

Mellem design, didaktik og diskurs

En analyse af det adaptive læremiddel
Rhapsode til matematikundervisning i
folkeskolen

Af Thomas Illum Hansen & Stig Toke Gissel

Korrekt citering af denne artikel efter APA-systemet
(American Psychological Association System, 7th Edition):
Hansen, T. I. & Gissel, S. T. (2022). Mellem design, didaktik og diskurs.
Learning Tech - Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi, (11), 44-72.
DOI: 10.7146/lt.v7i11.128361

Abstract

I denne artikel præsenteres resultater fra en undersøgelse af det adaptive læremiddel, Rhapsode, til matematik i grundskolen ud fra et tredimensionelt fokus, der omfatter diskurs, didaktik og design. Formålet med den flerstrengede analysestrategi er dels at sætte (fag)didaktikken i centrum og undersøge, hvad det adaptive design gør ved fagets mål, indhold og metoder, dels at sætte den adaptive teknologi ind i en større diskursiv kontekst. Dette står i kontrast til det snævre fokus på at udvikle effektive adaptive læringsteknologier, der ellers præger forskning inden for feltet. Den flerstrengede analyse fokuserer på den dilemmafyldte brug af adaptiv teknologi. Analysen peger således på, at der både er behov for a) redesign og udvikling af den didaktiske rammesætning af læremidlets adaptivitet, b) redidaktisering og nyfortolkning af det didaktiske potentiale i praksis samt c) regulering og demokratisk kontrol af de nye forretningsmodeller, der gør data og algoritmer til genstand for forretningsudvikling.

This article presents results from a study of the adaptive learning tool, Rhapsode, for mathematics in primary school based on a three-dimensional focus that includes discourse, didactics, and design. Our purpose with the multi-stranded analysis strategy is partly to put (subject) didactics in the center, partly to put the adaptive technology into a larger discursive context which stands in contrast to the narrow focus on developing efficient adaptive learning technologies that otherwise characterizes research in the field. The result is a sharpened focus on the dilemma-filled use of adaptive technology. The analysis indicates that there is a need for both a) redesign and development of the didactic framework of the adaptive material of the teaching aid, b) redidactization and reinterpretation of the didactic potential in practice, and c) regulation and democratic control of the new business models that make data and algorithms for business development.

Mellem design, didaktik og diskurs

En analyse af det adaptive læremiddel
Rhapsode til matematikundervisning i
folkeskolen

Af Thomas Illium Hansen, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole,
& Stig Toke Gissel, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole

Introduktion

Adaptiv læringsteknologi (ALT) spiller en central rolle i forsøget på at udvikle stadigt mere fleksible og tilpasningsdygtige læremidler. Teknologien er designet med henblik på at tilrettelægge en skræddersyet læringssti for brugeren, der tilpasses på baggrund af den lærendes præstation og interaktion med læremidlet (Waters, 2014). En af fordelene ved de adaptive formater er, at de potentielt kan *personalisere* læreprocessen, det vil sige tilpasse og derigennem optimere progression og undervisningstilgang i forhold til den lærendes behov (Office of Educational Technology, 2017).

Digital teknologi deler vandene i den offentlige debat, og det gælder i særlig grad forholdet til ALT, og det vi i forlængelse heraf definerer som adaptive læremidler, idet adaptive teknologier spiller en afgørende rolle for læremidlernes interaktionsdesign (herunder lærer- og elevroller) og forholdet mellem mål, indhold og metoder. ALT er genstand for heftige diskussioner, ikke mindst i USA hvor store firmaer og tech-giganter som for eksempel *Facebook* med "filantrop-kapitalistiske" fonde som *Chan Zuckerberg Initiative* har stået bag forsøg med personaliseret læring, digital teknologi og brug af adaptive læremidler i skolen (Russakoff, 2015; Mehta & Assadpour, 2017; Saltman, 2018; Boninger, Molnar & Saldaña, 2020). På den ene side er den offentlige meningsdannelse præget af en teknologibevejstret fløj. Watters (2021) har undersøgt, hvordan særligt medierne i samspil med psykologiske teorier op igennem det 20. århundrede har været med til at forme og øge forventningerne til, hvordan udviklingen af stadigt mere sofistikerede digitale læremidler kan tilpasse sig den enkelte elevs behov, forudsætninger og potentialer. På den anden side er der en teknologikritisk fløj, der problematiserer ambitionen om at anvende data som grundlag for at drive undervisningen fremad i en retning, hvor personaliseret læring bliver til individualisering, som opløser undervisningens fælleskab, overflødiggør lærerne og underminerer den demokra-

tiske kontrol af indhold i skolen (Selwyn, 2019, s. 25). Selwyn efterlyser en mere nuanceret debat af muligheder og begrænsninger, men betoner samtidig behovet for kritisk tænkning. Han påpeger således, at den stigende brug af data-dreven og algoritmebaseret automatisering sandsynligvis vil være med til at formindske betydningen af lærere, undervisning og uddannelse (Selwyn, 2019, s. 121).

Denne magt- og diskurskamp skærper behovet for undersøgelser, der kan bidrage til at belyse potentialerne og udfordringerne i udvikling og brug af ALT og adaptive læremidler og dermed også bidrage til at skabe et kvalificeret grundlag for stillingtagen til integration af de adaptive teknologier i læremidler og undervisning.

Forskningen i adaptive læremidler er domineret af et fokus på at udvikle optimale adaptive teknologier, der kan tilpasse og personalisere læreprocesser med henblik på et øget læringsudbytte for brugerne (se eksempelvis Peng, Ma & Spector, 2019; Liu, McKelroy, Corliss & Carrigan, 2017; Conejo, Guzmán, Millán, Trella, Pérez-De-La-Cruz & Ríos, 2004; Guzmán, Conejo & Pérez-de-la-Cruz, 2007; Tai, Tsai & Chen, 2001), som typisk er studerende på videregående uddannelser (Xie, Chu, Hwang & Wang, 2019). Disse studier indeholder teknisk fokuserede beskrivelser af learner-modeller og modelleringsystemer, datagrundlaget for samme, samt hvordan maskinen reagerer på datainput:

” Learners’ information and characteristics such as knowledge, goal, experience, interest, background, etc are the most important to adaptive system. These characteristics are organized in structure so-called learner model (or user model) and the system or computer software that builds up and manipulates learner model is called user modeling system (or learner modeling system). (Nguyen, 2015, s. 1)

Der findes imidlertid mere didaktisk orienterede studier omkring adaptive læremidler på grundskoleniveau (for eksempel Lanzilotti & Roselli, 2007; Lo, Wang & Yeh, 2004).

Oftest fokuserer de didaktisk orienterede studier på en eller flere delkomponenter af undervisningssituationen, for eksempel repræsentation af indhold, facilitering af en bestemt type læreproces eller evaluering/vurdering (Verdu, Regueras, Verdu, De Castro & Pérez, 2008). Der er også kritiske ansatser i form af review-artikler, der træder et skridt tilbage og undersøger diskursen omkring personalisering. De bidrager med en granskning af de økonomiske interesser, der driver den teknologiske udvikling, og skærper blikket for forholdet mellem potentielle slagsider og muligheder ved øget individualisering af undervisningen (FitzGerald, Jones, Kucirkova & Scanlon, 2018).

I forlængelse heraf vil vi særligt fremhæve FitzGerald, Jones, Kucirkova & Scanlon (2018), der har udviklet en flerdimensionel analyse med seks dimensioner, der sætter fokus på: a) hvad der bliver personaliseret, b) typer af læring, hvor personalisering er fremtrædende, c) hvilke personlige egenskaber ved den lærende, der bliver adresseret, d) hvem eller hvad der skaber personaliseringen, e) hvordan personaliseringen bliver udført og f) effekterne af personaliseringen (FitzGerald Jones, Kucirkova & Scanlon, 2018, s. 167). Disse kan bidrage til en didaktisk analyse af adaptive læremidler, men der er brug for at fortolke dimensionerne ved adaptivitet og integrere dem i en helhedsorienteret analyse af læremidlernes funktion i undervisningen.

Overordnet set er forskningen og diskursen omkring adaptive læringsteknologier dog overvejende ukritisk og udviklingsoptimistisk i forhold til teknologiens anvendelse i undervisningssammenhæng. Selwyn (2013) var en af de første til at stille kritiske spørgsmål til brug af teknologi i uddannelse, der udvidede perspektivet fra, hvad teknologien kan, og hvordan man bruger den funktionelt, til hvorfor (det pædagogiske grundlag) og i lyset heraf hvad det betyder for mål, indhold og metoder i undervisningen (det didaktiske hvordan). Den ofte snævre tekniske, didaktisk afgrænsede og udviklingsoptimistiske forskning i adaptive læremidler kalder på en mere kritisk distanceret og helhedsorienteret tilgang til forståelse af teknologiens potentialer og udfordringer. Det leder frem til denne artikels forskningsspørgsmål:

På hvilke måder kan en analyse, der både fokuserer på didaktik, design og diskurs, bidrage til en helhedsorienteret forståelse af et adaptivt læremiddels betydning i undervisningen?



Metode

Med henblik på at besvare dette forskningsspørgsmål anvender vi en didaktisk model til analyse af læremidler, Læremiddeltrekanten (Hansen & Skovmand, 2011, s. 60-61), på et adaptivt læremiddel udviklet af virksomheden Area9. Læremidlet er designet ved hjælp af den generiske, adaptive platform, *Rhapsode*, og med forløb udviklet til matematikundervisning i den danske grundskoles 4. og 9. klasse som cases. Analysen bygger videre på et dokumentstudie, der var del af et mixed methods-studie, der blev gennemført på 3 københavnske skoler, med 10 klasser, 9 lærere og 221 elever (Gissel, Gynther, Hansen, Højgaard, Jørnø, Nortvig & Pettersson, 2020). Derfor vil dele af analysen parafrasere og overlape dele af afrapporteringen (Gissel et al., 2020, s. 15-34), men i denne sammenhæng udbygger vi analysen og perspektiverer den til en tredimensionel analysestrategi, der omfatter både et diskurs-, et didaktik- og et designniveau:

- *Diskurserne* som omkranser den adaptive uddannelsesteknologi.
- *De didaktiske og fagdidaktiske valg*, som de kommer til udtryk i læremidlet.
- Læremidlets *design* med fokus på udtryk, indhold og aktiviteter.

Hensigten er at rammesætte et systematisk fokus på sammenhænge mellem diskursiv kontekst, didaktiske intentioner og konkret interaktionsdesign. Metodisk vil vi kategorisere det som en udvidet dokumentanalyse, der både kan bidrage til at udvide og nuancere fortolkningen af læremidlers design, brug og virkninger.

De tre niveauer analyseres ved hjælp af forskellige former for empiriindsamling og dokumentanalyse. Designniveauet kræver prøvehandlinger og fastholdelse af interaktionsmønstre. Adaptive læremidler tydeliggør en generel forskningsmetodisk udfordring. Dokumenter er dynamiske. De kræver, at man tager dem i brug, idet de fremtræder i brugen som en mulig måde at realisere deres potentiale på. Derfor har vi taget skærmbilleder af de forskellige trin i vores prøvehandlinger, således at vi har kunnet spore vores interaktionsmønstre over tid. I det ovenfor nævnte mixed methods-studie supplerede vi denne fastholdelsesteknik med skærmoptagelser af elevernes brug. Analysen på det didaktiske niveau fokuserer på forholdet mellem læremidlets egne måder at præsentere og iscenesætte designet på i dets rammesættende meta- og opgavetekster, hvilket vi i det samlede mixed methods-studie supplerede med interviews og videooptagelser af lærere og elever, og det gav indblik i deres praksisfortolkning af læremidlets didaktik (Gissel et al., 2020, s. 77-129). Endelig udvider vi med det diskursive niveau analysen ved at inddrage styringsdokumenter og opinionstekster,

der har betydning for de værdier, forskellige aktører tilskriver læremidlets funktioner.

Metodisk skelner vi med Bundsgaard og Hansen (2011) mellem måder at undersøge læremidler på ud fra tre tidsperspektiver: a) læremidlet i sig selv som tekst og artefakt med henblik på at forstå dets design og didaktisk intenderede brug (potentielt fremtid), b) den situationerede brug af læremidlet (aktualiseret nutid), og c) læremidlets virkninger i forhold til såvel elevernes udvikling og lærernes undervisning som den måde, der generelt drives skole på (realiseret fortid). Der ligger således et tidsligt rationale til grund for Bundsgaard og Hansens (2011) skel mellem henholdsvis potentielt, aktualiseret og realiseret potentiale.

I denne artikel har vi valgt at analysere *Rhapsode* ud fra det første tidsperspektiv, men vi vil i perspektiveringen argumentere for, at en udvidet analyse er med til at kvalificere en samlet fortolkning af forholdet mellem læremidlets didaktiske potentiale (dets potentielle muligheder og begrænsninger i fremtidig undervisning), den aktualiserende brug (den situationsbestemte praksisfortolkning *in situ*) og virkninger over tid (de kontekstbestemte forandringer, der kan spores og konstateres i tilbageblikket). Derfor supplerer vi Læremiddeltrekan-ten, der præsenteres nedenfor, med en Fairclough-inspireret model, der betoner betydningen af situation og kontekst (Fairclough, 1992):

Figur 1.

Den diskursive kontekst for brug af teknologi i undervisningen.



Modellen er her udfyldt med eksempler på to samfundskontekster, henholdsvis stat og marked, der i kommunikationskonteksten modsvares institutionelt af uddannelser og virksomheder. Andre eksempler er henholdsvis intimsfære og politisk offentlighed som samfundskontekst, der havde medført andre udfyldninger af resten af modellen. I en aktuel kommunikationssituation vil de forskellige kontekster have betydning for, om man for eksempel primært fortolker interaktion mellem aktører som handel eller undervisning i eksemplet, eller som eksempelvis privat underholdning, personlig udvikling eller politisk forhandling og meningsdannelse. Endelig hænger det i eksemplet sammen med fokus på læremidlet, hvor man for eksempel kan vælge at analysere dets funktion som uddannelsesteknologi eller som adgang til data om brugerne. Perspektiverne udelukker typisk ikke hinanden, men kontekst og situation vil have betydning for, hvad der er figur og baggrund i analysen. Forholdet mellem perspektiver kan for eksempel bruges til at analysere markedsgørelse af skolens virke og læremidlers rolle i den forbindelse.

De tre niveauer er nært forbundne, men det er hensigtsmæssigt at skelne analytisk, fordi der ikke er tale om et mekanisk determineret forhold mellem niveauerne. Et læremiddels design afspejler i en eller anden grad dets didaktiske intentioner, men det er også påvirket af materialitetens beskaffenhed (hvad kan lade sig gøre med de tilgængelige teknologier og materialer) og de kulturelle interaktionsmønstre, det er indlejret i (hvad plejer man at gøre og tillægge værdi). Den indbyggede didaktik er omvendt ikke begrænset til én fortolkning af designet, men kan lægge op til flere mulige måder at bruge det på i undervisningen, der samtidig afspejler forskellige diskursive forståelser af læremidlets funktion og betydning (for eksempel politiske og pædagogiske ambitioner om enten at støtte eleven, hjælpe læreren, sikre en bestemt læring og/eller at imødekomme forældrenes forventninger til børnenes skolegang).

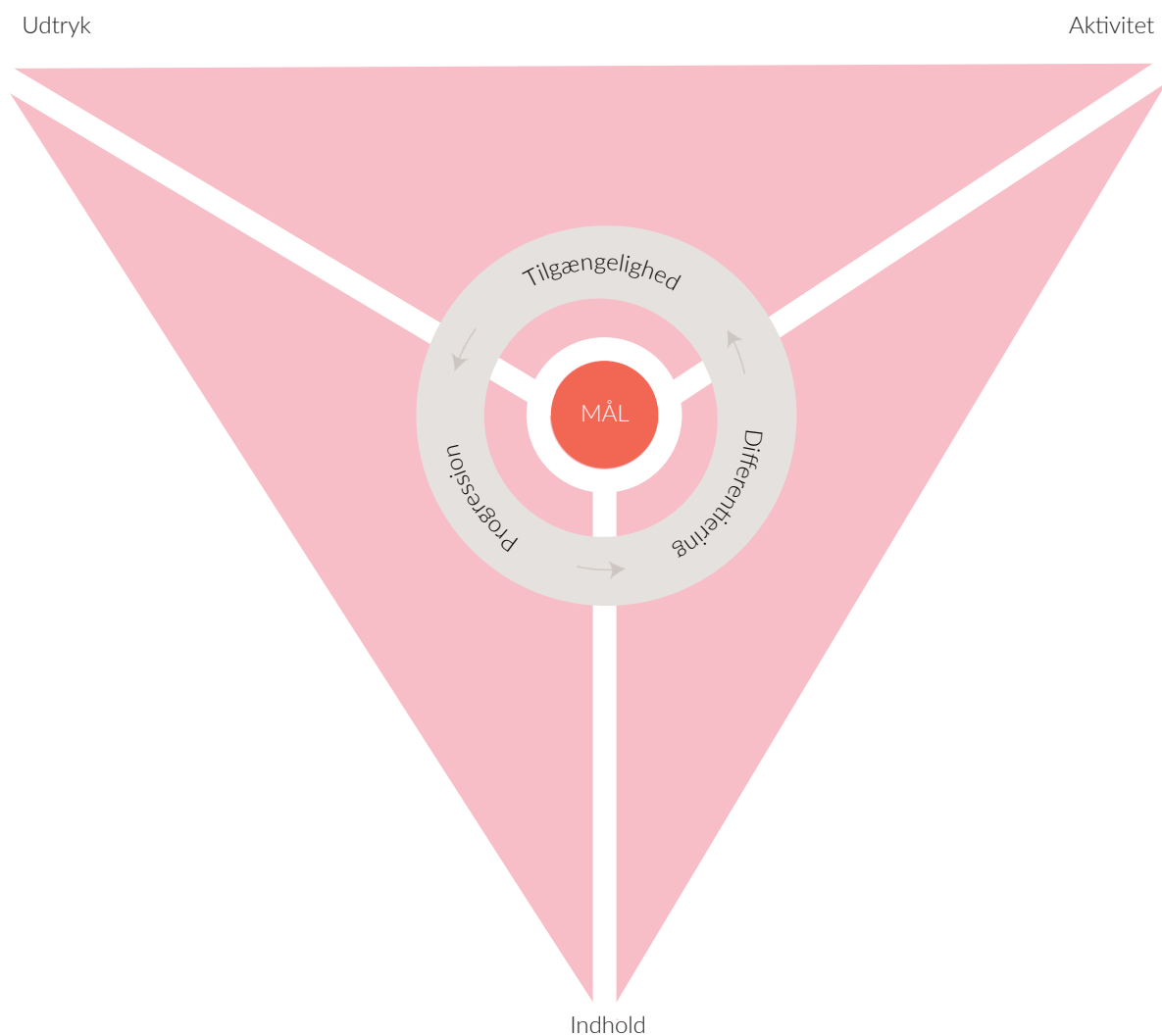
Det analytiske skel kan bruges til både at analysere læremidlets didaktiske potentiale i relation til dets konkrete design og materialitet, den didaktiske fortolkning af det i praksis samt den diskursive kontekst, der præger de værdier, det tilskrives i forbindelse med for eksempel indkøb, valg og evaluering af dets betydning i forhold til undervisningens funktion og formål. Denne pointe vil vi underbygge og udfolde metodisk med en analyse af Rhapsodes indbyggede didaktik og design, inden vi perspektiverer til læremidlets diskursive kontekst.

Rhapsode i et didaktisk designperspektiv

Ud over den almene didaktiks fokus på mål, indhold og metoder i undervisningen, omfatter vores læremiddelanalyse også et fokus på udtryksformen i læremidlet (tegn, medier og modaliteter). Med andre ord kombinerer vi didaktisk analyse af læremidler med et fokus på udtryk og repræsentation af indhold (Hansen, 2012). Til det formål er den didaktiske model, der bliver kaldt "læremiddeltrekanten", hensigtsmæssig, fordi den har forholdet mellem udtryk, indhold og aktivitet som omdrejningspunkt for den didaktiske analyse (Hansen & Skovmand, 2011). Dermed kan modellen rumme den omstændighed, at digitaliseringen af læremidler har medført, at udtryksform og interaktionsdesign har fået en større betydning for repræsentationen af indhold og betingelserne for brugerens handlinger og aktiviteter.

Digitaliseringen af læremidlerne tilbyder nye måder at repræsentere og interagere med et fagligt indhold. Læremiddeltrekanten sætter netop fokus på det dynamiske forhold mellem udtryk, indhold og aktiviteter.

Figur 2.
Læremiddeltrekanten.



Læremiddeltrekantens grundlogik

Centrum: Modellen er centreret omkring læremidlets retningsgivende mål, der udtrykker et fagsyn og et dannelsessyn.

Hjørner: Modellen er spændt ud mellem tre begreber, der kendetegner læremidlets tegnfunktion: udtryk, indhold og aktivitet.

Flader: Modellen er bundet sammen af tre didaktiske perspektiver, man kan anlægge på læremidlets vej mod mål: tilgængelighed, progression og differentiering.

Pile: Pilene angiver, at der er tale om en drejemodel, fordi både tilgængelighed, progression og differentiering kan analyseres i relation til henholdsvis udtryk, indhold og aktivitet.

Middel: En analyse af læremidlet selv som kommunikation (udtryk), der på én gang fremstiller noget (indhold) og tilbyder veje at gå ad (aktivitet), der giver forståelsen en bestemt retning (mål).

Vej: En analyse af, hvorvidt læremidlet er til at gå til (tilgængelighed), og på hvilke måder det leder frem mod mål (progression) og åbner for forskellige veje i undervisningen (differentiering).

Formålet med *Rhapsode* er at fremme faglig læring gennem en høj grad af styring og strukturering af brugerens videnstilegnelse (Area 9 Lyceum, u.d.b.). Det kommer både til udtryk i læremidlets mål, indhold og metoder. Derfor karakteriseres det med begreberne 'mikrogranulering' og 'højstruktureret'.

Et fag rummer mere og mindre strukturerede dele, og det samme gælder menneskers erkendelse og dannelse. At løse ligninger inden for algebra kan beskrives med en høj grad af strukturering ved hjælp af regler, procedurer og symbolsk notation. Omvendt er det inden for anvendt matematik vanskeligt at beskrive hverdagsproblemer på en struktureret måde i et forsøg på at modellere og gøre problemet til genstand for matematisk problemløsning. At matematikfaget har forskellige grader af struktur og regulering betyder, at det kan være nemmere at arbejde med de højstrukturerede dele af faget på bekostning af de semiregulerede dele af faget, der binder an til komplekse fænomener og problemstillinger i fagets omverden.

Den høje grad af strukturering i *Rhapsode* ses ved, at der styres ud fra mål, og ved at indholdet 'mikrogranuleres'. Med mikrogranulering af indhold henviser vi til, at de digitale læringsobjekter i *Rhapsode* bygger på mange delmål eleverne skal indfri. Med udgangspunkt i en fortolkning af fagets læreplan opererer *Area 9* med omkring 700 læringsmål i 4. klasse. Men eleverne møder dem ikke direkte. De fleste af delmålene er ikke ekspliciteret for eleverne, da målene er underforstå-

et som grundlag for de mange indholdselementer, eleverne skal arbejde med. Eleverne møder i stedet en overordnet formulering af, hvad de skal mestre, når et modul, det vil sige et matematisk stofområde med en samling læringsmål og læringsressourcer, er gennemført, eksempelvis inden for algebra:

Skærbillede 1.

Eksempel på taksonomisk målstyring.



Når du har gennemført dette modul, kan du:

- Skrive og forstå **udtryk med variable**
- Kende forskel på **variable** og **konstanter**
- Reducere **algebraiske udtryk**
- Kende **regnehierarkiet** og udregne **parenteser**
- Indsætte tal i algebraiske **udtryk** og beregne **resultatet**

Dette målstyrede design af et modul er et resultat af en proces, hvor designeren kobler læringsmål og indholdselementer (en ”semantisk parring”) ud fra læreplanen og med hjælp fra programmets algoritme.

Rhapsodes aktiviteter og betingelsesstruktur

En udfordring for analyser af adaptive læremidler er, at genstanden for analysen er dynamisk og dermed vanskelig at fiksere. Læremidlet varierer og tilpasser på forskellige parametre afhængigt af brugerens handlinger og præstationer inden for systemets rammer. I analysen af

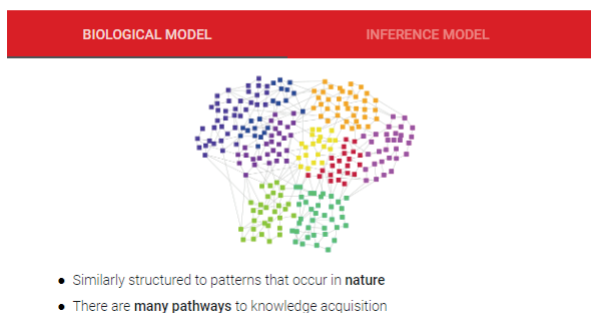
et traditionelt lærebogssystem er det centralt at undersøge, hvordan elever læser læremidlet. Ved analyser af adaptive læremidler er det imidlertid også nødvendigt at undersøge, hvordan læremidlet læser eleven. Brug af adaptive læremidler er således karakteriseret ved et dynamisk forhold mellem aktør og teknologi, og undersøgelsen må dreje sig om det nære samspil mellem at læse og blive læst, at løse opgaver og at blive evalueret og stillet nye opgaver. Med andre ord må analysen både forholde sig til, hvordan opgaverne varierer, og hvordan brugerfladen fremtræder for eleven, samtidig med at man søger bag om disse fremtrædelser i et forsøg på at forstå den betingelsesstruktur, der ligger til grund.

Areag's tilgang til betingning kan aflæses i deres argumentation for at anvende en adaptiv 'biologisk læringsmodel' frem for en adaptiv 'inferensmodel'.

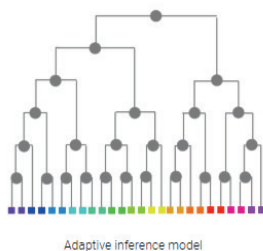
Skærbillede 2.

Modstilling af en 'biologisk læringsmodel' og en 'inferensmodel'.

INFERENCE AND BIOLOGICAL MODELS OF LEARNING



THE DISADVANTAGES OF THE INFERENCE MODEL



I inferensmodellen ses en betinget grendeling. Modellen bygger på den antagelse, at det er muligt at kortlægge en lineær læringssti på forhånd og planlægge en trinvis faglig progression. Eleven præsenteres for stadig mere vanskelige opgaver ved korrekte svar, mens systemet søger tilbage til seneste rigtige svar, hvis eleven svarer forkert. Problemerne med denne tankegang er ifølge *Area9*, at læring sjældent forløber lineært, at brugeren ikke med inferensmodellen får repeteret indholdet, og at eleven ikke får mulighed for at arbejde i dybden med sine misforståelser. Af disse årsager anvender *Area9* en såkaldt 'biologisk læringsmodel', hvor adaptationen også er betinget af andre principper end elevens svar. For eksempel udvælges den første opgave eleven eksponeres for i et modul gennem randomisering. Dernæst stilles eleven opgaver i en rækkefølge, der tilpasses dynamisk på baggrund af elevens adfærd og præstation. Dog er der så langt fra tale om en lineær progression i sværhedsgrad og taksonomi inden for emnet, som modulet omfatter (Gissel et al., 2020).

Mikrogranuleringen af læringsmålene befordrer, at læremidlets algoritme har mange datapunkter at bearbejde og bygge adaptationen på. Opgaver er tænkt som 'prober', der fungerer som stikprøver i forhold til elevens læring. Der er tre typer af datakilder: forbrugt tid, (ved mere komplekse opgaver: grad af) succes ved opgaveløsning og elevens selvsvurdering, det vil sige med hvilken grad af sikkerhed og gyldighed, de er i stand til at vurdere deres egen forståelse eller opgaveløsning. Spørgsmålene til elevens selvsvurdering kan forekomme simple, men kombineret med de andre datakilder, leverer de et datagrundlag, der giver mulighed for flere typer af korrelationer. Algoritmen kan på den baggrund vurdere, om eleven har brug for at få opgaver gentaget, eller om det er tilstrækkeligt at få formidlet svaret eventuelt kombineret med korrekt procedure. Er eleven udfordret i forhold til både graden af tidsforbrug og antal forkerte besvarelser, kan algoritmen stille eleven opgaver inden for en helt anden klynge af læringsmål og opgaver. Resultatet er en iterativ og afsøgende proces, hvor individuelle elever bevæger sig ad forskellige læringsstier. Men algoritmen akkumulerer generisk viden om læringsmønstre i relation til de forskellige indholdsområder. I modsætning til adaptive brugerflader på for eksempel sociale medier er det dermed ikke præferencer, der ligger til grund for tilpasning i *Rhapsode*, men derimod intenderede objektive mål for tid og opgaveløsning kombineret med brugerens selvsvurderinger, der fungerer som indikatorer på metakognition.

Den adaptivt personaliserede måde at stille opgaver kan ikke oversættes direkte til undervisningsdifferentiering. Algoritmen differentierer på udvalgte parametre med afsæt i modul-designerens prioritering af aktiviteter. Der er snarere tale om en individuel læringssti med et snævert fokus på videnstilegnelse.

Skærbillede 3.

Taksonomi for prioritering af aktiviteter.

The screenshot displays a user interface for a learning module. On the left, a 'Træner' (Teacher) panel shows a profile picture and a text box explaining that four priority levels (CORE, PASS, EXCEL, EXTRA) plus an 'auto-tag' are associated with learning objectives. Below this is a 'Spil automatisk' (Play automatically) toggle and a 'TÆND' (Turn on) button. At the bottom of the panel is a 'SKJUL TEKST' (Hide text) button. The main area is titled 'PRIORITY LEVELS' and features a horizontal bar with five categories: CORE, PASS, EXCEL, EXTRA, and AUTO. The 'PASS' category is highlighted in green. Below the bar, there are two bullet points: '• Needed to **adequately** meet the learning goals of the topic' and '• Every learner has to understand these learning objectives'. Further down, there are two buttons labeled '1' and '2' under the heading 'TIDLIGERE' (Earlier). At the bottom, there are four buttons: 'VIDSTE DET' (Knew it), 'HAR FORSTÅET DET' (Understood it), 'TROR JEG VED DET' (Think I know it), and 'JEG FORSTÅR IKKE' (I don't understand it). At the very bottom, there is a 'GIV OS FEEDBACK' (Give us feedback) button with a question mark icon.

Opgaverne i et modul prioriteres af moduldesigneren. Der identificeres nogle centrale opgaver, som henholdsvis er de kerneopgaver ("core"), modulet kredser om, samt andre påkrævede opgaver ("pass"), alle elever skal igennem for på fyldestgørende vis at indfri læringsmålene. Hertil kommer mere krævende opgaver ("excel"), som repræsenterer detaljerede, komplekse og/eller mere perifere dele af indholdet, som ikke alle eleverne forventes at løse. Desuden kan der være supplerende materiale ("extra"), som ikke er påkrævet, og derfor ikke er en del af det adaptive modul. Den femte kategori ("auto") er ikke tænkt som et niveau for sig. Den er beregnet til tagging snarere end at være udtryk for egentlig faglig prioritering. Den er relevant i forbindelse med indhold, der kræver en høj grad af automatisering, og som kan trænes ved repetition (for eksempel simple former for regning og grammatik).

Algoritmens personalisering og bidrag til differentiering afhænger af den kvalitet og præcision, designeren kan skabe gennem sin formulering og prioritering af opgaver. Differentieringen sker som nævnt i form af individuel tilpasning af læringsstier, men dette vil vi betegne som en snævert fokuseret differentiering, idet læremidlet ikke giver eleverne mulighed for at arbejde med forskellige metoder i forhold til de samme problemer og ej heller varierede læringsstrategier, arbejdsformer, rollefordelinger, grader af åbenhed og grader af selvstændighed i opgaveløsningen. *Rhapsode* tilbyder heller ikke et stillads for elevernes selvstændige matematikfaglige problemløsning, som indebærer dialog og samarbejde i et fagligt fællesskab. Derfor kræver brugen af læremidlet i vores optik, at læreren integrerer det i en bredere didaktisk rammesætning, hvis dets personaliserede læring skal bidrage

til en fællesskabende differentiering i undervisningen.

Inden for didaktisk analyse bruges termen betingelsesstruktur om blandt andet økonomiske, institutionelle og personbundne rammebetingelser (Jank & Meyer, 2010, s. 69-70). I psykologisk læringsteori vedrører for eksempel klassisk og operant betingning forskellige måder at sammenkæde stimuli, respons og konsekvens. Inden for datalogi betegner eksempelvis betingede udsagn, betingede udtryk og betingede konstruktioner forskellige funktioner i et programmeringssprog. Ved analyse af adaptive læremidler må vi have blik for forskellige måder at betinge handlinger på, herunder didaktisk, psykologisk og datalogisk. Didaktisk brug af *Rhapsode* kræver således, at de datalogiske og psykologiske betingede handlinger inden for det personaliserede læringsprogram bliver tænkt sammen med en didaktisk betingelsesstruktur, herunder elevernes motivation, selvstændiggørelse og interesseudvikling.

Betingede handlinger har en "hvis-så"-struktur. På grund af algoritmens korrelation af flere parametre kan det imidlertid være vanskeligt for brugeren at gennemskue den kausale sammenhæng i *Rhapsodes* betingelsesstruktur. Hvis eleven svarer forkert på en opgave, så bliver der stillet en anden opgave, men udvælgelsen af næste opgave sker som nævnt ud fra algoritmens fortolkning af et bredere mønster i opgaveløsningen. Derfor kan *Rhapsodes* betingelsesstrukturer for brugeren fremstå som en black box. Dette kan have betydning for både lærer og elevs motivation og faglige engagement. Den iterative proces kan forekomme redundant, vilkårlig eller meningsløs, hvis eleverne ikke kan gennemskue baggrunden for, at de for eksempel bliver stillet den samme opgave flere gange eller pludselig bliver stillet en helt anden type opgave, end den de aktuelt har problemer med at klare (Gissel et al., 2020). Dette kan medføre en oplevelse af mangel på sammenhæng i undervisningen. Derfor kræver en kvalificeret didaktisk brug af *Rhapsode*, at læreren er fortrolig med den adaptive betingelsesstruktur og er i stand til at bruge læremidlet med en høj grad af situationsbestemt dømmekraft. En væsentlig forudsætning er her, at designeren kan formidle de kausale forklaringer på algoritmens korrelationer som didaktisk indblik og vejledning af lærerne. Ellers bliver den didaktiske begrundelse i praksis overladt helt til algoritmer.

Det er for eksempel afgørende, at læreren er opmærksom på, at der med *Rhapsode* ikke er tale om et repetitivt, færdighedstrænende læremiddel som for eksempel *MatematikFessor*, der bruges som ekstramateriale eller til automatisering af færdigheder og konsolidering af viden, men derimod om et kredsende, forståelsesorienteret læremiddel, der snarere er designet til fordybelse (Gissel et al., 2020, s. 130-137). Mikrogranuleringen gør, at man som lærer vil kunne komme til at fokusere snævert på, om eleverne har løst opgaver og er kommet

igennem pensum, en slags didaktisk nærsynethed. Læremidlet kan give underviseren en følelse af overblik, men det er et rent aktivitetsbåret overblik, der ikke omfatter elevernes faglige fordybelse og interesseudvikling.

Umiddelbart kan *Rhapsodes* betingelsesstruktur synes at give en høj rammesætning af elevernes aktiviteter i undervisningen. Den programmerede brug af læringsmål og den segmenterede opgaveløsning kan give indtryk af, at man bliver styret hen til de steder, der har størst læringsmæssig værdi. Brugerens frihedsgrad er således reduceret af mål og opgaver, men eleverne kan bestemme tempo og tilkalde lærerens hjælp efter behov. Spørgsmålet er imidlertid, hvori behovet for faglig relevant hjælp består, og hvordan læreren får det koblet med elevernes faglige forudsætninger og potentialer. *Rhapsode* bidrager således ikke til at rammesætte arbejdet med elevernes motivation, faglige engagement, selvstændige undersøgelser, faglige dialoger og anvendelsesorienterede kobling til fagets omverden. Man kan redesigne og videreudvikle *Rhapsode* med henblik på at styrke denne del af matematikundervisningen, men der synes at være tale om en mere principiel problematik.

Personaliserede læringsprogrammer synes især velegnede til at støtte de dele af undervisningen, hvor der er en programmeret betingning af handlinger, mens det er mere vanskeligt, når eleverne selv eller i fællesskab skal formulere hypoteser med "hvis-så"-spørgsmål og hermed tage ansvar for første led i betingelsesstrukturen.

De adaptive læremidlers indtog i læremiddellandskabet skærper derfor behovet for både en didaktisk og en politisk diskussion af design. Hvordan sikrer vi en høj kvalitet i design af de adaptive læremidler, således at algoritmerne ikke over tid udvikler undervisningen i retninger, som brugerne ikke bevidst kan forholde sig til. Udfordringen er her, at bias i et digitalt system ofte først viser sig, når systemet har været anvendt og udviklet over tid. Derfor er der en risiko for at skabe en datadrevet udvikling af undervisning, der kan vise sig at have systemeffekter som for eksempel at præge undervisning i retning af prioritering af de højstrukturerede dele af undervisningen.

Rhapsodes udtryksformer og minimalistiske design

Rhapsodes udtryk har et konsekvent, minimalistisk design. Til grund for dette designvalg ligger Mayers (Mayer, 2009; Moreno & Mayer, 2007) principper for multimodal repræsentation, som har det formål

at minimere uønsket kognitiv belastning og befordre processering af multimodale tekster. Grundlaget er en kognitiv teori kendt under forkortelsen CLT (*cognitive load theory*), som beskæftiger sig med belastning af arbejdshukommelsen. Mayer formulerer i alt 12 principper, der fremmer effektiv og hensigtsmæssig læring, hvor læring primært forstås som kognitiv bearbejdning af tilgængelige informationer med arbejdshukommelsen som omdrejningspunkt.

I Rhapsode (Skærbillede 4) er Mayers designprincipper implementeret ved, at verbalsproglige ytringer holdes i korte analytiske sætninger, en konsekvent brug af konvergerende modaliteter (typisk verbalsprog, billede, diagram, symbolsprog og signalfarver), at udtrykket ikke indeholder overflødige tegn, valgbar oplæsningsfunktion, grafisk nærhed mellem ord og billede (spatial kontiguitet), simultan brug af talte ord og billeder (temporal kontiguitet) samt grafisk styring af brugerens opmærksomhed.

Skærbillede 4.

Eksempel på taksonomisk målstyring.

The screenshot shows a learning interface with a chat window on the left and a main content area on the right. The chat window, titled 'Træner', contains the following text: 'På billedet er der 5 forskellige slips.', 'Hvor mange slips er grønne?', 'Der er 1 slips, der er grønt.', and 'Det ene grønne slips er tælleren.' Below the text are a 'Spil automatisk' toggle and a 'TÆND' button. The main content area is titled 'FRA BILLEDE TIL BRØK' and features an image of five colorful neckties. Below the image is a fraction bar: $\frac{\text{Grønt slips}}{\text{Slips i alt}} = \frac{\text{Tæller}}{\text{Nævner}} = \frac{1}{5}$. At the bottom of the interface are four buttons: 'VIDSTE DET' (green), 'HAR FORSTÅET DET' (green), 'TROR JEG VED DET' (orange), and 'JEG FORSTÅR IKKE' (red). A 'GIV OS FEEDBACK' button with a question mark icon is also present.

Et eksempel på en grafisk styring af opmærksomheden ses i de fire knapper forneden i Skærbillede 4. Farvernes symbolværdi er ikke forklaret i læremidlet, men trækker på konventionelle farvekoder for positiv og negativ betydning, der i den aktuelle kontekst repræsenterer brugerens forskellige grader af sikkerhed i forhold til viden.

Det minimalistiske design hjælper brugeren med at reducere

unødvendig støj, stille skarpt på de centrale videnselementer og fastholde opmærksomheden.

Desuden har man valgt at bruge syntetisk tale til den digitale assistent (benævnt *Træner* i venstre side i Skærmbillede 4). Derfor lever denne del af designet ikke op til Mayers krav om en personaliseret henvendelsesform.

Udtrykket rummer på den anden side ikke kompleksitet eller kognitive konflikter, det kunne for eksempel være en kompleks situation, der skal oversættes til en matematikfaglig problemstilling, hvilket ellers kunne fremme en dybere forståelse af det matematikfaglige. En væsentligt faglig pointe er her, at man kan reducere kompleksitet på forskellige måder, og at kompleksitet kan være positivt.

Det minimalistiske design er således forbundet med både fordele og ulemper. Designet bidrager til en kognitiv kompleksitetsreduktion, men det kan også indebære læring, der forekommer 'lettere' og 'nemmere' og derfor mere effektiv på kort sigt, men som måske ikke fremmer fagligt engagement og interesseudvikling på længere sigt. Siden Sweller (1988) udviklede CLT, er teorien både blevet brugt som en grundlagsteori om menneskets kognition, en deskriptiv læringsteori med fokus på videnstilegnelse og en normativ undervisningsteori om den mest effektive instruktion. Som deskriptiv læringsteori kan man kritisere, at den fokuserer for ensidigt på belastning af arbejdshukommelsen og ikke formår at integrere med andre vigtige aspekter af læring, herunder teori om motivation, tavs viden og implicit forståelse. Som undervisningsteori er det kritisk, hvis man begår den fejlslutning at slutte fra deskriptiv teori om kognition og læring undersøgt i laboratorier til normativ teori om undervisning i en kompleks kontekst. De forskellige former for kritik skærpes af, at der ikke er evidens for, at CLT-instruktion virker på sigt i en kompleks undervisningskontekst (Moreno, 2006; Schnotz & Kurschner, 2007; Kirschner, Ayres & Chandler, 2011).

Vi kan supplere denne kritik med henvisning til Pershans (2016) essay: "Not a Theory of Everything: On Cognitive Load Theory and the Complexity of Learning". Pershan beskriver udviklingen af CLT og viser, at der inden for CLT-traditionen er en relevant diskussion om den fortolkning og betydning, man bør tilskrive kompleksitet. Swellers samarbejde med van Merriënboer (Sweller, van Merriënboer & Paas, 1998) satte således kritisk fokus på, at fravær af reel problemløsning har negativ betydning for motivation, at hyppig brug af konstruerede opgaver fremmer et stereotypt løsningsmønster, og at "mål-fri" problemløsning er et nødvendigt supplement til snævert målstyrede opgaver. I det lys er målet med CLT ikke blot at reducere kognitiv belastning og kompleksitet, men derimod også at stilladsere en tilpas udfordrende problemløsning.

Sweller (1988) skelner mellem tre typer af kognitiv belastning:

- en indefra kommende og derfor intrinsisk og uomgængelig (“intrinsic load”),
- en irrelevant (“extraneous load”)
- og en relevant (“germane load”).

Dette triadiske skel har betydning for mikrogranulering af indhold, som beskrevet oven for. Væsentligst i relation til udtryk er, at Mayers principper for multimodal repræsentation koncentrerer udtryksformen om en koncis og kohærent repræsentation af en uomgængelig iboende kognitiv belastning forbundet med en bestemt opgaveløsning og videnstilegnelse, samtidig med at man forsøger at reducere irrelevant information for at undgå kognitiv overbelastning. Et kritisk spørgsmål er derfor, i hvilket omfang *Rhapsode* repræsenterer en relevant belastning, der ligger ud over den nødvendige og relevante belastning?

Det minimalistiske design er i vores optik forbundet med en række risici. Mayers principper kan for det første komme til at fremme faglig præcision på bekostning af for eksempel fortællende udtryksformer, der motiverer eleverne og møder dem i øjenhøjde. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på, at brug af især verbalsproglige fagbegreber ikke bliver for vanskelige for de yngste elever. Ønsket om præcision kan resultere i en brug af fagsprog, der er klar og tydelig ud fra et lærerperspektiv, men vanskelig at forstå og forbinde sig med ud fra et elevperspektiv. Vi vender tilbage til denne problematik i forbindelse med en diskussion af, om begrebsforståelse i det hele taget bør være forbundet med en åben og undersøgende begrebsdannelse. Et andet opmærksomhedspunkt er behovet for variation i udtrykket og repræsentation af relevant belastning ud over kernestoffet. Udfordringen er her, at algoritmen og designet sætter fokus på et feedback-loop med *Rhapsodes* automatiserede respons til eleverne samt deres selvevalueringer som input til *Rhapsode*, der i sagens natur giver indblik i elevernes oplevede effekter på kort sigt, men ikke giver indsigt i de former for langsigtet virkning, som et bredere repertoire af relevant belastning sigter mod og kan bidrage til. Denne problematik er nært forbundet med aktiviteterernes betingelsesstruktur.

Rhapsodes indhold og kognitive stilladsering

I ethvert læremiddel er der en nær sammenhæng mellem udtryk, aktiviteter og indhold. Læremidlets udtryk repræsenterer dets indhold, og dets aktiviteter rammesætter elevernes arbejde med og fortolkning af indholdet. Dermed repræsenterer *Rhapsodes* minimalistiske design ud fra CLT-principper et højstruktureret indhold, mens de prioriterede aktiviteter fastlægger, hvad der er faglig kerne og periferi.

Selvom det adaptive interaktionsdesign er dynamisk og foranderligt, ligger der en statisk indholdsstruktur bag med knudepunkter, som *alle* elever kommer igennem uanset niveau og præstation. Det er ikke så meget indholdet i sig selv, men rækkefølgen af opgaver, der varierer med elevens læringsti. Læringsmålstyringen, den konvergerende brug af modaliteter og de overvejende instruktivistiske aktiviteter gør, at det indhold, eleverne skal arbejde med, er fastlagt og højstruktureret. Der er hverken et åbent eller halvåbent felt af gyldige handlinger. Derfor er der heller ikke et semistruktureret udfaldsrum med flere mulige svar og opgaveløsninger. Elevernes gyldige svar og former for videnstilegnelse er givet på forhånd. Designeren har dermed på forhånd defineret, hvad eleverne skal lære om indholdet, hvilket gør det lettere at formulere selvrettende opgaver, der kan levere data til algoritmen.

Den høje grad af strukturering gør det vanskeligt at skelne mellem indhold og viden i matematikundervisningen. Hvis indholdet skal have en substantiel karakter, må det på eksemplarisk vis være forbundet med matematiske fænomener og problemer, eleverne udforsker enten inden for faget eller i relation til fagets omverden (Hansen, Elf, Misfeldt, Gissel & Lindhardt, 2020, s. 86-88). Viden om indholdet er resultater af matematiske undersøgelser, der typisk er formuleret som påstande, regler og procedurer, for eksempel den pythagoræiske læresætning. Eleverne skal gøre sig erfaringer med, at matematik er mere end formidling af andres resultater. De skal udvikle en forståelse af, at også matematikken er eksperimentel og undersøgende (Hansen et al., 2020, s. 71-76). Undersøgelser kan være mere eller mindre åbne og styrede fra rent eksplorative til investigerende, hvor man afprøver hypoteser. De kan rette sig mod rent matematiske problemstillinger eller problemer i fagets omverden. Dette er relevant at fremhæve i denne sammenhæng for at sætte det højstrukturerede indhold i *Rhapsode* i perspektiv og reflektere over, hvordan det kan kobles til mere åbne og undersøgende dele af faget.

Det højstrukturerede indhold i *Rhapsode* hænger som beskrevet ovenfor sammen med prioriteringen af den form for kognitiv belastning, der anskues som nødvendige indholdselementer i forhold til elevernes forståelse og problemløsning. Elementerne er netop intrin-

siske i den forstand, at de bliver bestemt med afsæt i en analyse af indholdets egen struktur og på den måde kommer indefra. Udfordringen er, at det kan være vanskeligt at afgøre, hvad der er intrinsisk, og hvordan man skelner mellem det intrinsiske, og det man inden for CLT opfatter som relevant kognitiv belastning.

Matematikfaget adskiller sig fra mange andre fag og genstandsområder, fordi fænomenerne er præget af en høj grad af regularitet, der gør det lettere at strukturere indholdet, hvilket også er tydeligt i *Rhapsode*. Som eksempel på dette anvender vi modulet om formler.

Første halvdel af modulet bidrager til begrebsforståelse af formler ved at kredse om intrinsiske elementer, der har betydning for tilegnelsen. Eleverne skal således lære at identificere en formel, forstå forholdet mellem formler og ligninger, identificere variable i en formel, isolere variable, omskrive formler i henholdsvis ét og to trin samt forstå den algebraiske formel for et rektangels areal. Ved at bruge formelen for hastighed ($v = s/t$) som eksempel på isolering af variable, øger *Rhapsode* sandsynligheden for en intuitiv forståelse, fordi de fleste har erfaring med, at der er en sammenhæng mellem tid, strækning og hastighed. *Rhapsode* benytter imidlertid ikke fortællende hverdagsoplevelser, der kan knytte an til elevernes erfaringsverden. Dem må læreren supplere med, hvis elever har vanskeligt ved at forstå dette element. I stedet repræsenterer *Rhapsode* denne isolering som en simpel interaktiv model, hvor man kan skifte mellem isolering af de tre variable. Den interaktive model forbereder hermed en senere opgave, hvor eleverne skal omskrive formler, idet den fremstiller en omskrivning af formelen for hastighed til henholdsvis en formel for tid ($t = s/v$) og en formel for strækning ($s = t \cdot v$).

Anden halvdel af modulet bidrager til begrebsforståelsen med en række opgaver med algebraiske formler, der dels kan bruges til at beskrive geometriske sammenhænge med algebraiske udtryk, og dels kan hjælpe eleverne med at konsolidere tilegnelsen af læringsmålet "Genkende formler som et udtryk for en sammenhæng". Man kan her spørge, hvad det vil sige at genkende. Læringsmålene er typisk formuleret med verber fra de nederste niveauer i Blooms taksonomi (Bloom, 1956), men målet om at "genkende" er mere eller mindre avanceret afhængigt af, om det eksempelvis er fysiske, kemiske, biologiske eller algebraiske sammenhænge, der skal genkendes, hvor komplekse sammenhænge er, og om de er intuitivt forståelige eller kræver en længere række af beregninger og eksperimenter at forstå og underbygge, som det for eksempel er tilfældet med $E = mc^2$.

I forlængelse heraf kan man spørge til det taksonomisk set mere krævende læringsmål "Anvende formler til problemløsning". Modulet lever op til CLT-kravene om at undgå overbelastning af korttidshukom-

melsen ved at vælge forholdsvis simple eksempler på formler og et højstruktureret indhold fra det algebraiske stofområde, men eleverne lærer af samme grund kun at anvende formler til problemløsning inden for et afgrænset område. Derfor er der ikke tale om en specielt elaboreret anvendelse, der lægger op til en forståelse af, at forskellige typer af formler relaterer til forskellige typer af sammenhænge i verden. Formuleret med CLT-termer er det en principiel diskussion i sig selv, hvorvidt denne forståelse er et intrinsisk eller blot et relevant element i en begrebslig forståelse af formler.

Prioriteringen af et højt struktureret indhold i *Rhapsode* peger på, at der ofte er tale om et pragmatisk skel mellem de intrinsiske elementer, der inkluderes i modulerne, og de relevante elementer, som enten kun tilføjes som ekstra aktiviteter i læremidlet eller ekskluderes. Hvis modulet skal bidrage til elevernes udvikling af en modeleringskompetence, hvor de selv er i stand til at forstå og anvende forskellige typer af formler i relation til problemstillinger i fagets omverden (Jensen, 2009), så er det vigtigt, at læreren er opmærksom på, at der ofte vil være intrinsiske elementer i begrebsforståelsen, der ikke er inkluderet i læremidlet af pragmatiske årsager. Derfor kræver en kvalificeret brug af *Rhapsode* tid til forberedelse og evaluering. Det gør kvalificeret brug af andre didaktiske læremidler også, men det er vigtigt at understrege ved adaptive læremidler, således at man ikke kommer til at antage, at de kan erstatte læreren. Analysen af *Rhapsode* dokumenterer tværtimod, at der er behov for at gentænke både lærerens rolle og brugen af lærervejledninger og andre former for inspiration til den didaktiske rammesætning, hvis man ønsker at anvende læremidlets adaptive egenskaber til en differentieret og motiverende undervisning.

Rhapsode i et diskursperspektiv

Det didaktiske designperspektiv kan med afsæt i den Fairclough-inspirerede model udvides med et diskursperspektiv, der fortolker *Rhapsodes* design og didaktik i relation til en større kontekst. Som det blev tematiseret i indledningen, er fortolkningen af ALT og adaptive læremidler genstand for en diskurskamp i såvel den politiske som den pædagogiske offentlighed. En diskurs er en sammenhængende kæde af ytringer, der tilskriver et fænomen bestemte værdier og betydninger, som er med til at farve forståelsen af fænomenet (Jørgensen & Phillips, 1999). Man kan forholde sig mere eller mindre kritisk til en diskurs, men da der er tale om et større og ofte underforstået netværk

af betydninger, kan det være vanskeligt at få skabt tilstrækkeligt analytisk distance. Det kræver et bredt udsnit af tekster og ytringer, der kan dokumentere et bredspektret virkningsmønster.

Rhapsode er således et adaptivt læremiddel, der eksempelvis både kan anskues ud fra en *effektiviserings-*, en *optimerings-*, en *fremmedgørelses-*, en *forsimplings-* og en *overvågningsdiskurs*. De fem foranstillede led er præfikser, der angiver strukturerende begreber for diskurserne, også kaldet nodalpunkter (Jørgensen & Phillips, 1999). Den metodiske udfordring er, at det kræver en kombination af selektionskriterier at belyse forholdet mellem disse diskurser og deres samfundskontekster. Det er ikke muligt at gennemføre en fyldestgørende diskursanalyse inden for rammerne af denne artikel, men vores model for diskurskontekster kan bruges til at fremhæve principielle forhold, for eksempel at forskellige samfundskontekster kræver valg af forskellige typer af tekster.

Stat og kommuners diskurs analyseres via policy papers og styringsdokumenter. Første led i styringskæden er de fællesoffentlige digitaliseringsstrategier fra 2001 og frem samt i næste led kommunernes strategier for digitalisering, for eksempel den strategi konsulentvirksomheden *DareDisrupt* formulerede på vegne af Kommunernes Landsforening i 2017, der kombinerer en effektiviserings- og optimeringsdiskurs:

” Kunstig intelligens og læringsrobotter kan overtage dele af instruktionen til opgaveløsning og undervisningen i fagene. Derfor bliver pædagogernes og lærernes opgave en anden og kravene til deres kompetencer ændres. Det er ikke længere nødvendigt, at f.eks. læreren er faglig ekspert i et fag eller forbereder den samme undervisning igen og igen. Det kan algoritmerne klare, endda bedre og mere individuelt tilpasset end et menneske kan. Lærernes og pædagogers opgave bliver i højere grad at monitorere, facilitere og moderere læringen og progressionen og i samarbejde med teknologien understøtte alle børns læring.
(DareDisrupt, 2017, s. 55)

Markedet som samfundskontekst analyseres via PR og markedsføringstekster for læremidler, men også begrundelser for satsninger og investeringer, fx blev Vækstfondens tildeling af 190 millioner til Areaq begrundet med en vurdering af innovationspotentiale, markedsmuligheder og en opfattelse af EdTech som et investeringsområde (Vækstfonden, 2018). Inden for den politiske og pædagogiske offentlighed kan markedets diskurs fremprovokere moddiskurser, der manifesterer sig i opinionstekster. Det kan man analysere ved at sætte fokus på nogle af de metaforer, der ligger til grund for betydningskæder,

som tegner et særligt samstemt billede af et fænomen, for eksempel af forholdet mellem mennesker og maskiner, som det er tilfældet på Areag's *LinkedIn*-side, hvor de præsenterer den filosofi, der ligger bag *Rhapsode*:

” We have systematically invested in “supercharging” humans through specialized software and technology. The reason is we know that humans combined with technology is a superior approach for each individual.
(Areag Lyceum, u.d.a.)

Maskinmetaforen “supercharging” bidrager til et billede af mennesket som en *cyborg*, der kan ”boostes” ved hjælp af specialiseret teknologi. Den indgår i en betydningskæde, der også betegnes som en ”ækvivalens-kæde”, fordi resultatet er et ækvivalerende billede, det tilskriver forholdet mellem menneske og maskine en bestemt symbolsk betydning. Denne ækvivalens-kæde er del af en større magtdiskurs forbundet med magtfulde instanser (for eksempel Digitaliserings- og Økonomistyrelsen), der fremprovokerer moddiskurser, eksempelvis en fremmedgørelses-, en forsimples- og en overvågningsdiskurs. Det blev tydeligt ved lanceringen af *Rhapsode*, der ”gav voldsomme reaktioner i den danske uddannelsesdebat” (Alsinger, 2018). Ud over at blive kategoriseret som en forsimplet form for færdighedstræning og faktafokusering blev det udråbt til at være et eksempel på en ”slags statsstøttet læringsterrorisme” (Mårtensson, 2018).

De potentielle forskelle og brudflader kan relateres til forskellige samfundskontekster. Dette har vi forsøgt at indkredse med Figur 1. Pointen er, at det bliver nødvendigt at koble diskursanalyse med en strukturanalyse af samfundsmæssige forhold for at kunne at vurdere, om fænomener, der ud fra ét perspektiv fremtræder som donation, optimering og effektivisering, ud fra ét andet perspektiv fungerer som investering, overvågning og kapitalisering af data om brugernes adfærd (Hof, 2018; Bowles, 2019; Macgilchrist, 2019; Selwyn, Hillman, Eynon, Ferreira, Knox, Macgilchrist & Sancho-Gil, 2020). Markedsføringen af *Rhapsode* som personaliseret, adaptiv læringsteknologi taler direkte ind i denne debat og diskursive kontekst.

Mellem redesign, regulering og redidaktisering

Som det gerne skulle være fremgået, ligger tyngden i den gennemførte læremiddelanalyse i en didaktisk analyse, der bliver kombineret med en analyse af læremidlets design og en skitse til en diskursanalyse.

De tre niveauer er alle nødvendige for at forstå læremidlets potentiale og betingelserne for, om det bliver realiseret. Kombinerer vi de tre perspektiver, bliver det tydeligt, at udvikling af adaptive læremidler befinder sig i et dilemma mellem redesign, regulering og redidaktisering. Sidstnævnte betegner lærerens omfortolkning og tilpasning af læremidlet med afsæt i sit eget didaktisk ståsted. Derfor vil denne artikel blive sammenfattet med henblik på en perspektivering af forholdet mellem redesign, regulering og redidaktisering.

Læremiddelanalysen peger på flere forhold, der umiddelbart lægger op til redesign og videreudvikling. Det gælder for eksempel udviklingen af tekst-til-tale-funktioner, en pædagogisk tilpasning af sprogbrugen til 4. klasses trin, indforståede indholdselementer samt udvikling af algoritmen, så eleverne ikke kan opleve at blive fanget i en for dem meningsløs gentagelse. Det er ikke så overraskende i forbindelse med udvikling og afprøvning af et nyt læremiddel. Mere interessant i et videre perspektiv er de mere principielle problemer og dilemmaer, man kan iagttage.

For det første er det oplagt, at der er behov for at styrke den didaktiske rammesætning og vejledning af lærerne i læremidlet, men også af eleverne. Det er en forudsætning for en kvalificeret brug, at lærere og elever forstår adaptive læremidlers muligheder og begrænsninger. Hvis man forstår adaptive design ud fra sociale mediers præferencebaserede tilpasning, vil man efterspørge mere lystbetonede elementer og forstå motivation som underholdning. Hvis man derimod forstår dem ud fra færdighedstrænende programmers tilpasning af sværhedsgrad, vil man snarere efterspørge differentiering af sværhedsgrad. Fælles for de to typer af adaptivitet er, at de typisk er forbundet med belønningssystemer, hvor man umiddelbart får tilfredsstillet behov. Det præferencebaserede er lystbetonet, mens det træningsbaserede er konkurrencebetonet, idet det er forbundet med lysten til at vinde. Derfor er det en udfordring at bringe adaptive læremidler i spil med henblik på faglig fordybelse og begrebsforståelse. Det kræver, at man markerer et brud med fritidskulturens præferenceorienterede underholdning og skolekulturens præstationsorienterede træning til fordel for en mestringsorienteret forståelse i undervisningen (Hansen et al., 2020, s. 40-41). Udfordringen er, at det ikke kun kræver et redesign af didaktiske læremidler, herunder et adaptivt læremiddel som *Rhapsode*, men også en redidaktisering af læremidlet med henblik på at bryde med didaktiske rutiner. Derfor er der behov for en tydelig didaktisk rammesætning fra lærerens side, der kan bidrage til en undervisning, hvor der er fokus på at udvikle elevens faglige interesse over tid.

For det andet er der behov for at styrke den didaktiske begrundelse for valg, repræsentation og rammesætning af indholdselementer

i undervisningen. *Rhapsode* er udviklet som et forståelsesorienteret læremiddel. Det konvergerende udtryk repræsenterer indholdet på så fagligt entydig og præcis en måde som muligt, der modsvarer et lukket og højstruktureret indhold. Aktiviteterne instruerer elevernes arbejde med indholdet på de laveste niveauer i Blooms taksonomi. Hermed lægger læremidlet op til, at det har en funktion som facilitator af basal videnstilegnelse, inden lærer og elever på anden vis arbejder med mere kreative, kritiske og anvendelsesorienterede former for matematik af højere orden. Som det er tematiseret i forbindelse med både analyse af udtryk, aktiviteter og indhold rejser det en række kritiske spørgsmål til forholdet mellem intrinsisk og relevant indhold. Hvordan forbinder man initial basal videnstilegnelse med elaborerede undersøgelser og tænkning af højere orden? Hvorvidt er det hensigtsmæssigt at lade Blooms taksonomi være styrende for progressionen i undervisningen? Hvordan vækker man elevernes faglige nysgerrighed og interesse? Det lette svar er, at det må læreren selv svare på og tage ansvar for gennem en tilrettelæggelse, hvor læremidlet integreres og redidaktiseres som del af et sammenhængende undervisningsforløb. Men det er ikke så let endda. Lærerenes dømmekraft og redidaktisering er en del af svaret, men vi må også skærpe kravene til design af læremidler og til forskning i brug af læremidler. Vi har brug for mere viden om, hvordan adaptive læremidler bør udvikles og anvendes, hvis en algoritmebaseret tilpasning skal bidrage til en god undervisning.

For det tredje hænger det sammen med et behov for at regulere brugen af data og algoritmer i skolen. Som den skitserede diskursanalyse pegede på, ændrer brugen af digitale data forholdet mellem didaktiske modeller og forretningsmodeller i skolen. Det rejser ikke kun et spørgsmål om ejerskab til data, men også til de algoritmer, der er blevet beriget af data. Hjælper det offentlige de private firmaer med at udvikle en digital infrastruktur, som man bagefter er afhængig af? Er et frit læremiddelmarked gearret til forretningsmodeller, hvor det ikke alene er teknologi, men også data, der er genstand for forretningsudvikling?

Redesign og redidaktisering bør derfor undersøges og diskuteres i sammenhæng med regulering af digitale læremidler. Det kan godt være, at algoritmer kan læse brugernes adfærd, men denne læsning er afhængig af læremidlernes design. I takt med at algoritmerne bliver klogere på os, må også vi blive klogere på dem, så vi ikke lader os styre blindt af korrelationer, men forholder os kritisk til den komplekse kausalitet, der ligger bag. Derfor er der brug for en kritisk forskning i sammenhænge mellem diskurs, didaktik og design, der ikke nøjes med at dokumentere målbare effekter på kort sigt, men undersøger de langsigtede virkninger i undervisningen og de forskellige typer af systemeffekter i forhold til regulering og forvaltning af skolen.

Referencer

- Alsinger, P.** (2018, 9. november). Han vil frigøre lærernes tid til den avancerede undervisning. *Folkeskolen.dk*. <https://www.folkeskolen.dk/645093/han-vil-frigoere-laerernes-tid-til-den-avancerede-undervisning>
- Area 9 Lyceum.** (u.d.a.). *Om* [LinkedIn side]. LinkedIn. Lokaliseret 16. juni, 2021, på <https://www.linkedin.com/company/area9lyceum/?originalSubdomain=dk>
- Area 9 Lyceum.** (u.d.b.). *Activity based learning with Area9 Rhapsode*. Lokaliseret 17. august, 2021, på <https://area9lyceum.com/adaptive-learning/activity-based-learning/>
- Boninger, F., Molnar, A. & Saldaña, C.** (2020). *Big claims, little evidence, lots of money: The reality behind the Summit Learning Program and the push to adopt digital personalized learning platforms*. National Education Policy Center.
- Bloom, B. S.** (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. *Handbook I: Cognitive domain*. McKay.
- Bowles, M.** (2019). *Machine Learning with Spark™ and Python®: Essential Techniques for Predictive Analytics*. John Wiley & Sons, Inc. DOI:10.1002/9781119562023
- Bundsgaard, J. & Hansen, T. I.** (2011). Evaluation of learning materials: a holistic framework. *Journal of Learning Design* 4(4), s. 31-44. DOI:10.5204/jld.v4i4.87
- Conejo, R., Guzmán, E., Millán, E., Trella, M., Pérez-De-La-Cruz, J. L. & Ríos, A.** (2004). SIETTE: A Web-Based Tool for Adaptive Testing. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 14(1), 29-61.
- DareDisrupt.** (2017). *Fem teknologiske temaer*. Kommunernes Landsforening.
- Fairclough, N.** (1992). *Discourse and social change*. Polity Press.
- FitzGerald, E., Jones, A., Kucirkova, N. & Scanlon, E.** (2018). A literature synthesis of personalised technology-enhanced learning: what works and why. *Research in Learning Technology*, 26. DOI:10.25304/rlt.v26.2095
- Gissel, S. T., Gynther, K., Hansen, T. I., Højgaard, T., Jørnø, R. L. V, Nortvig, A-M. & Pettersson, M.** (2020). *Rhapsode – design, brug og virkning*. Læremiddel.dk & AU. https://laeremiddel.dk/wp-content/uploads/2021/06/Rhapsode_Rapport_L%C3%A6remiddel.dk_o80621.pdf
- Guzmán, E., Conejo, R. & Pérez-de-la-Cruz, J. L.** (2007). Improving Student Performance using Self-Assessment Tests. *IEEE Intelligent Systems*, 22(4), 46-52. DOI: 10.1109/MIS.2007.71.
- Hansen, T. I., Elf, N. F., Misfeldt, M., Gissel, S. T. & Lindhardt, B. K.** (2020). *KVALITET I DANSK OG MATEMATIK: Et lodtrækningsforsøg med fokus på undersøgelsesorienteret dansk- og matematikundervisning*. Læremiddel.dk.
- Hansen, T. I. & Skovmand, K.** (2011). *Fælles mål og midler*. Klims Forlag.
- Hansen, T. I.** (2012). Udtryk og medier. I: S. T. Graf, T. I. Hansen & J. J. Hansen (red.), *Læremidler i didaktikken – didaktikken i læremidler*. Klims Forlag, 165-197.
- Hof, S. v. d.** (2018). *Children and data protection from the perspective of children's rights – Some difficult dilemmas under the General Data Protection Regulation*. Wolters Kluwer. Lokaliseret på <https://scholarlypublications.universiteitleid.nl/access/item%3A2973998/view>
- Jank, W. & Meyer, H.** (2010). *Didaktiske modeller – grundbog i didaktik*. Gyldendals Lærebibliotek.
- Jensen, T. H.** (2009). Modellering versus problemløsning – om kompetencebeskrivelser som kommunikationsværktøj. *MONA*, (2), 37-54.

- Jørgensen, M. W. & Phillips, L.** (1999). *Diskursanalyse som teori og metode*. Samfundslitteratur - Roskilde Universitetsforlag.
- Kirschner, P. A., Ayres, P. & Chandler, P.** (2011). Contemporary cognitive load theory research: The good, the bad and the ugly. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 99-105. DOI:10.1016/j.chb.2010.06.025
- Lanzilotti, R. & Roselli, T.** (2007). An Experimental Evaluation of Logiocando, an Intelligent Tutoring Hypermedia System. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 17, 41-56.
- Liu, M., McKelroy, E., Corliss, S. B. & Carrigan, J.** (2017). Investigating the effect of an adaptive learning intervention on students' learning. *Education Tech Research and Development*, 65, 1605-1625. DOI:10.1007/s11423-017-9542-1
- Lo, J. J., Wang, H. M. & Yeh, S. W.** (2004). Effects of confidence scores and remedial instruction on prepositions learning in adaptive hypermedia. *Computers & Education*, 42(1), 45-63. DOI:10.1016/S0360-1315(03)00064-2
- Macgilchrist, F.** (2019). Cruel optimism in edtech: when the digital data practices of educational technology providers inadvertently hinder educational equity. *Learning, Media and Technology*, 44(1), 77-86. DOI: 10.1080/17439884.2018.1556217
- Mayer, R. E.** (2009). *Multimedia learning* (2. udg.). Cambridge University Press.
- Mehta, N. & Assadpour, E.** (2017). The Chan-Zuckerberg Biohub: Modern Philanthrocapitalism Through a Critical Lens. *The Columbia University Journal of Global Health*, 7(2), 36-44. DOI:10.7916/thejgh.v7i2.6642
- Moreno, R.** (2006). When worked examples don't work: Is cognitive load theory at an Impasse?. *Learning and Instruction*, 16(2), 170-81. DOI:10.1016/j.learninstruc.2006.02.006
- Moreno, R. & Mayer, R.** (2007). Interactive Multimodal Learning Environments. *Educational Psychology Review*, 19, 309-326. DOI:10.1007/s10648-007-9047-2
- Mårtensson, B. D.** (2018, 11. januar). Vækstfonden, Area 9 og Ginnungagap. *Folkeskolen.dk*. <https://www.folkeskolen.dk/623653/vaekstfonden-area-9-og-ginnungagap>
- Nguyen, L.** (2015). *A User Modeling System for Adaptive Learning* [Konference præsentation]. The 17th International Conference on Interactive Computer aided Learning (ICL2014), Dubai, Forenede Arabiske Emirater. DOI:10.1109/ICL.2014.7017887
- Peng, H., Ma, S. & Spector, J. M.** (2019). Personalized Adaptive Learning: An Emerging Pedagogical Approach Enabled by a Smart Learning Environment. I: M. Chang, E. Popescu, Kinshuk, N-S. Chen, M. Jemni, R. Huang, J. M. Spector & D. G. Sampson (red.), *Foundations and Trends in Smart Learning. Lecture Notes in Educational Technology* (s. 171-176). Springer. DOI:10.1007/978-981-13-6908-7_24
- Pershan, M.** (2016). "Not a Theory of Everything": Debating the Limits of Cognitive Load Theory. Lokaliseret 17. august, 2021, på <https://cognitiveloadtheory.files.wordpress.com/2016/04/notatheoryofeverythingdebatingthelimitsofcognitiveloadtheory.pdf>
- Russakoff, D.** (2015). *The Prize: Who's in charge of America's Schools*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Saltman, K. J.** (2018). *The Swindle of Innovative Educational Finance*. Minneapolis University of Minnesota Press.
- Schnotz, W. & Kirschner, C.** (2007). A reconsideration of cognitive load theory. *Educational Psychology Review*, 19, 469-508. DOI:10.1007/s10648-007-9053-4

- Selwyn, N.** (2019). *Should robots replace teachers?: AI and the future of education*. John Wiley & Sons, Inc.
- Selwyn, N., Hillman, T., Eynon, R., Ferreira, G., Knox, J., Macgilchrist, F. & Sancho-Gil, J.M.** (2020). What's next for Ed-Tech? Critical hopes and concerns for the 2020s. *Learning, Media and Technology*, 45(1), 1-6. DOI: 10.1080/17439884.2020.1694945
- Sweller, J.** (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. DOI:10.1016/0364-0213(88)90023-7
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G. & Paas, F. G. W. C.** (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296. DOI:10.1023/A:1022193728205
- Tai, D. W-S., Tsai, T-A. & Chen, F. M-C.** (2001). Performance Study on Learning Chinese Keyboarding Skills Using the Adaptive Learning System. *Global Journal of Engineering Education*, 5(2), 153-161.
- Office of Educational Technology.** (2017). *Reimagining the Role of Technology in Education: 2017 National Education Technology Plan Update*. U.S. Department of Education.
- Verdu, E., Regueras, L. M., Verdu, M. J., De Castro, J. P. & Pérez, M. A.** (2008). Is adaptive learning effective? A review of the research. WSEAS International Conference [Referat]. *Mathematics and Computers in Science and Engineering*, 7.
- Vækstfonden.** (2018, 10. januar). *Ny investering: Area9 kan blive fyrtårn inden for uddannelsesteknologi* [Nyhed]. Lokaliseret på <https://vf.dk/nyheder/2018/area9/>
- Waters, J. K.** (2014, 16. april). The Great Adaptive Learning Experiment. *Campus Technology*. <https://campustechnology.com/articles/2014/04/16/the-great-adaptive-learning-experiment.aspx>
- Watters, A.** (2021). *Teaching machines: The history of personalized learning*. MIT Press.
- Xie, H., Chu, H.-C., Hwang, G.-J. & Wang, C.-C.** (2019). Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. *Computers & Education*, 140, 1-16.