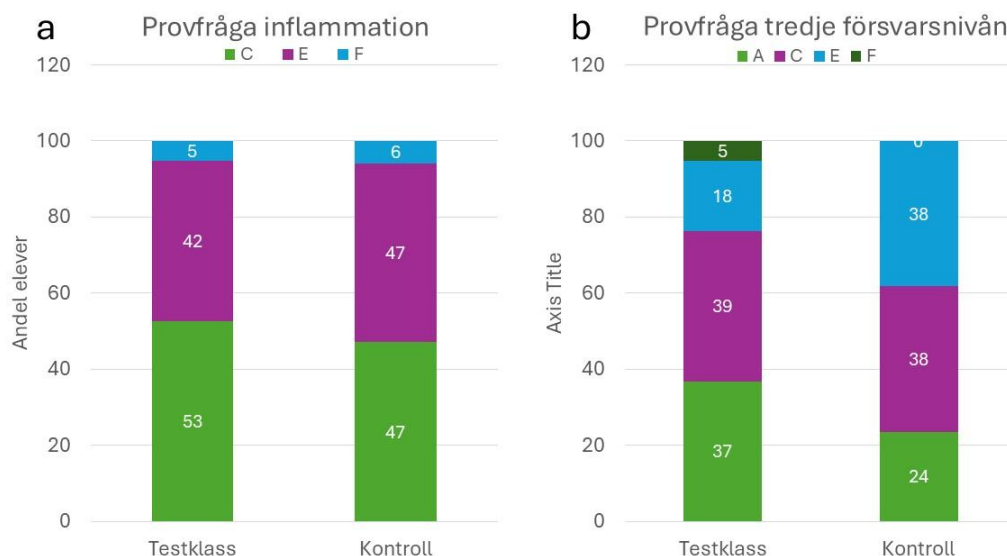


Figur 7. Jämförelse av elevernas medelpoäng på respektive fråga på för- och eftertestet i delstudie 2. Felstaplar visar standardfelet.

På denna fråga blev medelvärdet 0,74. På fråga 1 och 2 blev medelvärdena 0,22 respektive 0,33. På fråga 3 och 4, som handlade om funktionen av MHC samt skillnader mellan B- och T-celler, var medelvärdet 0. Eftertestet visade medelvärden som låg mellan 1,30 och 1,85. Den största skillnaden observerades för fråga 1 ($\mu_f = 0,22$, $SEM_f = 0,08$; $\mu_e = 1,85$, $SEM_e =$

0,09) och fråga 2 ($\mu_f = 0,33$, $SEM_f = 0,09$; $\mu_e = 1,85$, $SEM_e = 0,07$). Ett binominalt teckentest visade en tydligt signifikant förbättring på alla frågor efter interventionen ($p < 2 \cdot 10^{-4}$, $n=21$).

Bedömningen av de skriftliga individuella svaren från eleverna som hade arbetat enligt ADI-modellen visade att 53 % av eleverna kunde förklara en inflammation på C-nivå (vilket var den högsta nivån som kunde visas på denna fråga). E-nivå uppnåddes av 42 % av eleverna och 5 % kunde inte förklara en inflammation tillräckligt utförligt för att nå godkänd nivå (se figur 8a; testklass). Dessa siffror var jämförbara med bedömningen av en provfråga som elever som hade fått traditionell undervisning besvarade (se figur 8a; kontroll).



Figur 83. Andel elever i % från testklassen respektive kontrollklassen som visade respektive betygsnivå på en fråga som handlade om inflammation (a; ljusgrön visar C-nivå, magenta visar E-nivå och blå visar icke godkänd nivå) och en fråga som handlade om immunsystemets tredje nivå (b; ljusgrön visar A-nivå, magenta visar C-nivå, blå visar E-nivå och mörkgrön visar icke godkänd nivå).

För bedömning av eleverna som hade arbetat enligt ADI-modellen slogs de tre sista skrivfrågorna ihop till en helhetsbedömning av förståelsen för immunsystemets tredje försvarsnivå. Här var det 37 % av eleverna som visade A-nivå, 39 % av eleverna visade C-nivå och 18 % av eleverna visade E-nivå medan 5 % av eleverna inte nådde upp till godkänd nivå (se figur 8b). Detta jämfördes med eleverna som hade fått traditionell undervisning där 24 % av eleverna som visade A-nivå, 38 % av eleverna visade C-nivå och 38 % av eleverna visade E-nivå.

Värt att notera är att i klassen som fick traditionell undervisning var det fyra elever som aldrig skrev immunologiprovet och som därmed inte är inräknade här. Dessa elever hade visat E-nivå eller ej godkänd nivå på tidigare prov i kursen och fick i slutändan F i kursbetyg.

Elevernas förmåga att diskutera kring biologiska system

I undervisningen ingick flera tillfällen för gruppdiskussioner (se figur 2 för lektionsplanering). Alla tillfällen hade närliggande syften (bilaga 2). Genom att lyssna på hur eleverna diskuterade med varandra och med hjälp av PEA kunde elevernas lärande och hur de närmade sig *mål i sikte* samt de närliggande syftena analyseras.

Delstudie 1

Det första diskussionstillfället i delstudie 1 (cellen) hade några olika närliggande syften, bland annat att *skaffa sig kunskaper om organellernas funktioner och koppla ihop dessa för att förstå hur de samverkar*. I exemplet nedan, som är ett kort utdrag, hade elevgruppen först svårt att komma i gång med uppgiften och lade lång tid på att fördela arbetet inom gruppen och förstå vad de ska göra, men efter en stund börjar de diskutera organellernas olika funktioner, specifikt Golgiapparatsens funktion.

Elevdiskussion 1:

1. Elev A: Men vänta vad gör en Golgiapparat?
2. Elev B: Golgiapparat är paketeringsmaskinen, den som paketerar upp och paketerar ner.
3. Elev A: Jaha.
4. Elev B: Det är den som tar, eller när det produceras saker i ER, endoplasmatiska retikelt, som har en massa ribosomer i sig så kommer den liksom gå runt de här proteinerna...
5. Elev A: Ja.
6. Elev B:... så kommer en vesikel, för det är endoplasmatiska retikelt är ju ett stort membran...
7. Elev A: Ja.
8. Elev B:... med olika grejer i sig så kommer den skapa en vesikel som åker till golgiapparaten som ompaketerar det här och koncentrerar ämnena osv. eh, å, säger till vad de ska nånstans. Antingen till cellmembranet eller till lysosomer eller till..
9. Elev A: Vänta den har en hm, koppling till ER, endoplasmatiska retikelt? Eller?
10. Elev B: eller är det bara...
11. Elev A: Eller, den ompaketerar.
12. Elev B: Den ompaketerar saker. Och koncentrerar.
13. Elev A: Ok
14. Elev B: Det är liksom... et warehouse som säger den här ska hit och skickar saker.
15. Elev A: Okej så den liksom hjälper till att transportera, säger till..
16. Elev B: Asså den får reda på saker och ompaketerar och skickar rätt, alltså den är ompaketeringsmaskinen.

Elev A börjar med att ställa en fråga om golgiapparatsens funktion och visar på ett *mellanrum* (1). Elev B fyller i mellanrummet med sina svar och *skapar* därigenom *relationer* (2-8). När golgiapparatsens funktioner har diskuterats går elev A vidare med en ny fråga, som både är ett *möte* och ett nytt *mellanrum* för att försöka förstå hur golgiapparaten samverkar med ER (9). Tillsammans diskuterar elev A och B vidare golgiapparatsens funktion och bekräftar *relationer* (10-16). Utdraget är ett ganska typiskt exempel på hur diskussionerna går fram och tillbaka genom att eleverna frågar varandra och tillsammans diskuterar funktion och samverkan. Värt att notera är att gruppen bestod av ytterligare två elever som inte deltar i denna diskussion.

Ett annat närliggande syfte vid samma diskussionstillfälle var att *börja få en förståelse för vad som händer i cellen vid I-cell disease*. Nedan följer ett utdrag från en diskussion i en annan elevgrupp, vid samma tillfälle, där eleverna använder tidigare kunskaper samt ny förvärvad kunskap för att diskutera sig fram till vad sjukdomen innebär på cellnivå.

Elevdiskussion 2:

1. Elev C: Det sker en mutation i genen som kodar för fosfotransferas, vänta.
2. Elev D: Aha, ja exakt, så det som, det är problem här i själva DNA-strängen i dom här som kodar för det här som finns i golgiapparaten.
3. Elev A: Mm
4. Elev D: Så problemet är när dom här produceras, det som ska sätta på dom här fosfatgrupperna och sockergrupperna på proteiner
5. Elev A: Ja
6. Elev D: Den sätter liksom inte på det korrekt, så då åker inte dom andra proteinerna in i lysosomen, så dom hamnar aldrig där inne.
7. Elev A: Så det är det som stoppar, självaste den här, vad var det?
8. Elev D: Exakt, så att dom inte kan smälta ner
9. Elev C: Alltså, vesikeln kan väl åka dit, det är bara det att när den kommer dit så har den ingenting som bryter ner dem.
10. Elev D: Exakt, så det finns inga så här enzymer som bryter ner.
11. Elev A: Aha
12. Elev D: Fetterna och lipiderna, för dom åkte ju inte till rätt ställe
13. Elev A: Ja fattar, men vänta vad gör fetterna och det?

Diskussionen startar med kunskap som *står fast*, kunskaper som eleverna har sedan tidigare om mutationer (1,2). Därefter börjar de diskutera vad mutationen orsakar och vilka problem det leder till i detta specifika fall. De bygger då vidare på befintliga kunskaper, *skapar relationer* (4, 6). Genom att ställa frågor till varandra visar de på *mellanrum* (7) som besvaras med kunskap de nyss har förvärvat (9, 10). Därefter fortsätter det skapas nya *mellanrum* i form av en ny fråga (13).

Delstudie 2

Vid det första diskussionstillfället i delstudie 2 (immunsystemet) diskuterar en elevgrupp delfråga ett som handlar om att beskriva kroppens reaktion vid en inflammation. Det närliggande syftet med denna diskussion var att *kunna resonera kring vad som händer när ett smittämne kommer in i kroppen och vad som sker vid en inflammation*. Till sin hjälp har eleverna fått olika texter att läsa samt en bild som beskriver inflammationsprocessen. I utdraget nedan diskuterar eleverna de dendritiska cellernas funktion.

Elevdiskussion 3:

1. Elev A: Och de börjar attackera eller?
2. Elev B: Ja, antar det.
3. Elev A: Men det kommer in fler. Men jag antar att det sen, det är också de dendritiska cellerna, som också är med på bilden, så de kanske också kommer?
4. Elev B: Ja, jag har inte läst nånting om det än...
5. Elev A: Det är sådana här celler som ser ut som förgrenade celler som liksom de här nervcellerna. Och de finns i huden, slemhinnor och vävnader och de tar upp alltså genom fagocytos samma som... så de andra,
6. Elev B: De har samma funktion som de andra?
7. Elev A: Ja... efter de har brutits ner, de här vita blodkropparna, så visar de typ andra vita blodkroppar ämnena så att de kan bli immuna typ mot den sortens bakterier. Så den äter en alltså en patogen, alltså bryter den ner den och sen...

8. Elev B: Alltså lär den liksom? Ja, jag läste det någonting annat som också lärde...?
9. Elev A: Jo, det två saker som gör det, det är eller det är makrofager också.
10. Elev B: Ja jo men jag hann inte läsa det, men jag skulle, åh nej, är det dom då?
11. Elev A: Ja, det är dendriter och makrofager. Ja, så det verkar som att alla vita blodkroppar bara kommer och hjälper till typ.
12. Elev B: Vad hette den dendrit... sak?
13. Elev A: Ja dendritiska celler.
14. Elev B: Dendritiska celler...Bryter dem ned med enzymer?
15. Elev A: Eh, vad?
16. Elev B: Bryter dem ned med enzymer?
17. Elev A: Dendritiska celler? Ja, nej, genom fagocytos.

Elev A är osäker på de dendritiska cellerna och visar därmed på ett *mellanrum*, med stöd av bilden som representerar ett *möte*, funderar eleven vidare på dess funktion (3). Elev A har redan viss kunskap om cellernas utseende och placering i kroppen, kunskap som *står fast* (5,7,9). I diskussion med varandra jämför de makrofagernas roll och bekräftar de dendritiska cellernas funktion vid en inflammationsprocess och därmed *skapar nya relationer* (11-17). Eftersom eleverna får läsa in sig på lite olika delar, visar detta utdrag hur en ganska typisk diskussion går till, där en elev har kommit lite längre med det de har läst och en annan elev i gruppen ställer frågor för att få korrekta anteckningar och försöka förstå strukturer och relationer i systemet. Rollerna kan sedan bytas om när de går vidare med andra funktioner vid processen. Det som står fast för en elev kan vara ett mellanrum för en annan elev. Värt att notera är att endast två av tre elever deltog i denna diskussion. Detta var något som var återkommande i flera av elevdiskussionerna.

Vid det andra diskussionstillfället i delstudie 2 diskuterar en elevgrupp den fjärde delfrågan som handlar om hur immunsystemet skulle reagera vid en virusinfektion. Ett av de närliggande syftena för denna undervisningssekvens var att förstå hur det specifika försvaret fungerar vid både bakterie- och virusinfektioner och se skillnaderna mellan immunsystemets reaktioner.

Elevdiskussion 4:

1. Elev A: Vänta säg frågan igen.
2. Elev B: Jämför och beskriv hur immunförsvaret skulle reagera om Ana egentligen istället fick en virusinfektion.
3. Elev C: Ja det skulle väl... T-hjälpar celler reagerar först för de aktiveras när de träffar på från icke specifika... nej vet inte.
4. Elev B: Men är inte de här T- mördarceller som bara gör att de celler som är infekterade bara gör självmord, programmerad självmord?
5. Elev D: Jo, men jag kan inte hur de aktiveras, så det är väl T-hjälparceller eller? Nä, jag vet inte faktiskt. Men det var väl borde det vara samma koncept då? Nä, jag vet inte.
6. Elev C: Säg hur du tror det är?
7. Elev D: Alltså, jag är mindre säker på liksom hur virusinfektionen för jag tror att vi inte lärt oss lika mycket om det, det känns som vi har gått igenom det färre gånger.
8. Elev B: Ja...håller med
9. Elev D: Men..

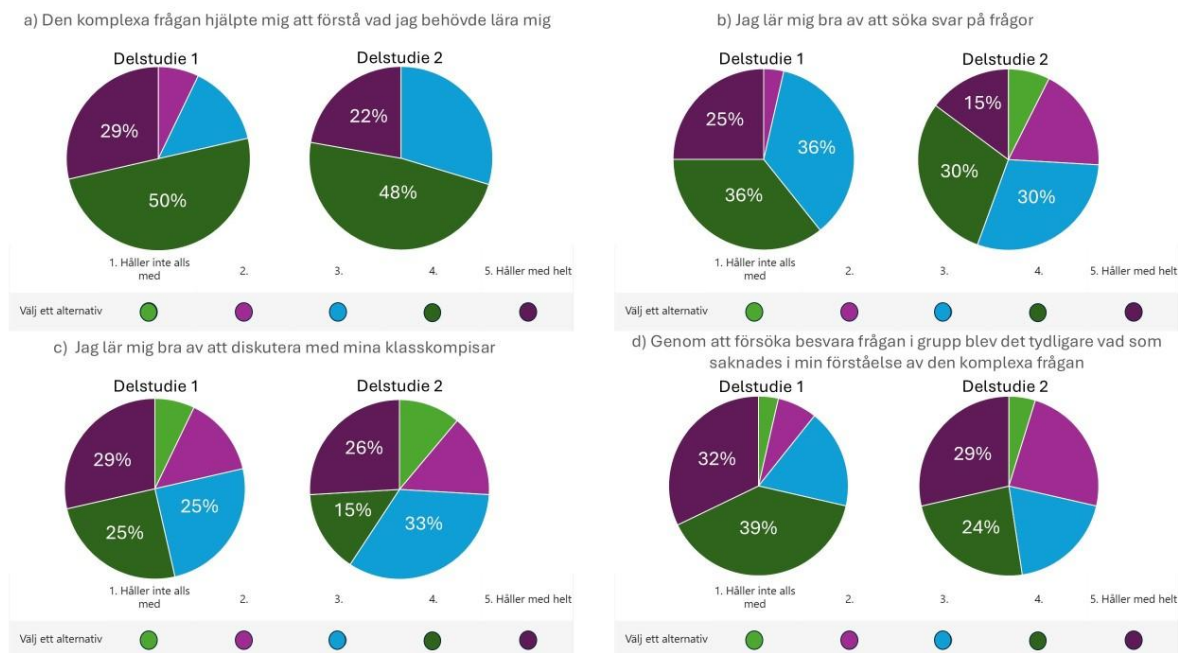
10. Elev C: What? Det är någonting...
11. Elev D: Var det MHC?
12. Elev C: Ja. MHC är den som visar upp.
13. Elev D: Och då kommer visa upp virusproteiner?
14. Elev B: Ja, men då är det väl samma koncept?
15. Elev D: Men hur fås de till T-hjälparcellerna igen?
16. Elev A: Och så och så...
17. Elev D: Men vänta för då måste ju T-hjälparcellerna stöta på dem där virusprotein, men hur? Är det liksom något som hämtar? Till dem eller? Eller är det dem som letar?
18. Elev C: Dendritcellerna har väl...?
19. Elev D: Ja, dendritcellerna visar ju upp...
20. Elev C: MHC?
21. Elev D: Visar dem upp MHC?
22. Elev C: Ja, den visar små fragment till immunsystemet, och där träffar den en lymfocyt som passar (läser innantill).
23. Elev B: Mm
24. Elev A: Jaha.
25. Elev D: OK, Så den plockar upp protein...
26. Elev C: Ja så om det är ett virusprotein kommer T-hjälpar cellen aktiveras.

I början av utdraget utgår eleverna från den kunskap de har från en bakterieinfektion och försöker ge en bild av hur immunsystemet fungerar vid en virusinfektion (från rad 3). De visar på ett *mellanrum* och har svårt att fylla i detta tills de kommer på att MHC har en viktig roll (11). Fakta om MHC som elev C läser om samtidigt hjälper till att fylla *mellanrummet* och *skapar en relation* mellan tidigare kunskap som *står fast* och en ny förståelse för delar av processen. I diskussionen kan även noteras att eleverna visar en osäkerhet kring sin egen förståelse då läraren inte har haft en genomgång om virusinfektioner (7, 8).

Elevernas upplevelse av sin egen förståelse

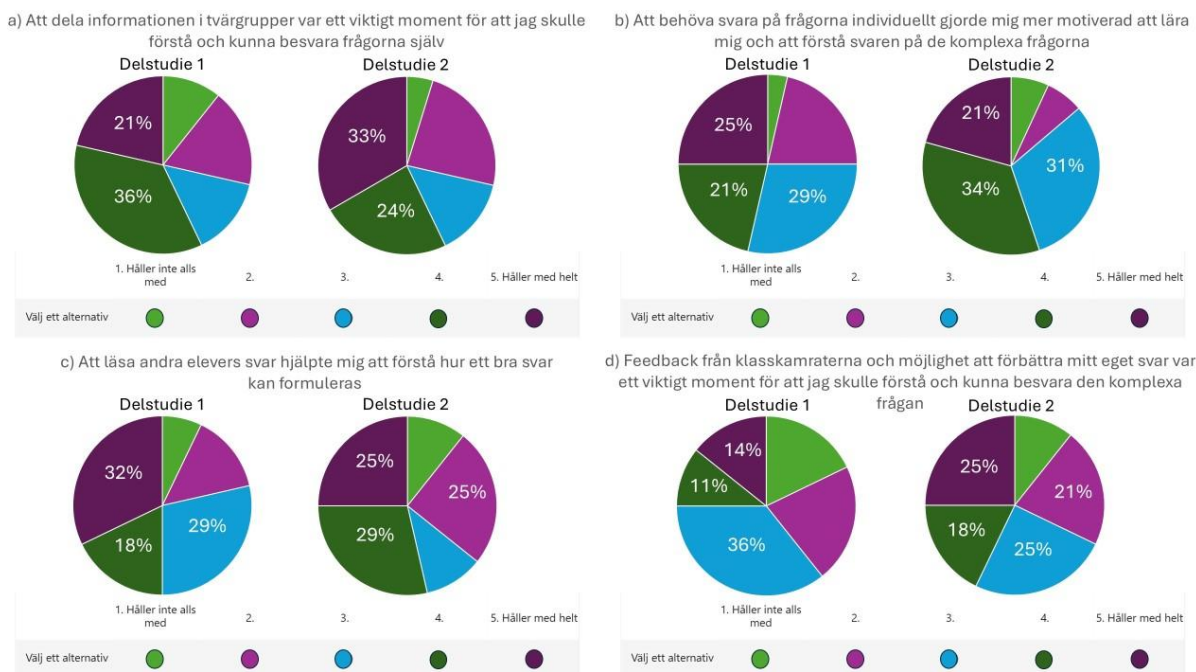
I de två delstudierna var det 79 % (delstudie 1) respektive 70 % (delstudie 2) av eleverna som höll med helt eller till stor del om att den komplexa frågan hjälpte dem att förstå vad de behövde lära sig. Det var ingen elev som inte alls höll med om det påståendet (figur 9a). I delstudie 1 var det 61 % av eleverna som höll med helt eller till stor del om att de lär sig bra av att söka svar på frågor, medan motsvarande siffra låg på 45 % i delstudie 2. Dessutom var det endast en elev (4 %) i delstudie 1 som till stor del inte höll med om påståendet, medan det i delstudie 2 var 25 % av eleverna som till stor del inte eller inte alls höll med om påståendet (figur 9b). Likaså var eleverna i delstudie 1 mer positiva till att söka svar på och diskutera de komplexa frågorna i grupp än de var i delstudie 2 (figur 9 c, d). I delstudie 1 var det 54 % av eleverna som höll med helt eller till stor del om att de lär sig bra av att diskutera med klasskompisar, medan motsvarande siffra var 41 % i delstudie 2. Andelen elever som inte alls eller till stor del inte höll med om påståendet var dock jämförbara (21 % respektive 26 %) i de två delstudierna (figur 9c). I delstudie 1 var det dessutom 71 % av eleverna som höll med helt eller till stor del om att det blev tydligare vad som saknades i deras egen förståelse av den komplexa frågan då de arbetade i grupp. I delstudie 2 var motsvarande siffra 53 %. Samtidigt var det 11 % av eleverna i delstudie 1 som till stor del inte eller inte alls höll med om att det

var gynnsamt att besvara frågan i grupp, medan motsvarande siffra i delstudie 2 var 29 % (figur 9d).



Figur 9. Elevernas svar på enkäter om hur de upplevde att deras egen förståelse påverkades av att arbeta enligt ADI-modellen. Diagrammen visar andelen elever som angav respektive siffra utifrån en likertskala i fem steg där 5 (mörklila) motsvarade "håller helt med" och 1 (ljusgrön) motsvarade "håller inte med alls" i delstudie 1 samt delstudie 2. a) Elevernas ställningstagande till påståendet "Den komplexa frågan hjälpte mig att förstå vad jag behövde lära mig". b) Elevernas ställningstagande till påståendet "Jag lär mig bra av att söka svar på frågor". c) Elevernas ställningstagande till påståendet "Jag lär mig bra av att diskutera med mina klasskompisar". d) Elevernas ställningstagande till påståendet "Genom att försöka besvara frågan i grupp blev det tydligt vad som saknades i min förståelse av den komplexa frågan".

Det var dock fler elever i delstudie 2 (33 %) än i delstudie 1 (21 %) som höll med helt om att tvärgruppsdiskussionerna var viktiga för att de själva skulle förstå och kunna besvara frågorna. Samtidigt var det 29 % av eleverna i båda delstudierna som till stor del inte eller inte alls höll med om att tvärgruppsdiskussionerna var viktiga för förståelsen (figur 10a). I delstudie 2 var det dessutom fler elever (55 %) som höll med helt eller delvis om att de blev motiverade att lära sig och förstå de komplexa frågorna genom att behöva svara på frågorna individuellt än det var i delstudie 1 (46 %). I delstudie 1 var det 25 % av eleverna som inte alls eller till stor del inte höll med om påståendet, medan motsvarande siffra var 14 % i delstudie 2 (figur 10b).



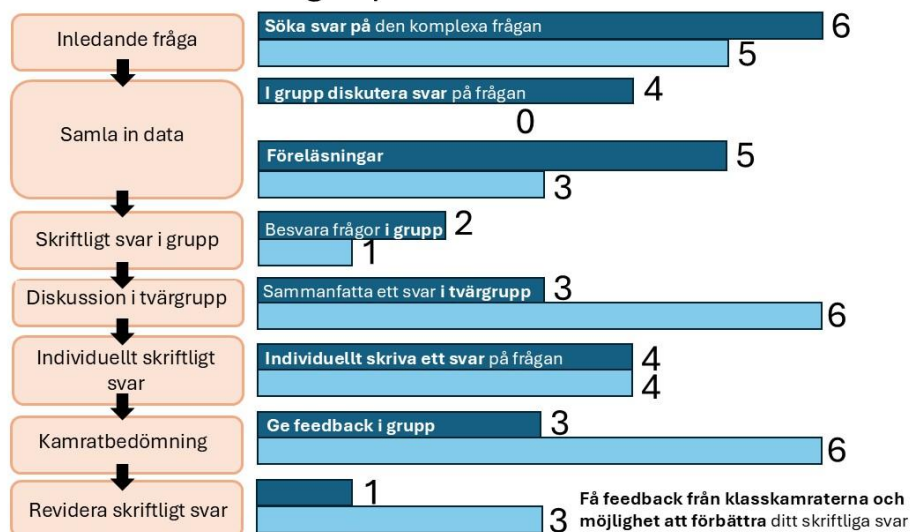
Figur 10. Elevernas svar på enkäter om hur de upplevde att deras egen förståelse påverkades av att arbeta enligt ADI-modellen. Diagrammen visar andelen elever som angav respektive siffra utifrån en likertskala i fem steg där 5 (mörklila) motsvarade "håller helt med" och 1 (ljusgrön) motsvarade "håller inte med alls" i delstudie 1 samt delstudie 2. a) Elevernas ställningstagande till påståendet "Att dela informationen vi hade samlat i tvärgrupper var ett viktigt moment för att jag skulle förstå och kunna besvara frågorna själv". b) Elevernas ställningstagande till påståendet "Att behöva svara på frågorna individuellt gjorde mig mer motiverad att lära mig och att förstå svaren på de komplexa frågorna". c) Elevernas ställningstagande till påståendet "Att läsa andra elevers svar hjälpte mig att förstå hur ett bra svar kan formuleras". d) Elevernas ställningstagande till påståendet "Feedback från klasskamraterna och möjlighet att förbättra mitt eget svar var ett viktigt moment för att jag skulle förstå och kunna besvara den komplexa frågan".

När det kom till att ge och få feedback var det 50 % av eleverna i delstudie 1 och 54 % av eleverna i delstudie 2 som höll med helt eller till stor del om att det var hjälpsamt för den egna förståelsen att läsa andra elevers svar. Samtidigt var det 21 % av eleverna i delstudie 1 och 36 % av eleverna i delstudie 2 som inte alls eller till stor del inte höll med om att det hjälpte dem (figur 10c). I delstudie 1 var det endast 25 % av eleverna som höll med helt eller delvis om att feedbacken hjälpte dem att förstå och kunna besvara den komplexa frågan, medan 39 % av eleverna inte alls eller till stor del inte höll med om att feedbacken var hjälpsam. I delstudie 2 var motsvarande siffror 43 % respektive 32 % (figur 10d).

Den sista frågan i enkäten handlade om vid vilket moment, eleverna ansåg att de bäst kunde förstå och besvara de komplexa frågorna.

I båda delstudierna var det flertalet elever (sex respektive fem elever) som tyckte att det var mest givande att söka svar på den komplexa frågan. I delstudie 1 var det fem elever som tyckte att en föreläsning var det som gav dem mest förståelse och fyra elever vardera tyckte att besvara frågan i grupp respektive individuellt var det som var mest givande. I delstudie 2 var det inga elever som tyckte att besvara frågan i grupp var mest givande, men det var sex elever som tyckte att tvärgrupperna var mest givande och sex elever som tyckte att ge feedback på andras texter var det som hjälpte dem mest för att förstå och kunna besvara de komplexa frågorna (figur 11).

Vid vilket av dessa moment (1-8) anser du att du förstod och kunde besvara frågan på bästa sätt?



Figur 11. Antal elever som angav att respektive moment under arbetet enligt ADI-modellen var det som bäst hjälpte dem att förstå och kunna besvara den komplexa frågan. Mörkblå staplar visar svaren för delstudie 1 (n = 28), ljusblå staplar visar svaren för delstudie 2 (n=28).

Enkäterna gav även eleverna möjligheten att skriva fritt om hur de upplevde att det var att arbeta enligt ADI-modellen. Det framkom fler positiva synpunkter och kommentarer efter delstudie 1 jämfört med delstudie 2. I delstudie 1 som totalt hade 19 frisvar, var endast ett av dessa negativt inställt till metoden, av övriga svar skrev alla något positivt även om det på vissa svar lades till någon svårighet eller något som eleven upplevde var negativt med metoden. I delstudie 2 var det även där 19 frisvar, av dessa var 10 positivt inställda, i vissa fall med någon kommentar om något som de inte uppskattade, 5 svar var endast negativt inställda och 4 svar kan tolkas som neutrala där både positiva och negativa detaljer lyftes fram.

Några exempel på vad eleverna lyfte fram som positivt med arbetssättet var;

Delstudie 1:

"Jag tycker det var ett bra sätt att förstå ämnet på djupet. Det hjälpte att jobba själv och sedan att diskutera med klasskamrater för att se vad man själv hade missat. Dock så tyckte jag att det var lite svårt att komma igång under första lektionen så det kanske hade hjälpt att få en liten genomgång innan så man förstod översiktligt vad man jobbade med".

"Det var bra att vi gav den här delen tid, att vi jobbade under flera veckor, för det var ganska komplicerat och hjärnan behövde smälta och bearbeta. Annars kan det gå väldigt fort med bara genomgångar och då hinner man inte förstå och måste göra om nästan allt när man pluggar sen".

"Jag lär mig bättre när vi har grupper, för att då får jag höra hur de andra tänker och förklarar. och på sådant sätt fattar jag det mycket bättre".

"Jag tyckte det var extremt bra då jag känner att jag lär mig mycket mer effektivt då jag får arbeta aktivt med uppgiften och får diskutera det i grupp. Jag känner att jag fick en mycket djupare förståelse än vanligtvis och det hjälpte definitivt inför provet".

Delstudie 2:

"Kul, det är ett skönt sätt att lära sig på då man får diskutera med sina medmänniskor."

"Föredrar detta över det vanliga. Det blir lättare att lära sig då man får aktivt diskutera och jobba med frågorna."

"Jag lär mig bättre när vi får svara på frågorna och sen få feedback för att sen fortsätta svara på frågorna än om man har ett vanligt prov på det. För jag kommer ihåg bättre när man arbetar med frågorna under en längre period än om jag bara får sitta i några timmar och svara på frågorna och sen aldrig se dom igen. Så jag tycker att det är ett bra sätt att lära sig på."

"Jag tycker att det är väldigt givande att se andra elevers provsvar och på så sätt förstå vad man själv kanske missat. Sen är det även bra att från sina gruppmedlemmar få höra vad som fattas från andra då det kanske är någonting som jag själv missat."

"Jag tycker generellt att det här sättet att arbeta på var väldigt givande, och det blev väldigt lätt att förstå vad det var man behövde kunna. Det enda jag tycker kan bli lite konstigt är feedbacken, då olika grupper ger olika bra feedback. Jag vet att läraren la till lite feedback på vissa också, för att det skulle bli mer rättvist, men känns ändå som att det kan variera hur mycket hjälp man får från det steget."

Andra exempel som eleverna lyfte fram som negativa då de arbetade enligt modellen var;

Delstudie 1:

"Jag tycker att detta sätt att arbeta ger en stor möjlighet att förbättra sina förmågor. Dock kan det här sätter att jobba i grupp ge alldeles för stor av en möjlighet för missinformation att spridas, då informationen som eleverna får in inte blir övervakade av någon lärare. Därför kan det vara bra att gå igenom möjliga felaktiga antaganden i klassrummet."

"Jag tycker att det är bättre med lärarens genomgång."

Delstudie 2:

"Det funkar inte riktigt för mig då jag tycker att det blir lite rörigt och ostrukturerat, och det är lite svårt för mig att förstå hur jag ska lägga upp plagget. Tvärgrupperna funkar inte så bra då det är svårt att jämföra källor och det blir ganska oeffektivt, eftersom att man bara vill jobba med sitt. Att ge feedback funkade inte heller så bra för vår grupp då svaren är på väldigt olika nivå, och ibland saknas så mycket i svaren att det inte känns som att det är någon idé att ens ge feedback. Sen så är det också väldigt beroende av vem man får feedback av/vilka texter man får läsa, vilket kanske gör det lite orättvist. För mig funkar det bättre att jobba mer individuellt och med föreläsningar."

"Jag tycker att det blir lite överväldigande att få en så stor fråga innan man hunnit lära sig något om ämnet. Det gör att jag tappar lite motivation till att lära mig om det för att det känns för mycket och jag vet inte vart jag ska börja riktigt. Jag tror det hade varit bättre om vi hade haft någon föreläsning innan vi fick frågan så skulle man inte känna sig lika överväldigad."

"Det är i början väldigt svårt att förstå någonting av det man läser utan någon genomgång, det blir även svårt att hänga med i genomgången när man inte riktigt förstått det man läste

när vi satt i grupper. Det sätter även mycket press på att man ska plugga mer hemma än att lära sig i skolan. Det blir tydligt vad man ska kunna men det blir svårare att förstå sig på alla olika funktioner osv.”

”Jag tycker att det har varit kul att jobba på ett sätt vi inte gör så ofta i skolan, men för mig har det tyvärr inte fungerat så bra. Jag känner att jag lär mig bättre av att få instuderingsfrågor och plugga själv till ett prov, att läsa andras texter och diskutera i grupp har inte varit särskilt hjälpsamt för mig eftersom det nog inte är någon som har 100% koll på svaret, det känns lite risky business att bara lita blint på att de andra har helt rätt. Jag tycker ändå att det var bra med att få feedback på det jag skrivit, men det hjälpte inte så mycket eftersom vi fick feedbacken samtidigt som vi skulle skriva, jag upplevde inte att det gav oss någon chans att bearbeta det vi gjort och försöka lära sig mer och bli bättre. Det kändes inte superbra nu när vi fick skriva klart svaren eftersom jag inte hade så mycket att tillägga på grund av det.”

Lärarens upplevelse av att undervisa enligt ADI-modellen

Den undervisande lärarens upplevelser av att arbeta enligt ADI-modellen finns sammanställda i Bilaga 8. Sammanfattningsvis upplevde läraren att undervisningen engagerade majoriteten av eleverna. Eleverna presterade också bättre när de arbetade enligt ADI-modellen än de gjorde på andra moment där de fick mer traditionell undervisning. Det var dock ovant att släppa så mycket ansvar till eleverna och momenten kändes lite stressande. Detta var också något som läraren upplevde påverkade eleverna, särskilt de med hög ambitionsnivå, men uppgår detta som ett incitament för att arbeta mer med ADI-modellen. Läraren poängterar vikten av att den komplexa frågan måste vara så heltäckande att allt material hinns med samtidigt som den inte får vara för överväldigande för eleverna. Vidare menar läraren att anteckningsböckerna är viktiga och bör användas, samt att skrivuppgifterna kan behöva vara examinerande för att en del elever ska ta dem på allvar.

Diskussion

Elever visar ökad förståelse för biologiska system då de arbetar enligt ADI-modellen

För att utvärdera hur elevernas förståelse för biologiska system påverkades då de fick arbeta enligt ADI-modellen utgick de första frågorna i för- och eftertesterna utifrån de biologiska systemens strukturer. Den sista frågan i varje test utgick från systemets relationer (delstudie 1) respektive funktion (delstudie 2). Resultaten visade tydligt att deltagarna förbättrade sina prestationer på samtliga frågor efter interventionerna. I delstudie 1 var det endast en elev som visade försämrat resultat på en av frågorna och det berodde på att denna elev inte hann svara på frågan. Mellan 17-23 elever av totalt 25 visade en större kunskap i form av högre poäng på fråga 1-4. Förbättringen var klart statistiskt signifikant. I delstudie 2 var det totalt sett två elever som visade försämrat resultat på en av de fem frågorna. En av dessa elever visade dock tydlig A-nivå på den examinerande uppgiften som skrevs precis innan eftertestet, så det försämrade resultatet på eftertestet berodde nog snarare på bristande engagemang att besvara frågan än avsaknad av kunskap. Mellan 21-26 elever av totalt 27 visade en ökad kunskap i form av högre poäng på fråga 1-5. Även här var förbättringen klart statistiskt signifikant.

Detta tyder på att undervisningen haft en positiv inverkan på elevernas kunskaper om systemens strukturer samt förståelse för ingående relationer och funktioner, vilket är grundläggande för ett utvecklat systemtänkande.

När provsvar jämfördes mellan en klass som arbetat enligt ADI-modellen med en klass som fått traditionell undervisning var det tydligt att eleverna som hade arbetat enligt ADI-modellen i båda delstudierna visade högre nivå (se figur 6 och 8). Det är svårt att dra entydiga slutsatser kring denna jämförelse då det är två olika elevgrupper som undersöktes. Dock valdes kontrollgruppen utifrån att den undervisades av samma lärare som de som arbetade enligt ADI-modellen samt att betygssnittet från Biologi 1-kursen var jämförbart i de båda grupperna. Ytterligare ett problem med jämförelsen är att provfrågan i delstudie 1 var snarlik den komplexa frågan som eleverna, som arbetade enligt ADI-modellen utgick ifrån. I delstudie 2 var examinationsfrågorna de faktiska frågor som eleverna arbetat med i undervisningen. Detta kan ha underlättat för elevgruppen som undervisats enligt ADI-modellen att uppnå en högre betygsnivå. Vi menar emellertid att frågorna var så omfattande att de tydligt visade på elevernas förståelse för de biologiska systemen som helhet. Dessutom tillkom en problemlösningsfråga i delstudie 1 som eleverna inte hade fått öva på tidigare. En tredjedel av eleverna kunde då ge ytterligare minst ett rimligt exempel på vad som kan gå fel i processen utöver det som de arbetat med i undervisningen. I enlighet med våra resultat visade Cetin m.fl. (2018) visade elever som deltog i ADI-undervisning presterade signifikant bättre på tester om både kemiinnehållet och argumentationsskrivande jämfört med elever i kontrollgruppen. Särskilt förbättrades förmågan att använda kemiska begrepp snarare än bara känna till dem.

I enkäternas frisvar uppgav flera elever att arbetet enligt ADI-modellen var ett bättre sätt att lära sig och att förstå ämnet på djupet. Den undervisande läraren uppgav också att eleverna presterade bättre på de moment då de arbetat enligt ADI-modellen än på andra moment.

Ljudinspelningarna visade att de närliggande syftena med enskilda lektioner uppnåddes då strukturerna i systemen och deras relationer bearbetades i elevernas diskussioner. Tack vara de komplexa frågorna stöttades eleverna i att förstå helheterna, vilket var det övergripande syftet med undervisningsmomenten. Enkätarna visade att en majoritet av eleverna tyckte att utgångspunkten i de komplexa frågorna var viktig för deras lärande och en elev uttryckte i enkäternas frisvar att det blev väldigt lätt att förstå vad man behövde kunna. I delstudie 2 var det dock några elever som tyckte att den komplexa frågan var överväldigande och att det var svårt att ta sig an frågorna.

Värt att notera är att elever som sedan tidigare hade svårt att uppnå målen i biologi inte gynnades av det undersökta sättet att undervisa. En av eleverna som inte nådde upp till godkänd nivå i varken delstudie 1 eller 2 visade inte heller godkänd nivå på andra biologiprov som föregåtts av mer traditionell undervisning. Det märktes dessutom i flera grupper att en eller två elever inte var så aktiva, flera av dessa elever var de som visade lägre nivå på de examinerande uppgifterna. Det är svårt att veta om detta beror på att dessa elever inte förstod uppgiften eller helt enkelt valde att inte delta. Dock blir det svårare att klara examinationerna om man inte arbetar aktivt under lektionerna.

Elever behöver få tid och möjlighet att resonera kring biologiska problem

Att få diskutera är ett viktigt och återkommande moment i ADI-modellen. Det handlar om att kunna framföra argument som förklarar hur och varför den information eleverna samlat in

stödjer ett visst påstående (Sampson & Walker, 2011). Diskussionerna hjälper eleverna att precisera sitt vardagsspråk med hjälp av den biologiska begreppsapparat som finns. Det närliggande syftet får ett tydligt mål i sikte samtidigt som det närliggande syftet blir kontinuerligt med det övergripande syftet (Skolverket, 2017).

I vår analys var det svårt att avgöra hur elevernas förmåga att resonera kring biologiska problem påverkades då de arbetade enligt ADI-modellen. Det som framgick av ljudinspelningarna var att eleverna motiverade sina påståenden med att ”det står i boken/texten” vilket tyder på att de inte litar på sin egen förståelse av det de läser. Med hjälp av PEA kunde vi ändå visa på ett lärande genom att de frågor som eleverna ställde till varandra fylldes i med hjälp av några i gruppen som kände att de kunde svara på frågan och med hjälp av det material som de hade till förfogande, till exempel en bild eller text. I många fall satt grupperna och diskuterade med stöd av detta material och jobbade sig på så vis framåt i ett gemensamt lärande och förståelse för frågan. Många mellanrum var tydliga i diskussionerna då eleverna ställde frågor till varandra, det har däremot varit svårare att avgöra exakt *när* det skapades en relation och detta mellanrum fylldes i, eftersom eleverna ofta hade en diskussion som gick fram och tillbaka. I ena stunden besvarade de frågan och verkade ha förstått men lite senare i diskussionen så ställdes samma fråga eller liknande fråga igen och de visade fortfarande sin osäkerhet. I vissa fall kan det tolkas som att några i gruppen hade förstått och lärt sig, men frågan ställdes igen för att alla i gruppen inte hade förstått. I andra fall fanns det en osäkerhet hos alla i gruppen, de blev tveksamma till det de tidigare hade sagt och frågan behövde lyftas igen.

Lärandeprogression innebär att eleverna får möjlighet att använda och omvärdera sina tidigare kunskaper genom nya aktiviteter. Enligt ADI-modellen är diskussionen en viktig aktivitet och vi ser att detta är en bra möjlighet för eleverna att få ”älta” och diskutera om och om igen. Elevdiskussion 3 är ett ganska typiskt exempel på den enorma begreppsapparat som finns inom biologin. Eleverna behövde upprepa de olika cellerna som medverkar, och konstaterade att de är många och att systemet är komplext. De hade också svårt att uppfatta de exakta namnen och i diskussionen fastnade de på *dendritiska celler* som behövde upprepas flera gånger.

Diskussionerna blir en möjlighet för eleverna att upprepa och ifrågasätta fakta som de har hört på en föreläsning eller läst i en text. I traditionell undervisning är diskussionsmomentet generellt sett mer begränsat och då saknas denna möjlighet till inläring. Vissa elever lyfter i enkäternas frisvar att de lär sig mer när de jobbar mer aktivt med frågan och att diskutera och bearbeta frågorna i grupp var värdefullt för deras lärande, vilket de upplever bidrar till en ökad förståelse. Det var även flera elever som uppgav att det var givande att höra hur andra elever tänker, vilket överensstämmer med studien av Antonio (2020). Läraren upplevde också att eleverna var mer engagerade på föreläsningarna när de tidigare hade arbetat med de komplexa frågorna. ”Eleverna var mer motiverade att lyssna på informationen i föreläsningarna än vid traditionell undervisning”.

Analysen av de inspelade gruppdiskussionerna visar på att eleverna var motiverade, de ville förstå och kunna formulera svar på de delfrågor (närliggande syften) som utgjorde underlaget till diskussionerna. Eftersom eleverna läste in sig på lite olika inläsningsmateriel behövde de diskutera fakta med varandra för att komma fram till ett gemensamt svar och kunna lösa den komplexa frågan. Till sin hjälp hade eleverna anteckningsboken som de visste var viktig för

den kommande skriftliga och individuella uppgiften. I diskussionerna framgick det att många var noggranna med att skriva och få bra innehåll i sin anteckningsbok. Eftersom den individuella skrivuppgiften var examinerande i delstudie 2 fick eleverna inte ha med sig skrivböckerna till det tillfället. Undervisande lärare uppmärksammade att detta ledde till minskat fokus på att anteckna.

Det tog lång tid för många grupper att förstå uppgiften i delstudie 1, och i vissa grupper lades mycket tid på att diskutera hur de skulle fördela inläsningsmaterialet. Vissa grupper tog sig an uppgiften genom att fördela cellens olika organeller mellan sig och andra grupper tog sig an frågan genom att fördela inläsningsmaterialet, vilket gav eleverna en bredare kunskap i dessa grupper. Instruktionerna var sådana att eleverna skulle läsa in sig på alla cellens organeller, men för att besvara frågeställningen så var vissa organeller av större betydelse än andra. Det gjorde att i diskussionen av frågan som handlade om I-cell disease, blev den information och fakta som några elever i gruppen hade mindre betydelsefull. Den undervisande läraren uppmärksammade att flera grupper behövde hjälp med att förstå uppgiften och att komma i gång med läsandet. Eftersom det för vissa grupper var svårt att "se mål i sikte" ändrades instruktionerna till delstudie 2. Exempelvis styrdes det upp att de olika inläsningstexterna skulle fördelas mellan eleverna och inte en uppdelning av det biologiska innehållet. På så vis fick alla eleverna i gruppen en gemensam grund att utgå från i diskussionen, men eftersom texterna skiljde sig åt genom att olika detaljer lyftes fram mer eller mindre, blev det en ändå jämförelse och diskussion där alla kunde bidra på ett bättre sätt.

Förhoppningen var att eleverna genom diskussionerna skulle kunna avgöra när de hade gjort sin efterforskning tillräckligt för att kunna svara på frågorna. I vår studie var det flera elever som uttryckte en osäkerhet i vad som var rätt eller ett tillräckligt bra svar. I elevdiskussion 4 (rad 7) framkommer det att eleverna är mer osäkra på information som läraren inte har gått igenom. Några av enkäternas frisvar visar att eleverna tyckte ADI-modellen är osäker eftersom man måste lita på sina klasskompisar istället för det som läraren säger. Det ger upplevelsen att det de diskuterar och svarar kanske inte är rätt och att en föreläsning där läraren berättar hur det är, upplevs mer tillförlitlig. Vår uppfattning är därför att eleverna behöver öva mer på att ta reda på information själva och att ansvara för sin kunskapsinhämtning och förståelse. De behöver också utveckla en tillit till sin egen förmåga att samla information för att kunna lösa ett problem. Detta var också något som undervisande lärare lyfte i sitt reflektionsprotokoll. Ett av syftena med ADI-modellen är just att uppmuntra eleverna att ta kontroll över sitt eget lärande (Sampson & Gleim, 2009).

En studie av Kadayifci & Yalcin-Celik (2016) lyfter att en del studenter (på lärarprogrammet) tyckte att det var svårt att arbeta utan tydliga instruktioner. Författarna menar att ADI är en effektiv undervisningsmodell för att förbättra vetenskapligt tänkande, argumentation och engagemang i kemiundervisningen. Metoden kräver dock anpassningar för att stödja elever som är ovana vid självständigt undersökande arbete. Det kan vara svårt för elever inom till exempel autismspektret att utgå ifrån en komplex fråga och jobba sig nedåt mot detaljerna, då deras världsbild ofta utgår ifrån detaljer som bygger upp en helhet istället för tvärtom (Frick m.fl. 2023). Å andra sidan kan det vara ännu viktigare för dessa elever att träna på systemtänkande för att i framtiden kunna möta en allt mer komplex omvärld. Det är också viktigt att tänka på att alla elever med autism är olika och att det här sättet att arbeta kan fungera mycket bra för en del och mindre bra för andra.

Osäkerheten beskrivs också utifrån att få feedback från sina klasskompisar, där den kan variera väldigt mycket utifrån vilka elever som läser och kommenterar och vilken ambitionsnivå eleverna har. I ett frisvar från eleverna lyfts det fram som förslag att det vid feedbacktillfället skulle finnas ett fullständigt och komplett svar med som jämförelse, som en hjälp för eleverna att utgå från. För att feedbacken skulle bli så rättvis som möjligt och att alla skulle få hjälp inför sin slutliga individuella text, lästes alla individuella svar samt den feedback som grupperna skrivit igenom. Detta är förstås ett mycket tidskrävande moment för en lärare. För att säkerställa att eleverna får ett rättvis stöd, samt för att minska den tid det tar som lärare att dubbelkolla all text, skulle en lösning därför kunna vara att ge eleverna ett svar som bedöms vara komplett som eleverna kan jämföra med. Utmaningen med detta kan då vara att eleverna blir mindre benägna att diskutera och ge personlig återkoppling, och hänvisar till det färdiga svaret. Även diskussionen vid feedback-tillfället är en bra möjlighet till lärande som då kanske försvinner.

Gemensamt för de gruppdiskussioner som spelades in är att en eller två elever i varje grupp var mer drivande, de hade större kunskaper sedan tidigare och/eller hade hunnit läsa in sig mer på ämnet. Dessa elever tog rollen att svara på frågorna som ställdes i uppgiften och även att svara på de frågor som de andra i gruppen hade. Som exempel var Elev B i elevdiskussion 1 mer drivande och kunde svara på de frågor som ställdes i gruppen. Man kan då fråga sig om diskussionen var givande för de elever som redan verkade kunna besvara frågorna? I elevdiskussion 4 visades att även den elev som hade kommit längre i sin förståelse fick möjlighet att diskutera sin osäkerhet. Där lyssnade de andra elever i gruppen och lät eleven resonera och lyfta fram vad hen trodde var rätt (rad 6).

Elever och lärares upplevelser av arbete med ADI-modellen

När eleverna själva fick uppskatta hur arbetet enligt ADI-modellen hjälpte dem i deras förståelse visade det sig att en majoritet av eleverna var positiva till de flesta momenten under arbetets gång. Vissa skriver också att det är ett roligt sätt att jobba på eftersom det skiljer sig från hur de vanligtvis jobbar i skolan. I båda delstudierna var det tydligt att en stor majoritet av eleverna upplevde att utgångspunkten i den komplexa frågan var hjälpsam för att de skulle förstå vad de behövde lära sig. Eleverna var dock inte riktigt lika positiva till att arbeta i grupp. I delstudie 1 var det en klar majoritet som tyckte att grupparbetet var givande, men den siffran sjönk i delstudie 2. Samtidigt var det fler elever i delstudie 2 som helt höll med om att tvärgrupperna var viktiga för att de skulle förstå och kunna besvara de komplexa frågorna. Detta skulle kunna indikera att ursprungsgrupperna fungerade sämre i delstudie 2 än i delstudie 1. En annan förklaring skulle kunna vara att det var ont om tid för flertalet av grupperna och diskussionerna behövde avslutas utan att eleverna kände sig riktigt klara. Därför hann eleverna diskutera klart först i tvärgruppsmomentet och upplevde kanske att det först vid detta steg bidrog till en ökad förståelse. I studien av Kadayifci & Yalcin-Celik, (2016) diskuterades att grupparbete var både en styrka och en utmaning, beroende på deltagarnas samarbetsförmåga. Gruppsammansättningarna blir därmed mycket viktiga för att arbetet enligt ADI-modellen ska vara framgångsrikt.

I enkäterna framkom det att eleverna på flertalet punkter var mer positiva efter delstudie 1 jämfört med efter delstudie 2. I frisvaren efter delstudie 2 lyftes exempelvis att det var svårt att komma i gång, att uppgiften kändes överväldigande men även att diskussionerna inte gav så mycket. Enligt lärarens reflektionsprotokoll var det en del elever med hög ambitionsnivå som tyckte att det var svårt att läsa sig till svaret på den komplexa frågan. De flesta elever

läste materialet och försökte diskutera, men en del gav upp för de tyckte att det var för svårt. Flera elever tyckte att det var svårt att förstå och ta till sig materialet de skulle läsa i början utan att först ha haft en föreläsning om det. Två av fyra texter var från läroböcker på gymnasienivå, varav den ena boken var den som klassen använde i undervisningen. De två andra texterna var tagna från böcker som används i grundkursen i humanfysiologi på universitet. Att eleverna tyckte att det var svårt att ta till sig detta visar på vikten av att läsa och arbeta på detta sätt ännu mer. Dock är immunsystemet kanske det mest komplexa system som eleverna får lära sig på gymnasiet.

En jämförelse av de examinerande frågorna mellan delstudie 1 och delstudie 2 visade också att andelen elever som uppnådde C- eller A-nivå var högre i delstudie 1. Vad denna skillnad kan bero på är svårt att avgöra, men vid tillfället för delstudie 2 var eleverna mer stressade och hade flera tunga examinationer i andra ämnen samtidigt som de arbetade med ADI-modellen i biologi. I de inspelade diskussionerna finns det inget som tyder på att samtalen gick sämre eller att lärandet skulle ske i mindre utsträckning. Dock fanns det färre inspelningar att tillgå vid delstudie 2 och undervisande lärare uppmärksammade att det var flera elevgrupper som inte arbetade aktivt med uppgiften. Exempelvis noterades att en grupp tog fram svaren på delfrågorna med hjälp av ChatGPT i stället för att läsa utdelat material och diskutera sig fram till ett svar. En annan förklaring till varför eleverna presterade bättre i delstudie 1 kan vara att systemet cellen är mindre omfattande och kan uppfattas som enklare än immunsystemet. Dessutom kan utformningen av den komplexa frågan ha betydelse då frågan i delstudie 2 var större och behövde delas upp i flera delfrågor. Detta visar på vikten av att formulera den komplexa frågan så att den blir tillräckligt omfattande men inte överväldigande.

När det gäller den skriftliga uppgiften var det fler elever i delstudie 2 än i delstudie 1 som angav att den var motiverande. Detta skulle kunna förklaras med att det individuella skriftliga svaret bara var en övningsuppgift inför det kommande provet i delstudie 1, medan det individuella skriftliga svaret i delstudie 2 var examinerande. Även läraren upplevde denna skillnad då det var flera elever i delstudie 1 som tyckte att de inte behövde anstränga sig inför skrivuppgiften då den inte var examinerande. För att öka motivationen till delstudie 2 gjordes skrivuppgiften examinerande.

Runt 50 % av eleverna uppgav att det var givande att läsa sina klasskamraters svar för att de själva skulle förstå hur bra svar kan formuleras. Det var dock bara 25 % av eleverna i delstudie 1 respektive 43 % av eleverna i delstudie 2 som tyckte att det var givande att få feedback på sina egna svar. Detta moment blev emellertid lite haltande i de båda delstudierna. I delstudie 1 fick eleverna väldigt kort om tid för att ta till sig feedback och korrigera sitt svar. I delstudie 2 var denna tid längre, men eftersom även detta moment var examinerande fick inte eleverna möjlighet att leta mer information utifrån vad de fick för feedback, ett problem som även framkom i elevernas frisvar. Detta är något som bör korrigeras inför framtida arbete enligt ADI-modellen, för att feedbacken ska vara användbar måste eleverna få möjlighet att arbeta med den i förväg.

Slutligen kan det tilläggas att arbete enligt ADI-modellen kan upplevas som stressande för läraren. Dels för att det ingår många moment som kräver mycket tid i planeringen, dels för att läraren måste släppa lite på kontrollen över elevernas lärande. Detta kan i sin tur också

upplevas stressande för eleverna, något som framkommit i tidigare studier (Kadayifci & Yalcin-Celik, 2016).

Slutsats

ADI-modellen är en framgångsrik modell för att ge eleverna förutsättningar för en ökad förståelse av komplexa biologiska system. Genom att ge tid och möjlighet att samla in och diskutera information får eleverna tillfälle att bearbeta sin förståelse och befästa sin kunskap. Här är dock grupp sammansättningen viktig. ADI-modellen kan upplevas som tidskrävande av undervisande lärare och behöver en genomtänkt planering. Detta gäller både den komplexa frågans omfattning och formulering samt efterföljande undervisningsmoment. Ett fåtal elever trivdes inte med detta sätt att arbeta, men både undervisande lärare och en majoritet av eleverna uppgav att detta sätt att arbeta var givande. ADI-modellen kan vara en bra undervisningsmodell för flera olika skolämnen. Lärare måste dock ges förutsättningar för att kunna planera upplägget på ett bra sätt. Momenten behöver förfinas i flera omgångar och anpassas utifrån elevgruppen för att bli riktigt bra. Det vore därför intressant att få möjlighet att fortsätta bearbeta de moment vi har tagit fram och även utveckla nya moment i biologiundervisningen, men även tillsammans med lärare i andra ämnen.

Referenser

ADI Learning Hub <https://www.argumentdriveninquiry.com/>, Hämtad 250224.

Andersson, B. (2014). *Att förstå skolans naturvetenskap – Forskningsresultat och nya idéer*. Lund: Studentlitteratur AB.

Antonio, R. P. (2020). Developing students' reflective thinking skills in a metacognitive and argument-driven learning environment. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 6(3), 467-483.

Assaraf, O. B.-Z., Dodick, J., & Tripto, J. (2013). High school students' understanding of the human body system. *Research in Science Education (Australasian Science Education Research Association)*, 43(1), 33-56.

Assaraf, O. B.-Z., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518-560.

Çetin, P. S., & Eymur, G. (2017). Developing Students' Scientific Writing and Presentation Skills through Argument Driven Inquiry: An Exploratory Study. *Journal of Chemical Education*, 94(7), 837-843.

Cetin, P.S., Eymur, G., Southerland, S.A., Walker, J., Whittington, K. (2018). Exploring the effectiveness of engagement in a broad range of disciplinary practices on learning of Turkish high-school chemistry students. *International Journal of Science Education*. 40, 1-25.

Chen, H-T., Wang, H-H., Lu, Y-Y., Lin, H-S., Hong, Z-R. (2016). Using a modified argument-driven inquiry to promote elementary school students' engagement in learning science and argumentation. *International Journal of Science Education*, 38(2), 170-191.

Denscombe, M. (2000). *Forskningshandboken : för småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna*. Studentlitteratur.

Devore, J.L. (1995). *Probability and statistics for engineering and the sciences* (4:e uppl.). Duxbury Press.

Eriksson C., Lidar M., Lundqvist E. (2024). Undervisningsutveckling genom analyser av elevers lärande av handlingskompetens gällande antibiotikaresistens. *NorDiNa*, 20(2), 247-262,

Fakhriyah, F., Rusilowati, A., Wiyanto, W., & Susilaningsih, E. (2021). Argument-Driven Inquiry Learning Model: A systematic review. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 7(3), 767-784.

Frick, M., Karlberg, M., Lundin Kleberg, J., Olsson, I., Thorup, E., & Vikström, K. (2023). *Elever med adhd och autism, psykologiska och pedagogiska perspektiv*. Liber

Gilissen, M. G. H. (2021). *Fostering students' systems thinking in secondary biology education*. [Doktorsavhandling, Utrecht University].
<https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/404509>

Groves, F.H. (1995). Science vocabulary load of selected secondary science textbooks. *School Science and Mathematics*, 95(5), 231-235.

- Jakobson, B., Lundegård, I., & Wickman, P.-O. (2014). *Lärande i handling : en pragmatisk didaktik* (1. uppl.). Studentlitteratur.
- Johansson, A.-M., & Wickman, P.-O. (2018). The use of organising purposes in science instruction as a scaffolding mechanism to support progressions: a study of talk in two primary science classrooms. *Research in Science & Technological Education*, 36(1), 1–16.
- Julsgård, S., & Kilborn, J. (2023). *Organisationsnivåer i kolets kretslopp – en beskrivning av biologiska organisationsnivåer utifrån gymnasieelevers uppfattning och användning av dem*. [Examensarbete, avancerad nivå, Linköpings universitet]. LIU-GY-L-A—23/240--SE
- Kadayifci, H., & Yalcin-Celik, A. (2016). Implementation of Argument-Driven Inquiry as an Instructional Model in a General Chemistry Laboratory Course. *Science Education International*, 27(3), 369-.
- King, D., & Ritchie, S. (2013). Academic success in context-based chemistry: Demonstrating fluid transitions between concepts and context. *International Journal of Science Education*, 35(7), 1159-1182.
- Knippels, C (2002). Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education: The yo-yo learning and teaching strategy. [Doktorsavhandling, Utrecht University]. Utrecht University Repository.
- Lavett Lagerström, M., Piqueras, J., Palm, O., (2021). “Should we be afraid of Ebola?” A study of students’ learning progressions in context-based science teaching. *Nordina*, 17(1), 64-78.
- Lunde, T., & Sjöström, J. (2020). Didaktiska modeller som kärnan i ämnesdidaktik: forskning som eftersträvar en professionsvetenskap för lärare. *ATENA Didaktik*, 3(1).
- Lyons, T. (2006). Different countries, same science classes: Students’ experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education*, 28(6), 591–614.
- Momsen, J., Speth, E.B., Wyse, S., Long, T. (2022). Using systems and systems thinking to unify biology education. *CBE Life Science Education* 21(2):es3.
- Naturvetarna (2023). KUNSKAP FÖR FRAMTIDEN: STEM i ljuset av den gröna och digitala omställningen. Hämtad från https://www.naturvetarna.se/globalassets/5-om-oss/rapporter/rapport_kunskap_for_framtiden2023_low.pdf
- Rietz, L. (2021). *"Det handlar om vår framtid": Hur elevers scientific literacy kan utvecklas genom SNI-argumentation i kemiundervisning*. [Licentiatavhandling, Utbildningsvetenskap]. MediaTryck Lund.
- Sampson, V., Enderle, P., Grooms, J., & Witte, S. (2013). Writing to learn by learning to write during the school science laboratory: Helping middle and high school students develop argumentative writing skills as they learn core ideas. *Science Education (Salem, Mass.)*, 97(5), 643–670.
- Sampson, V., & Gleim, L. (2009). Argument-Driven Inquiry To Promote the Understanding of Important Concepts & Practices in Biology. *The American Biology Teacher*, 71(8), 465–472.

Sampson, V., Grooms, J., & Phelps Walker, J. (2011). Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education (Salem, Mass.)*, 95(2), 217–257.

Sampson, V., and Walker, J. (2012). Argument-driven inquiry as a way to help undergraduate students write to learn by learning to write in chemistry. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1443-1485.

Skolinspektionen (2017). Tematisk analys: Undervisning i NO-ämnena. Hämtad från: [tematisk-analys-no-2017.pdf](#) 25-03-24

Skolverket. (2017). Naturvetenskap – Gymnasieskola Modul: Naturvetenskapens karaktär och arbetssätt Del 1: Från receptlaboration till naturvetenskapligt arbetssätt. <https://larportalen.skolverket.se/api/resource/P03WCPLAR082983>

Skolverket (2023). Uppföljning av gymnasieskolan 2023. Stockholm: Skolverket

Skolverket (2024a). TIMSS 2023 Svenska grundskoleelevers kunskaper i matematik och naturvetenskap i ett internationellt perspektiv. Hämtad från: <https://www.skolverket.se/getFile?file=13178> 25-03-24

Skolverket (2024b). Ämnesplan för gymnasieskolan 2025 (GY25)(1:a uppl.). Hämtad 241021 från <https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i-gymnasieskolan/gymnasieprogrammen/amne-gy2025?url=907561864%2Fsyllabuscw%2Fjsp%2Fsubject.htm%3FsubjectCode%3DBIOG%26version%3D1%26tos%3Dgy%26origin%3Dgy2025&sv.url=12.467ba038192d14ade318a>

Skolverket (2025). Kommentarer till ämnesplanerna i biologi på gymnasial nivå. Hämtad från: [Kommentarer till ämnesplanerna i biologi på gymnasial nivå](#) 25-05-28

Sommer, C. & Lücken, M. (2010). *System competence – Are elementary students able to deal with a biological system?* Nordic Studies in Science Education. 6(2): 125-143.

Säljö, R. (2017). Lärande och lärandemiljöer. I S-E. Hansén & L. Forsman (Red.), *Allmändidaktik – vetenskap för lärare* (2 uppl. S. 147-174). Studentlitteratur.

Vetenskapsrådet. (2024). *God forskningssed*. Stockholm: Vetenskapsrådet.

von Zweigbergk, A. & Olsson, J. (2024). Tolv insatser för att stärka STEM (Svenskt näringsliv Rapport 28 februari). Svenskt näringsliv. Hämtad från: https://www.svensktnaringsliv.se/bilder_och_dokument/rapporter/9ba5y9_svenskt_naringsliv-inspel_stem_1_pdf_1207533.html/Svenskt_Naringsliv-inspel_STEM_1.pdf

Wickman, P-O. & Ligozat, F. (2010). Scientific Literacy as Action - Consequences for Content Progression. I C. Linder, L. Östman, D. A. Roberts, P. Wickman, G. Ericksen, A. MacKinnon (Red.), *Exploring the landscape of scientific literacy* (s. 145-159). New York & London: Taylor & Francis Group.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education (Salem, Mass.)*, 89(3), 357–377.

Zukswert, J.M., Barker, M.K., McDonnell, L. (2019). Identifying Troublesome Jargon in Biology: Discrepancies between Student Performance and Perceived Understanding. *CBE Life Sci Educ.* Mar;18(1)

Bilagor

Bilaga 1: Samtyckesblankett

Förfrågan om medverkan i vårt forsknings- och utvecklingsprojektet

Vi vill fråga dig om du vill delta i en studie om hur arbete med ADI-modellen påverkar förståelse och måluppfyllelse i biologiämnet. Nedan får du information om projektet och vad det innebär att delta.

Vad är det för projekt?

Vi är två biologilärare (Emma Larsson och Ida Solum) som har fått tid till att bedriva ett forsknings och utvecklingsprojekt under läsåret 2024-2025. Vår förhoppning är att projektet, som innebär att testa ADI-modellen, ska leda till både ett ökat engagemang hos elever och en djupare förståelse för naturvetenskapliga sammanhang.

Inom ramen för detta projekt avser vi att ta fram några undersökande frågor i biologiämnet som ni kommer få jobba med utifrån ADI-modellens olika steg. Det innebär att ni får reflektera över den kunskap ni eventuellt redan har i frågan och samtidigt fundera på vad ni behöver ta reda på. Fakta kommer inhämtas på olika sätt, det kan vara genom en föreläsning eller genom att ni själva får läsa in er för att kunna besvara frågeställningen. Ett viktigt moment i ADI-modellen är att ni ska få tillfälle att argumentera och kunna motivera ståndpunkter från inhämtade fakta. Detta moment genomförs i grupper under lärarens guidning. Därefter ska ni enskilt reflektera och formulera ett skriftligt svar och därmed visa förståelse för frågan som getts.

Vår plan är att vi under läsåret ska genomföra två till tre tillfällen då ni jobbar med problemlösning enligt ADI-modellen. Varje tillfälle innebär ett antal lektioner i följd.

Hur går studien till?

För att undersöka vilken effekt vår undervisning med ADI-modellen får på er förmåga att argumentera och resonera när ni ställs inför ett problem avser vi att ta ljudinspelningar av era gruppdiskussioner när ni motiverar era förklaringar till problemet. Från dessa diskussioner kommer vi leta efter hur ni använder olika former av inhämtad information och hur ni uttrycker detta i processen att formulera argument som stödjer era påståenden.

För att testa om ni når en fördjupad förståelse kommer vi att göra en analys av era provsvar kopplade till ämnesområden där vi har arbetat enligt ADI-modellen.

Analyserna kommer kompletteras med för- och efter-tester samt enkäter och eventuellt intervjuer där ni får beskriva hur ni upplever att er förståelse för biologiska sammanhang påverkas av arbete enligt ADI-modellen.

Tanken är att deltagande i studien inte kommer ta någon extra tid för er elever. Alla kommer delta i undervisningen som vanligt, även om ni väljer att inte delta i studien.

Vad händer med mina uppgifter?

Det är bara Emma, Ida och eventuellt vår handledare Anna Levin (lektor i biologi, Lundellska skolan) som kommer ta del av insamlat material. Resultaten kommer anonymiseras och presenteras i en rapport som kommer publiceras på pedagog Uppsala. Dessutom kan resultaten spridas vid presentationer för lärare i olika sammanhang. Inga data kommer kunna härledas till enskilda elever.

Deltagandet är frivilligt

Deltagande i projektet är frivilligt. Om du initialt tackar ja kan du när som helst avbryta din medverkan, utan att ange något skäl för detta. Under genomförandet kommer eventuella önskemål om att avbryta inspelningarna alltid att respekteras och detta kommer inte att påverka din undervisningssituation eller bedömningen av dina prestationer.

Ni får gärna höra av er till oss om ni har några frågor.

Med vänlig hälsning

Emma Larsson

Emma.larsson3@skola.uppsala.se

Ida Solum

Ida.Solum@skola.uppsala.se

Jag har läst och förstår innebörden av studien. Jag accepterar deltagande i studien:

Underskrift

Ort och datum

Namnförtydligande

Bilaga 2: Lektionsplanering med organiserande syften

Delstudie 1: Den komplexa frågan

I-cell disease är en genetisk sjukdom som leder till grav utvecklingsstörning och tidig död på grund av hjärtsvikt eller återkommande luftvägsinfektioner. Sjukdomen beror på en mutation i en gen som kodar för ett fosfotransferas (ett enzym som är verksamt i golgiapparaten).

Enzymet överför en fosfatgrupp till sockergrupper som finns på speciella proteiner. Detta leder till att proteinerna som "markerats" med socker och fosfat transporteras till lysosomen där de behövs för att bryta ner kolhydrater och fetter.

Beskriv hur en mutation i en gen som kodar för ett enzym verksamt i golgiapparaten kan få allvarliga konsekvenser för lysosomernas funktion. Förklara genom att så utförligt du kan beskriva ett proteins väg genom cellen till lysosomen.

Delstudie 1: Lektionsplanering med organiserande syften

Övergripande syfte med lektionsserien cellen

Det övergripande syftet med lektionsserien är att eleverna ska få kunskap om organellernas funktioner i cellen och få en förståelse för hur de olika organellernas samverkar. Med frågans formulering är syftet att eleverna inte bara ska lära sig organellernas funktioner utantill, utan även få en förståelse för en viktig process i cellen där flera organeller samverkar. Genom att frågan ställs utifrån en sjukdom och ett förlopp där organellerna inte fungerar som de ska måste eleverna för att besvara frågan få en förståelse för hur en organell påverkar en annan och vilka konsekvenser det får för cellen när det inte fungerar som i en frisk cell.

Lektionsmoment och närliggande syften

Innan lektion 1 hölls en grundläggande introduktion om cellbiologi och livets molekyler,

Lektion 1

Närliggande syfte	Lektionsinnehåll	Tidsåtgång
Datainsamling för studien.	Förtest cellens organeller	10 minuter
Få kännedom om den komplexa frågan och planering för kommande lektioner	Presentation av frågeställning och arbetssätt med en power point-presentation	10 minuter
Få kunskap om de olika organellernas funktion i en eukaryot cell Börja koppla ihop hur de olika organellerna samverkar. Börja få en förståelse för vad som händer i cellen vid I-cell disease.	Arbete individuellt och i mindre grupper på 4-5 elever. Läs om de olika organellernas funktion. Anteckna fakta i skrivböcker. Gruppdiskussioner. Summera vad gruppen gemensamt kommit fram till samt fundera på vilken fakta som saknas för att kunna besvara frågan fullständigt.	50 minuter

Lektion 2

Närliggande syfte	Lektionsinnehåll	Tidsåtgång
Få större kunskap om endomembranssystemet i en	Power point-presentation av läraren i helklass	70 minuter

eukaryot cell. (Fakta som hjälper till att besvara frågan.		
--	--	--

Lektion 3

Närliggande syfte	Lektionsinnehåll	Tidsåtgång
Återgå till den komplexa frågan och kunna koppla ihop den fakta som eleverna samlade in vid lektion 1 med fakta från lärarens föreläsning (lektion 2).	I samma grupper som vid lektion 1, repetera fakta om cellens organeller, funktion och samverkan. Utgå från den komplexa frågan. Anteckna i skrivboken enligt en färdig mall, figur 4. (Fakta/Bevis och Resonemang /motivering)	20 minuter
Kunna jämföra och diskutera fakta som kan besvara den komplexa frågan. Kunna motivera ett svar på frågan genom att förklara fakta om cellens organeller och vad som händer vid I-cell-disease. Kunna besvara frågeställningen med ett kort svar.	Diskussioner i tvärgrupper (nya grupper). Med hjälp av anteckningarna i skrivboken, diskutera och jämför svar med varandra. Ge ett kort sammanfattande svar på frågan som skrivs i skrivboken.	20 minuter
På egen hand kunna formulera ett skriftligt svar på den komplexa frågan. Testa sina egna kunskaper och förståelse individuellt.	Skriva ett individuellt svar i (Dugga). Skrivboken får användas som stöd.	70 minuter

Lektion 4

Närliggande syfte	Lektionsinnehåll	Tidsåtgång
Genom att läsa andras texter och ge återkoppling i grupp, öka sin egen förståelse för faktainnehållet samt få insikt i hur det egna svaret kan förbättras. Öva på att ge konstruktiv återkoppling.	Ge återkoppling (i de ursprungliga grupperna) av anonymiserade skriftliga svar. Varje grupp fick ca 4 svar att läsa genom och ge återkoppling på med hjälp av en feedback-mall.	80 minuter

Lektion 5

Närliggande syfte	Lektionsinnehåll	Tidsåtgång
Förbättra det individuella svaret med hjälp av återkoppling från klasskompisar (och läraren).	Läsa genom det skriftliga svaret i Dugga och med hjälp av återkopplingen förbättra och förtydliga svaret. Svaret lämnas in på nytt till läraren.	20 minuter

Lektion 5 innehöll även förberedelser för en laboration om cellmembranets permeabilitet, som genomfördes på efterföljande lektion. Denna laboration är en del av lektionsblocket om cellbiologi men räknas inte med i denna planering utifrån ADI-modellen.

Lektion 6

Närliggande syfte	Lektionsinnehåll	Tidsåtgång
Datainsamling för studien.	Eftertest cellens organeller	10 minuter

Lektion 7

Närliggande syfte	Lektionsinnehåll	Tidsåtgång
Datainsamling för studien	Enkät om elevernas upplevelser av arbetet	10 minuter
Examination	Prov	150 minuter

Delstudie 2: Den komplexa frågan

Ana är 75 år och kom till Sverige från ett land i Östra Europa för 30 år sedan. En dag råkar hon skära sig i ett finger i samband med trädgårdsarbete. Hon söker inte hjälp direkt men efter en vecka är såret fortfarande rött, svullet och gör ont. Hon upplever också stelhet i käken och har svårt att tugga, samt känner allmänt trött och lättirriterad.

Hos läkaren konstateras att såret är djupt och skapat av ett smutsigt föremål i jordmiljö, vilket ökar risken för att *Clostridium tetani*-bakterier kan ha kommit in. Ana har utvecklat stelhet i käken, vilket kan vara ett tidigt tecken på stelkramp. Ana tror inte att hon har tagit några vaccinationssprutor mot stelkramp tidigare.

Eftersom Ana utvecklat symtom som kan vara stelkramp blir läkaren mycket orolig. Hon får därför en stelkrampsvaccination hos läkaren och såret rengörs noggrant. Stelkramp är allvarligt och hon måste läggas in på sjukhuset för övervakning och behandling. På sjukhuset får Ana både immunoglobuliner och antibiotika för sårinfektionen.

Frågor:

1. Såret blir rött, svullet, gör ont och känns varmt. Beskriv kroppens reaktion vid en inflammation.
2. Förklara utförligt hur immunitet förvärfas med hjälp av vaccin. Vad händer i kroppen vid en vaccination, vilka blodkroppar är involverade och hur blir man immun?
3. Vad är immunoglobuliner och varför ges dem vid misstanke om stelkramp?
4. Jämför och beskriv hur immunförsvaret skulle reagera om Ana istället fick en virusinfektion.

Delstudie 2: Lektionsplanering med organiserande syften*Övergripande syfte med lektionsserien immunsystemet*

Det övergripande syftet med lektionsserien är att skaffa sig relevanta kunskaper om kroppens immunsystem, genom att få kunskaper om immunförsvarets tre olika nivåer. De ska få kunskaper om, och förstå, hur kroppen reagerar vid en infektion, vad inflammation innebär samt kunna återge skillnaden mellan hur kroppen agerar vid en bakterie- respektive virusinfektion. Utöver detta ska de även få en förståelse för hur immunitet skapas och hur vaccinationer fungerar. Frågan är formulerad utifrån ett realistiskt sjukdomsfall för att skapa intresse och frågorna är ställda för att ringa in de kunskapsmål som är beskrivna som övergripande syfte.

Lektion 1

Närliggande syfte	Lektionsinnehåll	Tidsåtgång
Datainsamling för studien.	Förtest cellens organeller	10 minuter
Få kännedom om den komplexa frågan och planering för kommande lektioner. Få en översikt och känna till immunförsvarets tre nivåer. Förstå hur vi kommer i kontakt med smittämnen Känna till barnvaccinationsprogrammet i Sverige	Genomgång i form av powerpoint-presentation av läraren	60 minuter

Lektion 2

Närliggande syfte	Lektionsinnehåll	Tidsåtgång
Få kunskap om vad som händer när ett smittämne kommer in i kroppen: - Infektions- och inflammationsprocessen Få kunskap om den första och andra nivån – ospecifika försvaret Kunna resonera om vad som händer när ett smittämne kommer in i kroppen.	Uppgiften är att kunna besvara delfråga 1 utifrån en uppgift. Eleverna ska förklara alla delar som finns i en bild som visar inflammationsprocessen och skapa ett flödesschema som förklarar: Vad händer när ett smittämne kommer in i kroppen? Arbete individuellt och i mindre grupper på 4-5 elever. Läs om inflammationsprocessen i olika böcker. Anteckna fakta i skrivböcker eller i datorn. Gruppdiskussioner. Summera vad gruppen gemensamt kommit fram för att kunna besvara delfråga 1.	65 minuter
Datainsamling för studien	Enkät om elevernas upplevelser av arbetet fråga 1-3	10 minuter

Lektion 3

Närliggande syfte	Lektionsinnehåll	Tidsåtgång
Repetition och sammanfattning av föregående lektion	I helklass sammanfatta inflammationsprocessen och ta upp eventuella frågor.	25 minuter
Få kunskaper som den tredje försvarsnivån i immunsystemet, det specifika försvaret, fokus på B-celler och antikroppar. Förstå hur immunförsvaret skiljer på kroppseget och främmande Förstå det specifika försvaret agerar vid bakterie- och virusinfektioner – och skillnaderna mellan dessa	Genomgång i form av powerpoint-presentation av läraren	45 minuter

reaktioner. Kunskaper om hur immunitet fungerar med minnesceller		
--	--	--

Lektion 4

Närliggande syfte	Lektionsinnehåll	Tidsåtgång
Upprepa den komplexa frågan, delfrågor 2-4. Fortsättning av föreläsningen från lektion 3, fokus T-celler (samma närliggande syfte)	Genomgång i form av powerpoint-presentation av läraren	50 minuter
Få kunskap om olika former av vacciner och hur immunitet bildas.	En övning som vacciner som eleverna genomförde med hjälp av frågor som besvaras med texter och bilder på hemsidan HHMI.	30 minuter

Lektion 5

Närliggande syfte	Lektionsinnehåll	Tidsåtgång
Återgå till de komplexa frågorna och kunna koppla ihop den fakta som eleverna har samlat in på egen hand med fakta från lärarens föreläsningar.	I samma grupper som vid lektion 2, repetera fakta om immunsystemet Utgå från de komplexa frågorna, delfrågor 2-4. Anteckna i skrivboken eller i datorn	35 minuter
Kunna jämföra och diskutera fakta som kan besvara de komplexa frågorna. Kunna motivera svar på frågorna genom att förklara fakta om immunsystemet.	Diskussioner i tvärgrupper (nya grupper). Med hjälp av anteckningarna, diskutera och jämför svar med varandra.	15 minuter
Datainsamling för studien	Enkät om elevernas upplevelser av arbetet, fråga 4-8	10 minuter

Lektion 6

Närliggande syfte	Lektionsinnehåll	Tidsåtgång
På egen hand kunna formulera ett skriftligt svar på de komplexa frågorna. Testa sina egna kunskaper och förståelse individuellt.	Skriva ett individuellt svar i (Dugga). Skrivboken får ej användas, uppgiften är examinerande.	70 minuter

Lektion 7

Närliggande syfte	Lektionsinnehåll	Tidsåtgång
Genom att läsa andras texter och ge återkoppling i grupp, öka sin egen förståelse för faktainnehållet samt	Ge återkoppling (i de ursprungliga grupperna) av anonymiserade skriftliga svar. Varje grupp fick ca	65 minuter

få insikt i hur det egna svaret kan förbättras. Öva på att ge konstruktiv återkoppling.	4 svar att läsa genom och ge återkoppling på med hjälp av en feedback-mall.	
--	---	--

Lektion 8

Närliggande syfte	Lektionsinnehåll	Tidsåtgång
Förbättra det individuella svaret med hjälp av återkoppling från klasskompisar (och läraren).	Läsa genom det skriftliga svaret i Dugga och med hjälp av återkopplingen förbättra och förtydliga svaret. Svaret lämnas in på nytt till läraren.	50 minuter
Datainsamling för studien.	Eftertest cellens immunsystemet	10 minuter
Datainsamling för studien.	Enkät om elevernas upplevelser av arbetet, fråga 4-8	10 minuter

Bilaga 3: Kompletterande lektionsmaterial

I denna bilaga finns de uppgifter och övningar som eleverna fick jobba med i grupper, utöver de komplexa frågorna. Om powerpoint- presentationer önskas som ingick i undervisningen går det bra att skicka ett mail till författarna så delar vi gärna med oss av dessa.

Delstudie 1, lektion 1: Cellens organeller

Er uppgift är att ta reda på vad cellens delar har för olika funktioner. Anteckna hela tiden i ditt block som du kommer lämna in i slutet av lektionen.

Ta hjälp av läroboken Iris Biologi 2 (Gleerups, författare Anders Henriksson och Charlotte Bosson), s 12-13, 58-63

Biologi 2 Campus (Sanoma utbildning, Lena Arvanitis m. fl.), inscannade sidor s 43-48, samt följande länkar:

<https://learn.genetics.utah.edu/content/cells/insideacell/>
<https://learn.genetics.utah.edu/content/cells/insideacell20/>
<https://www.proteinatlas.org/humanproteome/subcellular>

För med pilen över bilden på cellen. Titta under bilden och klicka på namnen på de olika delarna av cellen ovan. Läs första stycket av texten om delarna för att få en förståelse av funktionen av organellen/celldelen. Du kan också skrolla ner på sidan och hitta stycket ”Function of...” och läsa mer detaljerad information om de olika organellerna.

Skriv vad följande delar har för funktion i cellen:

1. Cellkärnan (nucleoplasm)
2. Cellkärnans membran (nuclear membrane)
3. ER (endoplasmatic reticulum) (med ribosomer)
4. Ribosomer
5. Cytosolen (=cellplasma=cytoplasma)
6. Plasmamembranet
7. Golgiapparaten
8. Lysosomer
9. Cellskelett (cytoskeleton):
10. Mikrotubuli
11. Intermediära filament
12. Aktinfilament

Delstudie 2, lektion 2: Inflammation

Såret blir rött, svullet, gör ont och känns varmt. Beskriv kroppens reaktion vid en inflammation. **Förklara alla delar som finns med i figur 1 och hur de hänger ihop.** Skapa ett flödesschema som förklarar: **Vad händer när ett smittämne kommer in i kroppen?**

Utöver texten i boken finns tre olika texter i Teams som ni ska läsa för att besvara frågan. Dela upp texterna så att **ni läser varsin text**, skriv korta anteckningar. I slutet av lektionen ska ni gemensamt förklara bilden och alla dess delar. Det är viktigt att ni alla antecknar noga

i skrivboken och kan utifrån bilden förklara vad som händer när ett smittämne kommer in i kroppen. (Om ni är fler än fyra i gruppen kan två läsa texten *Människans fysiologi*)

Läs:

Läroboken Iris Biologi 2 (Gleerups, författare Anders Henriksson och Charlotte Bosson), s 174 (Andra försvarsnivån)-178

Anatomi och fysiologi (Studentlitteratur, författare Gunnar Nicolysen och Per Holck) s 230 (Immunförsvarets första reaktion...-234 (Den specifika immun...)

Biologi 2 Campus (Sanoma utbildning, Lena Arvanitis m. fl.) s 260-262, 266 (från inflammatoriskt svar)-268

Människans fysiologi (Liber, författare Olav Sand m. fl.) 362-366 (första stycket)

Figuren som användes i uppgiften kan inte delas av upphovsrättsliga skäl, men finns på länk:

https://media.hhmi.org/biointeractive/click/immune-system/?_gl=1*159m3cr*_ga*MjY0MjMwNDI1LjE3MDc0MDE1OTE.*_ga_H0E1KHGJBH*MTc0MDM4NzkwOC4yLjEuMTc0MDM4ODAxMC4wLjAuMA..#/immune-response/timeline/4-hours

Delstudie 2, lektion 4: Uppgift om vaccin

Lektionen bestod av fortsättning av föreläsning om B- och T-celler samt övningsuppgift om vaccin.

[Timeline - Repeated Infections | HHMI Biointeractive: The Immune System](#)

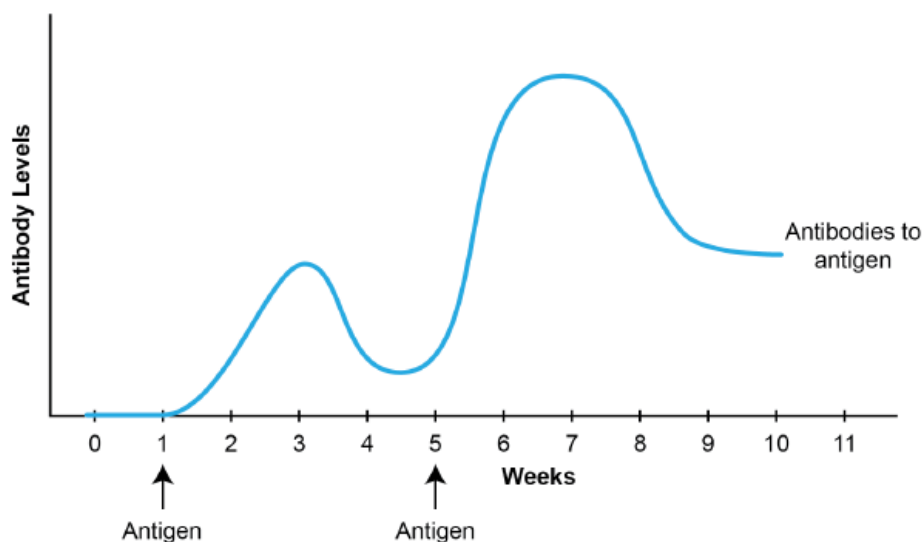
Läs alla sidor under delen **"Repeated infections"**.

Om du inte kommer in på rätt sida: I det över svarta fältet, välj **"Immune response"** och sedan **"timeline"**. I den vänstra kolumnen välj **"Repeated infections"**.

Läs texten på sidorna och klicka dig framåt med pilen till höger. Behöver du gå tillbaka finns en pil på vänster sida. De orden som är blåmarkerade kan du klicka på för att få en förklaring till dess funktion. Svara på frågorna på sidan 2 "Secondary immune response" och s 3 "Summary". Läs nästa sida som handlar om vacciner och svara på frågorna längst ner.

Svara på frågorna nedan med hjälp av det du har läst:

1. Figuren nedan visar antikropps-nivåerna hos en individ som injicerats med ett specifikt antigen. Personen fick denna injektion två gånger: en gång under vecka 1 och igen under vecka 5.



Figur 4. Antikropps nivåer över tid hos en individ som injicerats två gånger med ett specifikt antigen.

- Vilka celler producerar antikroppar?
- Mellan den första och andra antigeninjektionen, när är antikropps nivåerna som högst?
- Beskriv två skillnader mellan antikropps nivåerna efter den första och andra injektionen.
- Hur kan förklara de skillnader du beskrev?

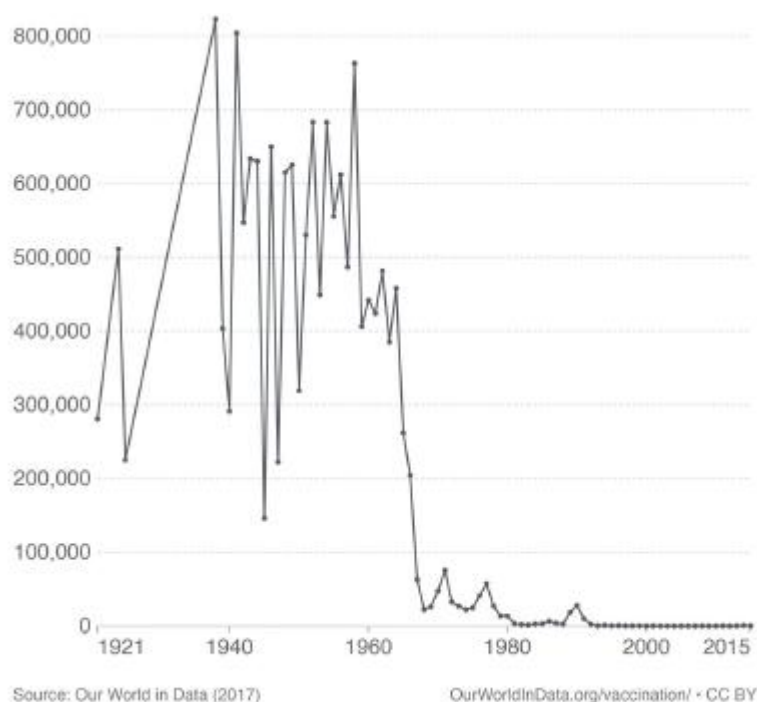
2. Tabellen nedan listar de fyra huvudtyperna av vacciner.

- Fyll i tabellen med en kort beskrivning av vad vaccinet består av

Typ av vaccin	Beskrivning
Live-attenuated (Levande försvagade vaccin)	
Inactivated (Inaktiverade patogenvacciner)	
Subunit/recombinant (Rekombinant DNA-teknik)	
Toxoid (Inaktiverad toxin)	

- Förklara varför vacciner inte orsakar sjukdom.

3. Grafen nedan visar hur många fall av mässling som rapporterades i USA från 1921 till 2015. Mässling är en infektionssjukdom som orsakas av ett virus.



Figur 5. Antalet rapporterade mässlingfall i USA från 1921-2015.

4. Ett vaccin mot mässlingen har varit tillgängligt i USA sedan 1963. Vad hände med antalet rapporterade mässlingfall runt den tidpunkten?

Följande kunde läsas i DN 28/2-2025:

”För första gången på tio år har en person, ett ovaccinerat barn i skolåldern, dött av mässling i USA. Landets hälsominister, vaccinkritikern Robert F Kennedy Jr, tonar dock ner faran med smittan.”

5. Hur tror du att uttalanden som detta kommer påverka antalet mässlingfall framöver? Motivera ditt svar.

Bilaga 4: Mallar för feedback av individuella texter

Delstudie 1

Börja med att skriva en sak som är bra med svaret:

Har eleven svarat utförligt på frågan och tagit hänsyn till alla aspekter?

Kommentar:

Följer svaret en logisk struktur och är förklaringarna lätta att förstå?

Kommentar:

Använder eleven relevanta begrepp och är dessa korrekt definierade?

Kommentar:

Innehåller svaret alla relevanta organeller och är deras funktioner korrekt beskrivna?

Kommentar:

- Är det något som saknas?

Kommentar:

- Är det något som behöver utvecklas?

Kommentar:

- Är det tydligt hur de olika organellerna samverkar?

Kommentar:

Innehåller svaret fakta och biologiska begrepp som **inte** är relevanta?

Kommentar:

Visar svaret att eleven har förstått fenomenet som det frågas om i uppgiften?

Kommentar:

Slutligen, ge ett gott råd som skulle kunna förbättra svaret ytterligare.

Delstudie 2

1. Såret blir rött, svullet, gör ont och känns varmt. Beskriv kroppens reaktion vid en inflammation.

Börja med att skriva en sak som är bra med svaret:

Innehåller svaret alla relevanta delar vid en inflammationsreaktion (celler, signalämnen och funktioner)?

Är det något som saknas? Specificera vad.

Är det något som behöver utvecklas? Specificera vad.

Är det tydligt hur de olika delarna samverkar? Om inte förklara vad som behöver utvecklas.

2. Förklara utförligt hur immunitet förvärfvas med hjälp av vaccin. Vad händer i kroppen vid en vaccination, vilka blodkroppar är involverade och hur blir man immun?

Börja med att skriva en sak som är bra med svaret:

Innehåller svaret alla relevanta delar som beskriver immunitetsprocessen (celler, signalämnen och funktioner)?

Är det något som saknas? Specificera vad.

Är det något som behöver utvecklas? Specificera vad.

Är det tydligt hur de olika delarna samverkar? Om inte förklara vad som behöver utvecklas.

Är det tydligt beskrivet hur man blir immun? Om inte, vad saknas.

3. Vad är immunoglobuliner och varför ges dem vid misstanke om stelkramp?

Är svaret på frågan tydligt? Om inte förklara vad som behöver utvecklas.

4. Jämför och beskriv hur immunförsvaret skulle reagera om Ana istället fick en virusinfektion.

Är det något som saknas? Specificera vad.

Är det något som behöver utvecklas? Specificera vad.

Är det tydligt hur de olika delarna samverkar? Om inte förklara vad som behöver utvecklas.

Är det tydligt beskrivet vad som händer vid en virusinfektion och hur det skiljer sig mot en vaccination? Om inte, vad saknas.

Följer svaren en logisk struktur och är förklaringarna lätta att förstå?

Visar svaren att eleven har förstått fenomenen som det frågas om i uppgiften? Om inte, förklara varför.

Slutligen, ge ett gott råd som skulle kunna förbättra svaret ytterligare.

Bilaga 5: För- och eftertest

Delstudie 1

1. Vad har lysosomen för funktion? Beskriv kortfattat. (2p)
2. Vad har ER för funktion? Beskriv kortfattat. (2p)
3. Vad har Golgiapparaten för funktion? Besvara kortfattat. (2p)
4. Hur hamnar ett protein i cellmembranet? Beskriv kortfattat. (3p)

Delstudie 2

1. Vilka är immunförsvarets tre försvarsnivåer? Ge ett exempel på varje nivå. (2p)
2. Vilka är de fyra tecknen på en inflammation? (2p)
3. Vilken funktion har MHC? (2p)
4. Ange två skillnader mellan B- och T-celler. (2p)
5. Vilken är den huvudsakliga skillnaden i immunförsvaret mellan en vaccinerad och en ovaccinerad person? (2p)

Bilaga 6: Provfrågor med bedömningsmall

Delstudie 1

Klassen som arbetat med ADI-modellen besvarade följande provfråga:

”Beskriv så utförligt du kan hur ett jonkanalprotein hamnar i cellmembranet. Utgå från att cellen har producerat mRNA och berätta därefter vilka celldelar som är inblandade och vad som sker i respektive del.”

Klassen som hade fått traditionell undervisning besvarade följande provfråga:

”Beskriv så utförligt du kan ett proteins väg genom cellen från produktion tills dess att det når en lysosom.”

Bedömningsmallen som följdes när elevernas svar skulle bedömas var följande:

A-nivå:

För att svaret ska bedömas på A-nivå ska eleven:

- **Kunna beskriva hela processen:** Alla delar måste vara med, inklusive ribosom, rER, transport via vesiklar, Golgi och lysosomer/cellmembranet.
- **Förklara funktionerna:** Varje del och funktion ska förklaras tydligt. För exempelvis rER ska det förklaras att det är där proteinet veckas och modifieras.
- **Transportens detaljer:** Eleven ska kunna förklara att transporten sker via vesiklar som rör sig med hjälp av mikrotubuli och motorproteiner.
- **Förståelse för modifiering i Golgi:** Eleverna ska förstå att proteiner får adresslappar i Golgi för vidare transport till lysosomer/cellmembranet.

C-nivå:

För att svaret ska bedömas på C-nivå:

- Kan **missa en del** eller **inte vara helt tydlig** i beskrivningen. Till exempel kan transportsteget eller detaljer om funktionerna vara något otydligare.
- **Förklara processen** men kanske inte ge en fullständig eller helt korrekt beskrivning av varje del.
- Kan **missa detaljer** om funktioner eller den fullständiga ordningen.

E-nivå:

För att svaret ska bedömas på E-nivå:

- **Visa förståelse** för processen övergripande, men behöver inte känna till alla delar eller deras funktioner.
- Kan **missa viktiga detaljer** eller inte ge en fullständig beskrivning av hela vägen, men ska ändå visa en grundläggande förståelse för att proteinet produceras, transporteras och når lysosomer/cellmembranet.

För att analysera hur väl eleverna kunde använda sina kunskaper för att lösa komplexa problem ställdes en följdfråga till eleverna som hade arbetat enligt ADI-modellen. Följdfrågan löd:

”Det finns flera olika typer av sjukdomar som beror på att cellen kan producera ett visst protein, men av olika anledningar blir proteinet trots detta inte fungerande eller transporteras inte till rätt plats. Utgå från ditt svar i a) och förklara var i den händelsekedja du beskrivit som fel kan ha uppstått. Du kan ange flera olika alternativ som kan ge olika konsekvenser för proteinet.”

Här ansågs eleven visa A-nivå om hen kunde beskriva och förklara minst två fel som skulle leda till att proteinet inte fungerade som det skulle eller inte hamnade på rätt plats. För C-nivå räckte det med att beskriva och förklara ett fel som skulle leda till att proteinet inte hamnade på rätt plats och för E-nivå räckte det med ett förslag på vad som kan ha gått fel utan att beskriva detta i mer detalj.

Delstudie 2

Klassen som arbetat ADI-modellen skulle besvara följande frågor:

1. *Såret blir rött, svullet, gör ont och känns varmt. Beskriv kroppens reaktion vid en inflammation.*
2. *Förklara utförligt hur immunitet förvärvas med hjälp av vaccin. Vad händer i kroppen vid en vaccination, vilka blodkroppar är involverade och hur blir man immun?*
3. *Vad är immunoglobuliner och varför ges dem vid misstanke om stelkramp?*
4. *Jämför och beskriv hur immunförsvaret skulle reagera om Ana istället fick en virusinfektion.*

Klassen som hade fått traditionell undervisning skulle besvara följande provfrågor:

1. *Calor, dolor, rubor, tumor är fyra tecken på inflammation. Tänk dig att du har fått nageltrång på stortån (nagelns kant skär in i huden) och huden runt nageln börjar svullna och gör ont.*

Förklara vad det är som händer i kroppen som gör att tån blir varm, röd, svullen och gör ont.
2. *HIV är ett virus som framförallt angriper kroppens T-hjälparceller. En HIV-infektion kan leda till AIDS som innebär att man blir mer mottaglig för andra virus, bakterier, svampinfektioner och olika typer av cancer.*

Förklara utförligt hur en HIV-infektion kan leda till både olika typer av bakteriella infektioner och cancer. Dvs. Hur arbetar immunförsvaret mot dessa sjukdomar och varför är man mer mottaglig om man har HIV?

Bedömningsmallen som följdes när elevernas svar skulle bedömas var följande:

1. Såret blir rött, svullet, gör ont och känns varmt. Beskriv kroppens reaktion vid en inflammation. (E/C)

E-nivå:

För att svaret ska bedömas på E-nivå:

- Blodkärlen vidgas – mer blod med vita blodkroppar till området för att bekämpa ev. infektion. Detta ska kopplas till symptomen.
- Två celler/signalämnen samt deras funktion

C-nivå:

För att svaret ska bedömas på C-nivå behövde eleven dessutom ha med minst nio av följande celler, signalämnen och funktioner:

- Mastceller och basofila granulocyter utsöndrar histamin
- Histamin leder till ökat blodflöde & ökad permeabilitet – förklarar symptomen
- Neutrofila granulocyter, makrofager & dendritiska celler attraheras till området med hjälp av kemotaxi
- Dessa fagocyterar patogener och skadad vävnad i området

2. Förklara utförligt hur immunitet förvärfvas med hjälp av vaccin. Vad händer i kroppen vid en vaccination, vilka blodkroppar är involverade och hur blir man immun? (E/C/A)

E-nivå:

För att svaret ska bedömas på E-nivå:

- Nämna B eller T-celler samt minnesceller

C- och A-nivå:

För att svaret ska bedömas på C- eller A-nivå ska eleven:

- Beskriva hur det specifika försvaret aktiveras av antigenpresenterande celler
- Förklara hur T-hjälparceller aktiverar B-celler
- Att B-celler bildar antikroppar
- Hur minnesceller bildas
- Minnescellernas funktion
- Kunna skilja mellan T-celler och B-cellers funktion och aktivitet
- Förklara vad vaccin är och ge exempel på två olika typer av vaccin

För C-nivå kan eleven missa någon av punkterna men för A-nivå ska alla punkter finnas med

3. Vad är immunoglobuliner och varför ges dem vid misstanke om stelkramp? (E/C)

E-nivå:

För att svaret ska bedömas på E-nivå:

- Ange att immunoglobuliner är antikroppar och att dessa kan angripa patogener på något sätt

C-nivå:

För att svaret ska bedömas på C-nivå:

- Eleven ska dessutom ta upp att immunoglobuliner ges om kroppen inte hinner producera egna antikroppar och ge minst ett exempel på hur antikroppar fungerar.

4. Jämför och beskriv hur immunförsvaret skulle reagera om Ana istället fick en virusinfektion. (E/C)

E-nivå:

För att svaret ska bedömas på E-nivå:

- Förklara att det är kroppens egna celler som är angripna, virus finns i cellerna
- Förklara att virusproteiner finns på ytan
- Beskriva T-mördarceller översiktligt

C-nivå:

För att svaret ska bedömas på C-nivå behöver eleven dessutom ta upp:

- NK-celler
- Interferoner
- MHC
- T-hjälparceller aktiveras av antigenpresenterande celler som fagocyterat virus
- Mer utförligt hur T-mördarceller fungerar

När svaren från eleverna som arbetat enligt ADI-modellen skulle jämföras med provsvaren från eleverna i kontrollgruppen gjordes en sammanvägd bedömning av vilken nivå eleverna visat på fråga 1 om inflammation och på fråga 2-4 om tredje försvarsnivån.

Bedömningsmallen för klassen som hade fått traditionell undervisning var likvärdig, men den andra frågan bedömdes som en sammanslagning av fråga 2-4 för klassen som hade undervisats enligt ADI-modellen.

Bilaga 7: Enkäter

Delstudie 1: Utvärdering av lektioner om cellen enligt ADI-modellen

Under några veckor har vi jobbat med cellbiologi utifrån en metod som kallas ADI-modellen. Vi vill veta hur du tycker att lektionerna har fungerat. Välj ett av alternativen på en skala 1-5 där 1 motsvarar ”håller inte alls med” och 5 motsvarar ”håller helt med”.

1 (håller inte alls med).... 2... 3... 4... 5 (håller helt med)

1. Vi började cellbiologiblocket med att ni fick en komplex fråga som ni i grupp skulle söka svar på. Ni skulle göra detta genom att leta fakta och anteckna i skrivboken. **Den komplexa frågan hjälpte mig att förstå vad jag behövde lära mig.**
2. **Jag lär mig bra av att söka svar på frågor och anteckna.**
3. Därefter skulle ni diskutera i gruppen ett möjligt svar på den komplexa frågan och vilken information ni saknade för att kunna ge ett fullständigt svar. **Jag lär mig bra av att diskutera med mina klasskompisar.**
4. **Genom att försöka besvara frågan i grupp blev det tydligare vad som saknades i min förståelse av den komplexa frågan.**
5. Lektionen efter hade Emma en föreläsning om endomembranssystemet. **Jag lär mig bra av att lyssna på föreläsningar.**
6. **Det blev lättare att hänga med på föreläsningen efter att ha jobbat med den komplexa frågan.**
7. På nästkommande lektion fick ni tillsammans i grupp diskutera och gemensamt anteckna de olika organellernas funktion samt resonera kring och motivera hur de olika organellerna är kopplade till varandra och varför de behövs. **Detta var ett viktigt moment för att jag skulle förstå och kunna besvara den komplexa frågan.**
8. Ni satt sedan i tvärgrupper och delade med er av informationen ni hade samlat och skulle gemensamt svara på frågan. **Detta var ett viktigt moment för att jag skulle förstå och kunna besvara den komplexa frågan.**
9. Därefter var det dags att individuellt skriva ett fullständigt svar på frågan. **Detta var ett viktigt moment för att förbereda mig inför kommande prov.**

- 10. Att behöva svara på frågan individuellt gjorde mig mer motiverad att lära mig och förstå svaret på den komplexa frågan.**
- 11. Lektionen efter fick ni läsa varandras svar och ge feedback på varandras texter. Att läsa andra elevers svar hjälpte mig att förstå hur ett bra svar kan formuleras.**
- 12. Slutligen fick ni tillbaka feedbacken från era klasskamrater och möjlighet att förbättra ert eget svar. Detta var ett viktigt moment för att jag skulle förstå och kunna besvara den komplexa frågan.**
- 13. Vid vilket av dessa moment (1-8) anser du att du förstod och kunde besvara frågan på bästa sätt?**
 1. Genom att **söka svar** på den komplexa frågan.
 2. Genom att **i grupp ge möjligt svar** på den komplexa frågan.
 3. Genom **en föreläsning** om endomembranssystemet.
 4. Genom att **i grupp besvara frågor** om organellernas funktion och hur de hänger samman.
 5. Genom att **i tvärgrupp diskutera** och ge ett sammanfattade svar på frågan.
 6. Genom att **individuellt skriva ett svar** på den komplexa frågan (i Dugga).
 7. Genom att **ge feedback i grupp**.
 8. Genom att **få feedback från klasskamraterna och möjlighet att förbättra** ditt skriftliga svar.
- 14. Här får du gärna skriva fritt vad du tycker om det här sättet att arbeta på lektionerna!**

Delstudie 2: Utvärdering av lektioner om immunsystemet enligt ADI-modellen

Enkätstudien delades upp i tre tillfällen.

Första enkäten:

Välj ett av alternativen på en skala 1-5 där 1 motsvarar ”håller inte alls med” och 5 motsvarar ”håller helt med”.

1 (håller inte alls med).... 2... 3... 4... 5 (håller helt med)

- 1. Den komplexa frågan hjälper mig att förstå vad jag behöver lära mig.**
- 2. Jag lär mig bra av att söka svar på frågor.**
- 3. Jag lär mig bra av att diskutera med mina klasskompisar.**

Andra enkäten:

Under några veckor har vi jobbat med immunsystemet utifrån en metod som kallas ADI-modellen. Vi vill veta hur du tycker att lektionerna har fungerat. Välj ett av alternativen på en skala 1-5 där 1 motsvarar ”håller inte alls med” och 5 motsvarar ”håller helt med”.

1 (håller inte alls med).... 2... 3... 4... 5 (håller helt med)

1. Emma har haft två föreläsningar om immunsystemet: **Jag lär mig bra av att lyssna på föreläsningar.**
2. **Det blev lättare att förstå innehållet i föreläsningarna efter att ha jobbat med de komplexa frågorna.**
3. På dagens lektion fick ni tillsammans i grupp diskutera och gemensamt komma fram till utvecklade svar på frågorna om immunsystemet: **Detta var ett viktigt moment för att jag skulle förstå och kunna besvara de komplexa frågorna.**
4. Ni satt sedan i tvärgrupper och delade med er av informationen ni hade samlat och skulle gemensamt sammanfatta svar på frågorna: **Detta var ett viktigt moment för att jag skulle förstå och kunna besvara de komplexa frågorna.**
5. **Genom att försöka besvara frågorna i grupp blev det tydligare vad som saknas i min förståelse av de komplexa frågorna.**
6. Här får du gärna skriva fritt vad du tycker om det här sättet att arbeta på lektionerna!

Tredje enkäten:

Under några veckor har vi jobbat med immunförsvaret utifrån en metod som kallas ADI-modellen. De senaste veckorna har ni fått svara på fyra komplexa frågor individuellt. Vi vill veta hur du tycker att lektionerna har fungerat. Välj ett av alternativen på en skala 1-5 där 1 motsvarar "håller inte alls med" och 5 motsvarar "håller helt med".

1 (håller inte alls med)... 2... 3... 4... 5 (håller helt med)

1. Att behöva **svara på frågorna individuellt** gjorde mig mer motiverad att lära mig och att förstå svaren på de komplexa frågorna.
2. I tisdags fick **ni läsa varandras svar och ge feedback** på varandras texter: Att läsa andra elevers svar hjälpte mig att förstå hur ett bra svar kan formuleras.
3. Idag har ni fått **tillbaka feedbacken från era klasskamrater och har haft möjlighet att förbättra ert eget svar**: Detta var ett viktigt moment för att jag skulle förstå och kunna besvara den komplexa frågan.
4. Vid vilket av dessa moment (1-8) anser du att du förstod och kunde besvara frågan på bästa sätt?
 1. Genom att **läsa och söka svar** på den första komplexa frågan.
 2. Genom att **i grupp ge möjligt svar** på den första komplexa frågan.
 3. Genom **föreläsningar** om immunsystemet.
 4. Genom att **i grupp besvara samtliga frågor** om immunsystemet och immunitet.
 5. Genom att **i tvärgrupp diskutera** och jämföra svaren på frågorna.

6. Genom att **individuellt skriva ett svar** på de komplexa frågorna (i Dugga).
 7. Genom att **ge feedback i grupp**.
 8. Genom att **få feedback från klasskamraterna och möjlighet att förbättra** ditt skriftliga svar.
-
5. Här får du gärna skriva fritt vad du tycker om det här sättet att arbeta på lektionerna!

Bilaga 8: Reflektionsprotokoll från undervisande lärare

Reflektionsprotokoll efter genomförd undervisning inom projektet “ADI-modellen” 2024/2025

Delstudie 1, lektion 1

Presentation av frågeställning & inläsning i grupp

Hur fungerade?	Observation (beskriv)	Reflektion (bra, dåligt ändringsförslag/idéer)
Lektionens inledning (ex. skapas en tillräcklig kontextualisering, fungerar introduktion av uppgifter etc.)	En del grupper hade svårt att komma igång. En del grupper delade upp organellerna istället för texterna. Flera grupper tittade inte ens på frågan förrän i slutet av lektionen	Var tydligare med vad de ska göra. Berätta att de ska läsa olika texter och diskutera om dem för att komma fram till gemensamt svar
Innehållet något som var överflödigt, något som saknas, anpassning av nivå på innehållet	Några elever läste bara om cellkärnan, dess membran och ribosomer. Endel elever hade svårt att navigera i länkarna	För den specifika frågan var cellkärnan & dess membran överflödigt. Nivån var bra
Arbetsformerna/ aktiviteterna hur deltog eleverna, visade de engagemang? I så fall hur?	Majoriteten av eleverna läste och diskuterade. I vissa grupper började de diskutera på en gång, i vissa grupper började de med att läsa.	
Balans mellan lärar- elevdeltagande	Läraren introducerade uppgiften och gick sedan runt och hjälpte grupperna	Var bra för lärarens möjligheter att hjälpa att alla grupper satt i klassrummet. Detta var mindre bra för ljudvolym och inspelningar.
Logiskt flöde/finns progression i lektionen/lektionssekvensen	Fanns en logisk tanke, men vissa grupper hade som sagt svårt för hur de skulle angripa uppgiften	Var tydligare med vad eleverna ska läsa och göra till nästa tillfälle
Lektionens avslutning återkoppling till lektionens innehåll? framåtsyftande till nästa lektion?	Eleverna fick avsluta med att diskutera hur de kunde svara, om det var något som saknades och om de hade några frågor	Blev bra, men lite rörigt. Vissa grupper var inte klara och vissa kände att de var helt klara. Detta moment kunde ha fått lite mer tid.
Övrigt		

Delstudie 1, lektion 2

Föreläsning om endomembranssystemet

Hur fungerade?	Observation (beskriv)	Reflektion (bra, dåligt ändringsförslag/idéer)
Lektionens inledning (ex. skapas en tillräcklig kontextualisering, fungerar introduktion av uppgifter etc.)	Lektionen inleddes med en snabbkoll av vad eleverna minns om cellmembranet	Bra och motiverande inledning
Innehållet något som var överflödigt, något som saknas, anpassning av nivå på innehållet	Mycket innehåll, men eleverna antecknade och visade engagemang. Hann inte med reflektion på slutet	Hade kanske kunnat plocka bort delarna om endocytos, eller kortat ner detta för att hinna med reflektion på slutet.
Arbetsformerna/ aktiviteterna hur deltog eleverna, visade de engagemang? I så fall hur?	Upplevde att majoriteten av eleverna var engagerade	Bra att de hade arbetet med den komplexa frågan innan. De var då mer motiverade att lyssna på informationen i föreläsningen
Balans mellan lärar- elevdeltagande	Mycket föreläsning av läraren, ett par avbrott för elevdiskussioner	Eftersom de redan bearbetat informationen på lektionen innan var det ok att de inte fick så mycket tid att diskutera på denna lektion. Hade dock varit bra med tid för reflektion på slutet
Logiskt flöde/finns progression i lektionen/lektionssekvensen	Ja	
Lektionens avslutning återkoppling till lektionens innehåll? framåtsyftande till nästa lektion?	Blev hastigt avslut pga tidsbrist. Läraren blev stressad	Fundera på om det går att plocka bort något, eleverna har ju läst informationen själva på lektionen innan.
Övrigt		

Delstudie 1, lektion 3

Diskussioner i grupper 20 min, tvärgrupper 20 min, sedan skriva individuella svar 70 min

Hur fungerade?	Observation (beskriv)	Reflektion (bra, dåligt ändringsförslag/idéer)
Lektionens inledning (ex. skapas en tillräcklig kontextualisering, fungerar introduktion av uppgifter etc.)	Eleverna blev indelade i grupper och informerade om vilka fakta och vilket resonemang de skulle skriva ner i sina anteckningsböcker. De fick 20 minuter på sig. Många tyckte att det var ont om tid. Två personer fick ångest för att de inte kunde någonting.	Försök avdramatisera till nästa gång. Ge eleverna mer tid till att diskutera och reflektera i grupp så de känner sig trygga med sina svar.
Innehållet något som var överflödigt, något som saknas, anpassning av nivå på innehållet	Efter gruppdiskussionerna delades eleverna in i tvärgrupper, detta upplevdes kanske av vissa som lite överflödigt	Kanske bra att ha tydligare skillnad mellan gruppdiskussioner och tvärgruppsdiskussioner.
Arbetsformerna/ aktiviteterna hur deltog eleverna, visade de engagemang? I så fall hur?	Gruppdiskussioner – bra engagemang. Tvärruppsdiskussioner – många tyckte att de var klara. Individuell skrivuppgift. Några tyckte inte att de behövde anstränga sig eftersom det inte skulle bedömas. Flera som inte fick dugga att fungera.	Fundera på formatet av tvärgruppsdiskussioner. Ev göra skrivuppgiften examinerande så att eleverna tar den på allvar. Se till att dugga fungerar i förväg.
Balans mellan lärar- elevdeltagande	I princip bara elevarbete	
Logiskt flöde/finns progression i lektionen/lektionssekvensen	Ja	
Lektionens avslutning återkoppling till lektionens innehåll? framåtsyftande till nästa lektion?	Eleverna fick gå när de kände sig klara med skrivuppgiften	
Övrigt		

Delstudie 1, lektion 4

Peer review.

Hur fungerade?	Observation (beskriv)	Reflektion (bra, dåligt ändringsförslag/idéer)
Lektionens inledning (ex. skapas en tillräcklig kontextualisering, fungerar introduktion av uppgifter etc.)	Eleverna fick 4-5 texter/grupp samt en feedbackmall/text	Fungerade bra, de förstod vad de skulle göra
Innehållet något som var överflödigt, något som saknas, anpassning av nivå på innehållet	Tog längre tid än planerat. De behövde hela lektionen. Flera grupper missade att det fanns en baksida på feedbackpappret.	Gå igenom feedbackpappret. Dela upp texterna bättre så att det blir en jämn fördelning av långa och korta texter.
Arbetsformerna/aktiviteterna hur deltog eleverna, visade de engagemang? I så fall hur?	Eleverna arbetade på bra. De blev trötta efter att ha läst två svar. Flera elever sa att de lärde sig av att läsa och diskutera elevsvar med andra. De kom på vad de själva har missat.	
Balans mellan lärar-elevdeltagande	I stort sett bara elevarbete	
Logiskt flöde/finns progression i lektionen/lektionssekvensen	Ja	
Lektionens avslutning återkoppling till lektionens innehåll? framåtsyftande till nästa lektion?	Blev inte så mycket avslutning eftersom eleverna behövde hela tiden.	
Övrigt	En del elever la inte så mycket energi på att ge feedback och en del elevgrupper var dåliga på att ge feedback, trots ett tydligt protokoll.	Kan behöva arbeta mer med hur man ger feedback. Läraren behöver också kolla igenom all feedback så att den är korrekt och rättvis.

Delstudie 1, lektion 5

Tid att förbättra sin text efter feedback.

Hur fungerade?	Observation (beskriv)	Reflektion (bra, dåligt ändringsförslag/idéer)
Lektionens inledning (ex. skapas en tillräcklig kontextualisering, fungerar introduktion av uppgifter etc.)	Eleverna fick tillbaka sin individuella feedback och fick 20 minuter till att förbättra sin text.	Det var flera som hade problem att komma in i dugga, det tog tid, vilket gjorde att de inte hann skriva så mycket.
Innehållet något som var överflödigt, något som saknas, anpassning av nivå på innehållet		
Arbetsformerna/ aktiviteterna hur deltog eleverna, visade de engagemang? I så fall hur?	Eleverna läste sin feedback, men redigerade kanske inte så mycket. Några såg inte vitsen med att förbättra eftersom det inte skulle bli bedömt.	Det var kanske lite ont om tid till att förbättra rapporten. Kan kanske vara bra att bedöma elevernas svar så att de blir mer motiverade att prestera?
Balans mellan lärar- elevdeltagande		
Logiskt flöde/finns progression i lektionen/lektionssekvensen		
Lektionens avslutning återkoppling till lektionens innehåll? framåtsyftande till nästa lektion?		
Övrigt		

Totalreflektion

Det har varit ovant att släppa så mycket ansvar till eleverna, men jag upplever att de har jobbat på bra och att de har lärt sig mycket. Det märktes inte minst på elevernas provresultat. Momentet har dock känts lite genomhastat och stressigt. Många elever har känt att det har varit ont om tid samtidigt som några elever inte har använt tiden de har fått. Viktigt att den komplexa frågan är så heltäckande att allt material hinns med, nu kändes det som att vissa delar av cellbiologin hastades igenom för att det var ont om tid. Det kan kanske också vara bra att revideringen av de individuella texterna bedöms för att eleverna ska känna sig motiverade att skriva ordentligt. Det kan också vara bra om eleverna får feedbacken och lite tid till att läsa på om det som saknades i deras texter. Bra med skrivböckerna. Var tydlig med detta i början. De får ha med sig skrivböckerna och använda dem när de förbättrar sina texter. Alltså är det bra att skriva ner så mycket som möjligt i böckerna. Presentera mallen för vad som ska stå redan från början.

Delstudie 2, lektion 1

Introduktion immunsystemet, fallet, info om stelkramp och allmänna vaccinationsprogrammet

Hur fungerade?	Observation (beskriv)	Reflektion (bra, dåligt ändringsförslag/idéer)
Lektionens inledning (ex. skapas en tillräcklig kontextualisering, fungerar introduktion av uppgifter etc.)	Eleverna fick fundera på varför vi behöver ett immunförsvar	Bra ingång
Innehållet något som var överflödigt, något som saknas, anpassning av nivå på innehållet	När fallet presenterades så presenterades också frågorna som eleverna skulle besvara, blev lite rörigt.	Vi ville ha med frågorna på en gång, men man hade kanske kunnat vänta till lektionen efter och bara introducerat fallet, stelkramp och vaccination i detta läge. Tanken var att lektionen skulle avslutas med att eleverna fick söka på nätet efter funktionen av olika blodkroppar, men detta hanns inte med. Tror att det kan vara bra att ha tid för detta när man inte har ett förtest.
Arbetsformerna/ aktiviteterna hur deltog eleverna, visade de engagemang? I så fall hur?		
Balans mellan lärar- elevdeltagande		
Logiskt flöde/finns progression i lektionen/lektionssekvensen	Ja, men kanske för mycket information i början?	Ta en sak i taget, så att det inte blir för omvälvande för eleverna.
Lektionens avslutning återkoppling till lektionens innehåll? framåtsyftande till nästa lektion?	Hade varit bra att ha hunnit med funktionen av olika celler.	
Övrigt		

Delstudie 2, lektion 2

Svara på första frågan i grupp

Hur fungerade?	Observation (beskriv)	Reflektion (bra, dåligt ändringsförslag/idéer)
Lektionens inledning (ex. skapas en tillräcklig kontextualisering, fungerar introduktion av uppgifter etc.)	Eleverna fick uppgiftsbeskrivning digitalt och på papper, fick information om vilka texter de skulle läsa och att de i grupp skulle svara på den första frågan	Bra ingång
Innehållet något som var överflödigt, något som saknas, anpassning av nivå på innehållet	Många elever tyckte att det var överväldigande att dyka in i immunförsvaret på en gång. Det tog tid för dem att läsa	Många elever, framför allt de med hög ambitionsnivå tyckte att det var svårt att läsa sig till svaret i grupp. De visste inte hur de skulle börja eftersom de inte hade fått föreläsning om det. Jag upplevde att de kände sig osäkra på sin egen förmåga att läsa sig till ett svar. Detta tyder på att vi behöver öva mer på att arbeta på detta sätt.
Arbetsformerna/ aktiviteterna hur deltog eleverna, visade de engagemang? I så fall hur?	De flesta läste och försökte diskutera, men en del gav upp för de tyckte att det var för svårt. En del andra tyckte inte att de behövde läsa, utan de la bara in frågorna i chat gpt.	Behöver kanske vara ännu tydligare med vem som ska läsa vad. Kursboken är lättare än universitetsböckerna. Tycker inte att frågorna behöver vara ännu tydligare, syftet är ju att de ska diskutera.
Balans mellan lärar- elevdeltagande	I princip bara elevarbete	
Logiskt flöde/finns progression i lektionen/lektionssekvensen	Någon grupp svarade på alla frågor. Denna grupp använde inte tiden effektivt, i övriga grupper var det kanske för lite tid?	Ta bara med den första frågan. Det får inte vara för lång tid heller, för då är de inte effektiva. Kan vara bra att ha en tydligare avslutning.
Lektionens avslutning återkoppling till lektionens innehåll? framåtsyftande till nästa lektion?	I slutet av lektionen skulle gruppen gemensamt förklara en bild, detta följdes inte riktigt upp	Ta upp bilden på tavlan, be varje grupp förklara en liten del
Övrigt	Eleverna hade kursprov i fysik veckan efter och ev. svårt för att ta in ny information.	Kanske ha lite mer intro innan eleverna skulle läsa själva. Behövs kanske inte om det finns tid till att läsa på om immuncellerna på lektionen innan.

Delstudie 2, lektion 3

Föreläsning, sammanfattning icke-specifika försvaret, del 1 specifika försvaret, B-celler & antikroppar

Hur fungerade?	Observation (beskriv)	Reflektion (bra, dåligt ändringsförslag/idéer)
Lektionens inledning (ex. skapas en tillräcklig kontextualisering, fungerar introduktion av uppgifter etc.)	Började med sammanfattning av 1a och 2a försvarsnivån. Visade en översiktsbild på celler & substanser viktiga vid inflammation	Hade kanske varit bra att låta eleverna få översiktsbilden utan text så att de själva kunde fylla i. Det fanns dock inte tid denna gång
Innehållet något som var överflödigt, något som saknas, anpassning av nivå på innehållet	Det blev en väldigt lång föreläsning, men allt kändes relevant	Hade egentligen behövt en lektion extra så att eleverna fick tid att reflektera
Arbetsformerna/ aktiviteterna hur deltog eleverna, visade de engagemang? I så fall hur?	Mestadels föreläsning med snabbkoll i mitten.	Blev som sagt en lång föreläsning. Hade varit bra med mer tid för reflektion.
Balans mellan lärar- elevdeltagande	Mestadels lärarledd föreläsning	
Logiskt flöde/finns progression i lektionen/lektionssekvensen	Ja, lite svårt att veta när man ska ta upp B-celler resp, T-celler, särskilt då T-hjälparceller aktiverar B-celler	Kanske börja med T-celler och på så sätt få en tydlig övergång från T-celler till B-celler via T-hjälparceller
Lektionens avslutning återkoppling till lektionens innehåll? framåtsyftande till nästa lektion?	Blev kort avslutning	Om man avslutar med T- hjälparceller kan man som sagt få till en bra koppling till nästa lektion
Övrigt	Kursprov fysik dagen efter, kan ha påverkat elevernas förmåga att fokusera	

Delstudie 2, lektion 4

Föreläsning B- och T-celler, övningsuppgift vaccin

Hur fungerade?	Observation (beskriv)	Reflektion (bra, dåligt ändringsförslag/idéer)
Lektionens inledning (ex. skapas en tillräcklig kontextualisering, fungerar introduktion av uppgifter etc.)	Åter till fallet, nu ska vi svara på fråga 3-4	Det hade kanske räckt att introducera fråga 3-4 här
Innehållet något som var överflödigt, något som saknas, anpassning av nivå på innehållet	Återkoppling specifika försvaret, antikroppar sen T-celler	Hade varit bättre att ta T-celler lektionen innan, sedan B-celler och antikroppar här för att sedan övergå till vaccin.
Arbetsformerna/ aktiviteterna hur deltog eleverna, visade de engagemang? I så fall hur?	Flera som inte arbetade med uppgiften, de förstod inte syftet med att läsa på om vaccin och jobba med uppgiften	Vet inte hur man ska motivera elever som inte har något som helst intresse av att lära sig något.
Balans mellan lärar- elevdeltagande	Bra balans, lite föreläsning, elevdiskussioner på snabbkollsfrågor, lite mer föreläsning sen uppgift om vaccin	
Logiskt flöde/finns progression i lektionen/lektionssekvensen	Lite ologiskt att ta B- celler, antikroppar, T- celler och sedan vaccin	Bättre att börja T-celler
Lektionens avslutning återkoppling till lektionens innehåll? framåtsyftande till nästa lektion?	Inget direkt avslut, eleverna jobbade med uppgifter	
Övrigt	Svårt med elever som inte vill lära sig. De lägger in frågorna i chatgpt.	

Delstudie 2, lektion 5

Svara på alla frågor i grupp 30 min & tvärgruppsdiskussioner 15 min

Hur fungerade?	Observation (beskriv)	Reflektion (bra, dåligt ändringsförslag/idéer)
Lektionens inledning (ex. skapas en tillräcklig kontextualisering, fungerar introduktion av uppgifter etc.)	Information om tider & lektionens upplägg	Fungerade bra, eleverna visste vad de skulle göra
Innehållet något som var överflödigt, något som saknas, anpassning av nivå på innehållet		
Arbetsformerna/ aktiviteterna hur deltog eleverna, visade de engagemang? I så fall hur?	De flesta grupper arbetade på bra, men vissa grupper, eller vissa elever i vissa grupper arbetade inte alls	Var frågorna för svåra? Var uppgiften för otydlig, eller hade samma elever varit inaktiva om det hade varit traditionell undervisning?
Balans mellan lärar- elevdeltagande	I princip bara elevarbete	
Logiskt flöde/finns progression i lektionen/lektionssekvensen	Ja, tydligt med diskussion kring frågorna och sedan tvärgruppsdiskussioner	Hade vi kunnat ha en liknande mall som vi hade i delstudie 1, men punkter för detaljer och sedan en sida där de skulle skriva hur allt hänger ihop?
Lektionens avslutning återkoppling till lektionens innehåll? framåtsyftande till nästa lektion?	Avslutning med utvärdering	
Övrigt	Kändes stressigt med ont om tid och elever som inte var motiverade.	Behöver vara tydligare med vad syftet är. Hur arbetar man med elever som bara anstränger sig när det är examination?

Delstudie 2, lektion 6

Individuellt svara på frågorna i dugga

Hur fungerade?	Observation (beskriv)	Reflektion (bra, dåligt ändringsförslag/idéer)
Lektionens inledning (ex. skapas en tillräcklig kontextualisering, fungerar introduktion av uppgifter etc.)	Eleverna visste att de skulle svara på frågorna och att de sedan skulle få fortsätta svara efter feedback	
Innehållet något som var överflödigt, något som saknas, anpassning av nivå på innehållet		
Arbetsformerna/ aktiviteterna hur deltog eleverna, visade de engagemang? I så fall hur?	Majoriteten av eleverna satt och skrev hela lektionen, men sju elever lämnade in innan 30 minuter	Eleverna har varit stressade, de visste att de hade ett tillfälle till att skriva. Kanske ok? De har ju fått frågorna från början så det är ju inte så att de bara gick dit för att titta på frågorna. De har väl helt enkelt inte hunnit plugga.
Balans mellan lärar- elevdeltagande		
Logiskt flöde/finns progression i lektionen/lektionssekvensen		
Lektionens avslutning återkoppling till lektionens innehåll? framåtsyftande till nästa lektion?	Eleverna fick gå när de skrivit klart.	
Övrigt	Stressande och slöseri med tid att så många elever gick så tidigt	Skulle vara bra om feedbacken var viktigare för eleverna, då skulle de kanske förstå syftet med att svara bra den första gången.

Delstudie 2, lektion 7

Peer review.

Hur fungerade?	Observation (beskriv)	Reflektion (bra, dåligt ändringsförslag/idéer)
Lektionens inledning (ex. skapas en tillräcklig kontextualisering, fungerar introduktion av uppgifter etc.)	Tydlig genomgång av syftet med feedback och feedbackmallen. Eleverna fick 4 texter/grupp samt en feedbackmall/text. Denna gång var texterna uppdelade så att det var en blandning av långa och korta texter.	Fungerade bra, de förstod vad de skulle göra
Innehållet något som var överflödigt, något som saknas, anpassning av nivå på innehållet	Tog längre tid än planerat. De behövde hela lektionen. Flera grupper hann inte klart	Ev. plocka ut ett antal texter som eleverna får ge feedback på och så får läraren ge feedback på resten. Här kanske de längre texterna används och de som inte har skrivit så mycket får bara en kort kommentar om att de behöver utveckla sitt svar? Ev kan feedback ges digitalt, det kanske skulle gå fortare?
Arbetsformerna/aktiviteterna hur deltog eleverna, visade de engagemang? I så fall hur?	Många grupper arbetade på bra. Vissa gjorde ingenting och i vissa grupper var det bara några som arbetade.	Ska man bedöma hur väl de kan ge feedback?
Balans mellan lärar-elevdeltagande	I stort sett bara elevarbete	
Logiskt flöde/finns progression i lektionen/lektionssekvensen	Ja	
Lektionens avslutning återkoppling till lektionens innehåll? framåtsyftande till nästa lektion?	Blev inte så mycket avslutning eftersom eleverna behövde hela tiden.	
Övrigt	En del elever la inte så mycket energi på att ge feedback och en del elevgrupper var dåliga på att ge feedback, trots ett tydligt protokoll.	Kan behöva arbeta mer med hur man ger feedback. Läraren behöver också kolla igenom all feedback så att den är korrekt och rättvis.

Delstudie 2, lektion 8

Tid att förbättra sin text efter feedback. Hela lektionen

Hur fungerade?	Observation (beskriv)	Reflektion (bra, dåligt ändringsförslag/idéer)
Lektionens inledning (ex. skapas en tillräcklig kontextualisering, fungerar introduktion av uppgifter etc.)	Eleverna fick tillbaka sin individuella feedback och fick hela lektionen till att förbättra sin text.	
Innehållet något som var överflödigt, något som saknas, anpassning av nivå på innehållet	Det hade varit bra om eleverna fått arbeta med sin feedback innan skrivtillfället.	Bra att de fick mer tid till att redigera, men feedbacken blir lite meningslös om de inte får möjlighet att ta reda på informationen som saknades. Kanske ta en halv lektion till att leta information utifrån feedback och sedan förbättra sitt svar andra halvan av lektionen?
Arbetsformerna/ aktiviteterna hur deltog eleverna, visade de engagemang? I så fall hur?	Eleverna läste sin feedback, och redigerade därefter. Många hade nog pluggat lite mer och redigerade sin text utifrån vad de lärt sig.	Nu satt de flesta eleverna hela tiden.
Balans mellan lärar- elevdeltagande		
Logiskt flöde/finns progression i lektionen/lektionssekvensen		
Lektionens avslutning återkoppling till lektionens innehåll? framåtsyftande till nästa lektion?	Lektionen avslutades med en utvärdering	

Totalreflektion

Många elever har känt att det har varit ont om tid samtidigt som några elever inte har använt tiden de har fått. Eleverna har haft många stora prov parallellt så det har varit jobbigt att fokusera på biologin. Den här gången var kanske den komplexa frågan lite för stor. Viktigt att göra en avvägning så att den komplexa frågan är så heltäckande att allt material hinns med, samtidigt som den inte får vara för överväldigande. Kan kanske avhjälpas med att dela upp arbetet i delar? Hur kan frågorna utvecklas ytterligare för att motivera skoltrötta elever? Den här gången bedömdes revideringen av de individuella texterna vilket gjorde att de flesta elever ansträngde sig mer, men skulle kanske vara bra att även ha ett prov? Det kan också vara bra om eleverna får feedback och lite tid till att läsa på om det som saknades i deras texter. Eftersom skrivuppgiften var examinerande fick inte eleverna ha med sig skrivböckerna, men det skulle nog ha varit bra om de fick det. Över lag har eleverna ändå arbetat bra och det verkar som att många har fått en helhetssyn. Många elever presenterade högre än de brukar på skrivuppgiften.