

Leren over leren met AI: Het Flora Lighthouse Project

Joep van der Graaf, Heleen van der West, Susanne de Mooij, Inge Molenaar



Joep van der Graaf is onderzoeker AI in het onderwijs bij NOLAI.



Heleen van der West is projectleider co-creatie AI in het onderwijs bij NOLAI.



Susanne de Mooij is onderzoeker en data scientist bij NOLAI.



Inge Molenaar is wetenschappelijk directeur bij NOLAI en hoogleraar onderwijs en AI bij BSI.

De auteurs werken aan de Radboud Universiteit

In het onderwijs wordt Artificial Intelligence (AI) vaak benaderd vanuit twee perspectieven: leren met AI (AI als hulpmiddel) en leren over AI (AI als onderwerp). Dit artikel benadrukt de derde invalshoek: AI om te leren over leren. Hoe kan AI ons helpen om leerprocessen zichtbaar te maken en studenten te ondersteunen bij het ontwikkelen van zelfregulatievaardigheden?

1. Inleiding

Studenten in het hoger onderwijs hebben meer grip nodig op hun leerproces, omdat zij een groot deel van hun tijd zelfstandig werken. Grip krijgen is lastig, omdat studenten moeite hebben met Zelfregulerend Leren (ZRL). ZRL stelt een student in staat om hun eigen leren te monitoren en controleren; en bestaat uit kennis en vaardigheden die een student in staat stellen om doelen te stellen, het leerproces te monitoren en leerstrategieën aan te passen wanneer dat nodig is (Winne & Hadwin, 1998). Studenten vinden dit moeilijk, onder andere omdat zij vaak niet doorhebben welke leerstrategie zij op een bepaald moment gebruiken en ook niet altijd de leerstrategie kiezen die het best past bij de situatie (Winne & Jamieson-Noel, 2002). Docenten proberen studenten te ondersteunen in hun ZRL, maar die ondersteuning sluit vaak onvoldoende aan bij de specifieke leercontext. Instructie over ZRL is meestal algemeen van aard en niet gekoppeld aan de inhoud van specifieke cursus-

sen of opdrachten. Daarnaast richt ZRL-instructie zich vaak op het plannen van semesters of hele academische jaren, waardoor het lastig toepasbaar is binnen individuele opdrachten. Leren over leren gaat dus niet vanzelf: studenten hebben moeite met ZRL en de ondersteuning die zij krijgen sluit niet goed aan op wat zij nodig hebben binnen concrete leertaken.

De zelfregulatieprocessen zijn dankzij de verdere ontwikkeling van AI beter te meten. AI maakt het mogelijk om de interpretatie van data over hoe studenten leren fijnmazig en in real-time bij te houden en op systematische wijze van labels te voorzien. Hierdoor ontstaat rijke informatie over hoe zelfregulatieprocessen, zowel metacognitief als cognitief, zich tijdens het leren ontploegen. Deze informatie is waardevol voor studenten, omdat het hen kan helpen om beter sturing te geven aan hun leerproces en hun leerstrategieën te verbeteren.

Het Flora Lighthouse-project heeft als doel een leeromgeving te realiseren waarin AI de zelfregulatie van studenten ondersteunt en versterkt. Dit artikel gaat in op de vraag: Hoe kan AI worden ingezet om studenten inzicht te geven in hun cognitieve en metacognitieve processen, zodat zij leren reflecteren op hun eigen leren? Kortom: hoe wordt AI ingezet om te leren over leren?

2. Theoretisch kader

Om deze vraag te beantwoorden is het belangrijk om leren over leren en zelfregulatie te omschrijven.

Cognitie, Metacognitie en Zelfregulerend Leren (ZRL)

Cognitie

Cognitie verwijst naar mentale processen die betrokken zijn bij het verwerven, verwerken en toepassen van kennis. Het omvat activiteiten zoals waarnemen, begrijpen, onthouden, denken, analyseren en probleemoplossen. In een leercontext gaat het om processen die studenten gebruiken om informatie te verwerken en taken uit te voeren, zoals schrijven, lezen, notities maken, herschrijven, organiseren en elaboreren.

Metacognitie

Metacognitie is het bewust nadenken over het eigen leren. Het omvat het oriënteren op, en plannen, monitoren, analyseren en evalueren van cognitieve activiteiten. Studenten gebruiken metacognitieve vaardigheden om te bepalen wat ze moeten doen, hoe ze dat aanpakken en of hun aanpak effectief is. Het is dus leren over leren. *Zelfregulerend leren (ZRL)*

ZRL is het vermogen van studenten om hun leerproces actief te sturen. Het combineert cognitieve en metacognitieve processen en stelt studenten in staat om doelen te stellen, hun voortgang te monitoren en hun aanpak aan te passen wanneer dat nodig is. ZRL is cruciaal voor succesvol leren, vooral in het hoger onderwijs waar zelfstandigheid centraal staat.

Leren over leren verwijst naar het bewust worden van, reflecteren op en bijsturen van het eigen leerproces. Het gaat dus om zelfregulerend leren (ZRL). Het bereiken van een leerdoel is het resultaat van een balans tussen metacognitieve en cognitieve processen. Studenten weten vaak wél wat ze moeten doen om hun doelen te bereiken, maar hebben moeite om deze processen effectief te activeren en toe te passen. Voor betere leeruitkomsten is een bewuste en doelgerichte inzet van beide soorten processen noodzakelijk.

Binnen ZRL-theorie beschrijven Winne en Hadwin (1998) vier fasen in het leerproces:

1. Taakdefinitie – De student interpreteert de taak en de eisen die daarbij horen.
2. Doelen stellen en plannen – De student formuleert een specifiek doel en plant activiteiten om dat doel te bereiken.
3. Uitvoeren van de taak – De student voert cognitieve activiteiten uit en gebruikt metacognitieve activiteiten zoals monitoren en evalueren om te controleren of hij nog op koers ligt.
4. Evalueren en reflecteren – De student beoordeelt of doelen zijn bereikt en welke aanpassingen nodig zijn voor een volgende keer.

Hoewel deze fasen chronologisch lijken, benadrukken Winne en Hadwin (1998) dat studenten flexibel schakelen tussen fasen. Dit onderstreept de complexiteit van leren en de diversiteit aan leerstrategieën.

Nu we weten wat ZRL inhoudt, rijst de vraag: hoe meten we dit in de praktijk? Traditionele methoden, zoals vragenlijsten, zelfrapportage en observaties geven slechts beperkt inzicht in het dynamische karakter van leren. AI-gedreven benaderingen kunnen rijkere informatie bieden over hoe leerprocessen verlopen tijdens het leren.

3. Het Flora Lighthouse project

Om studenten beter inzicht te geven in hun leerproces, ontwikkelden we het Flora Lighthouse-project. We gebruiken AI om studenten hun eigen leerproces te laten zien en inzichtelijk te maken. Het Flora Lighthouse-project wil dus letterlijk en figuurlijk “een lichtje laten schijnen” op het leerproces van studenten en, zoals een vuurtoren, studenten met behulp van een dashboard richting te laten vinden in hun eigen leren. Het dashboard biedt hen inzicht in hoe zij leren, zodat zij bewuster keuzes kunnen maken en hun aanpak kunnen verbeteren. Dashboards zijn een veelbelovende manier om complexe leerdata toegankelijk te maken (Schwendimann et al., 2017). Ze visualiseren informatie, stimuleren zelfreflectie en kunnen leiden tot interventies die het leren optimaliseren (Matcha et al., 2020).

Het Flora Lighthouse-project bouwt voort op het eerdere FLORA-onderzoek (Li et al., 2025), waarin een AI-systeem werd ontwikkeld om cognitieve en metacognitieve processen tijdens het schrijven in real-time te labelen. De taak voor studenten is om aan de hand van enkele teksten een essay te

schrijven, waarin hun visie op de rol van AI in het onderwijs wordt beschreven. Tijdens deze taak wordt logdata (muis en toetsenbord) geregistreerd en verwerkt door een algoritme om te zo de data te labelen als leerprocessen.

Flora-engine om data te labelen als leerprocessen

De Flora-engine vertaalt het gedrag van studenten tijdens het schrijven – zoals typen, klikken en navigeren – naar herkenbare leeractiviteiten, zoals het label Instructie voor het bezoeken van de instructiepagina. Vervolgens groepeerde het deze activiteiten om inzicht te geven in denkstappen zoals plannen, controleren en evalueren.

Voorbeeld: Monitoring wordt herkend wanneer een student eerst irrelevante informatie leest, daarna de algemene instructie bekijkt en vervolgens doorgaat met relevante informatie (van der Graaf et al., 2023).

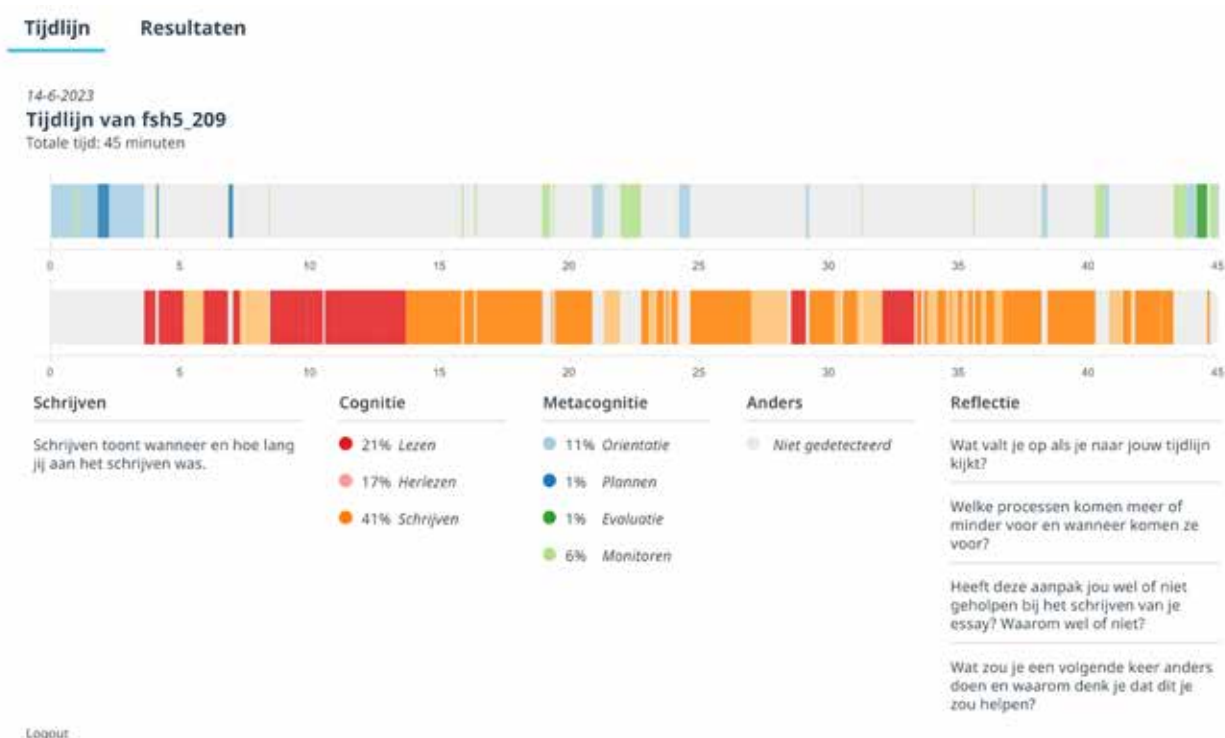
Om te controleren of de Flora-engine betrouwbaar werkt, hebben we de resultaten vergeleken met wat studenten hardop dachten tijdens het schrijven. Het algoritme herkende ruim de helft van deze denkstappen correct, wat laat zien dat het patronen in leren goed kan oppikken. Hoewel een score van iets meer dan de helft misschien laag lijkt, laat het onderzoek zien dat dit niveau van overeenstemming goed aansluit bij wat studenten zelf rapporteren en ervaren in hun leerproces. Dit resultaat wordt daarom gezien als een bevestiging dat de Flora-engine in staat is om betekenisvolle patronen in leerprocessen te herkennen.

FLORA richt zich op het ondersteunen van aanpassingen tijdens het leren (bijvoorbeeld tijdens een lopende schrijfopdracht). Lighthouse gaat een stap verder: het visualiseert het gehele leerproces en ondersteunt reflectie met een studentendashboard, zodat studenten aanpassingen kunnen maken voor een volgende opdracht. Lighthouse gebruikt dezelfde lees- en schrijftaak als FLORA. De leerprocessen worden gevisualiseerd in een dashboard voor studenten, zie Figuur 1. Het dashboard stimuleert reflectie en zelfregulatie door gerichte vragen, visuele feedback en ondersteunende structuur. Daarnaast is onderzocht welke pedagogische en didactische ondersteuning nodig is om studenten daadwerkelijk tot reflectie te brengen. De centrale vraag in het Lighthouse-onderzoek was: Hoe kunnen studenten een dashboard met AI-gelabelde data gebruiken om een beter inzicht te krijgen in hun eigen leren en daarmee leren over leren?

5. Methode

5.1 Onderzoeksopzet

Binnen het Flora Lighthouse-project is een Zelfregulatie-dashboard ontworpen, ontwikkeld, getest en doorontwikkeld via een iteratief Design-Based Research (DBR)-aanpak (McKenney & Reeves, 2012). Na een probleemanalyse en ontwerp en ontwikkelfase van het dashboard is het dashboard in pilots ingezet en geëvalueerd. Herontwerp vond plaats op basis van feedback. In dit proces is intensief samengewerkt met studenten, docenten en experts. Via klankbordsessies, focusgroepen en groepsdiscussies leverden deze stakeholders waardevolle input.



Figuur 1. Een screenshot van het Flora Lighthouse dashboard

5.2 Designprincipes van het dashboard

Het dashboard is ontwikkeld op basis van vier kernprincipes:

1. Theoretische onderbouwing – Het ontwerp sluit aan bij bestaande ZRL-theorieën en cognitieve/metacognitieve processen.
2. Inzicht in eigen leerproces – Studenten krijgen gedetailleerde informatie over hun activiteiten tijdens het leren.
3. Visualisatie volgens het ZRL-model van Winne en Hadwin (1998) – Het dashboard maakt de cyclische aard van leren zichtbaar door acties te koppelen aan fasen van plannen, uitvoeren, monitoren en reflecteren.
4. Stimuleren van reflectie – Het dashboard bevat prompts en visuele cues die studenten aanzetten tot nadenken over hun aanpak.

5.3 Pilots en deelnemers

Het dashboard is getest in zeven pilots bij vijf hogeronderwijsinstellingen, zie Tabel 1. In totaal namen 433 studenten deel. De pilots verschilden in context, maar hadden één gemeenschappelijk doel: inzicht geven in het schrijfproces en reflectie stimuleren.

6. Resultaten

Uit alle pilots kwam naar voren dat de studenten het dashboard konden gebruiken en er mee werken. Ook gaven zij aan dat ze potentie van het dashboard zagen in de ontwikkeling van hun ZRL-vaardigheden. Verder zagen we tijdens de pilots dat studenten het dashboard gebruikten om:

- Patronen in hun eigen cognitieve en metacognitieve processen te herkennen (bijv. veel tijd besteden aan oriënteren, weinig aan evalueren).
- Bewuster keuzes te maken voor een volgende opdracht.
- Feedback van het dashboard te koppelen aan hun eigen ervaringen.

Docenten gaven aan dat het dashboard hen hielp om gesprekken met studenten te verdiepen, omdat zij konden verwijzen naar concrete data over het leerproces.

7. Implicaties voor onderzoek en onderwijspraktijk

De resultaten van het Flora Lighthouse-project laten zien dat AI niet alleen een technologische innovatie is, maar ook een pedagogisch instrument kan zijn. Door inzicht te geven in het leerproces kunnen docenten:

- Diagnostiek verbeteren – Het dashboard biedt concrete data over hoe studenten leren, wat helpt om gericht op het leren te reflecteren. Dit kan individueel en op groepsniveau, zodat studenten onderlinge verschillen kunnen zien en van elkaar kunnen leren.
- Onderwijs personaliseren – Door patronen in leeractiviteiten te herkennen, kunnen docenten het gesprek met studenten openen over hoe ze leren en hoe ze dat kunnen optimaliseren.

Voor studenten betekent dit dat zij meer grip krijgen op hun eigen leren. Het dashboard maakt zichtbaar welke cognitieve en metacognitieve processen zij inzetten en waar verbeterpunten liggen. Dit stimuleert reflectie en helpt hen om bewuster keuzes te maken voor een volgende opdracht.

De ontwikkeling van AI-tools voor onderwijs vraagt om nauwe samenwerking tussen onderzoekers, docenten, onderwijsexperts, ict'ers en studenten. Het Flora Lighthouse-project toont aan dat co-creatie cruciaal is om technologie te laten aansluiten bij de onderwijspraktijk. Door iteratief te ontwerpen en feedback van gebruikers te integreren, ontstaat een tool die zowel technisch werkt, als ook didactisch waardevol is. Belangrijk is dat hierbij de didactiek aangepast wordt aan de technische tools en andersom. Voor onderzoek biedt het project nieuwe mogelijkheden om leerprocessen in real-time te bestuderen. De combinatie van logdata en AI-labeling opent de deur naar fijnmazige analyses van hoe leren verloopt. Dit kan leiden tot nieuwe inzichten in ZRL en de effectiviteit van interventies.

8. Aandachtspunten

Naast deze kansen zijn er ook aandachtspunten, zoals privacy en de rol van generatieve AI. Het gebruik van AI

Pilot	Instelling	Studie	Aantal studenten	Aantal groepen	Pilot taal
1	Radboud universiteit Nijmegen	Research master behavioral science	33	1	Engels
2	Hogeschool Arnhem Nijmegen	Master Ontwerpen van Eigentijds Leren	10	1	Nederlands
3	Radboud universiteit Nijmegen	Radboud In'to Languages	4	1	Engels
4	Erasmus universiteit Rotterdam	Master onderwijswetenschappen	35	2	Engels Nederlands
5	Rijksuniversiteit Groningen	Bachelor Artificial intelligence	121	7	Engels
6	Hanze hogeschool Groningen	Creative media en Game Technology	194	13	Engels
7	Radboud universiteit Nijmegen	Master onderwijswetenschappen	36	1	Nederlands

Tabel 1. Overzicht van aantal student per deelnemende instelling.

in onderwijs brengt belangrijke ethische vragen met zich mee. Hoe zorgen we ervoor dat data over leerprocessen veilig wordt opgeslagen en verwerkt? Transparantie is cruciaal: studenten en docenten moeten begrijpen welke data wordt verzameld, hoe deze wordt gebruikt en wat de implicaties zijn. Het Flora Lighthouse-project hanteert daarom principes van privacy by design en maakt algoritmen zo transparant mogelijk. Dit staat in contrast met de hedendaagse aandacht voor generatieve AI, zoals ChatGPT. Hierbij is het onduidelijk hoe de input verwerkt wordt door AI en hoe de output geëvalueerd kan worden. Een groot verschil is dat theorieën en modellen over leren en instructie ten grondslag liggen aan AI van Flora en het Lighthouse-dashboard. Dit is een voordeel voor docenten, omdat er zo een onderbouwd inzicht ontstaat in het leerproces van de student. Op deze manier gaat het niet per se om het eindproduct (dat deels of helemaal gemaakt kan zijn door generatieve AI), maar om de vaardigheden die de student laat zien tijdens het proces.

Tijdens de pilots vroegen studenten soms of hun leerproces “goed” was. Het project kiest bewust voor een niet-oordelende benadering: het dashboard geeft inzicht, geen beoordeling. Het doel is reflectie stimuleren die ontwikkeling richting geeft, niet normeren. Dit voorkomt dat studenten zich gecontroleerd voelen en bevordert eigenaarschap over het leren. Bovendien kan in elke situatie een ander leerproces effectief zijn. Zo kan het afhangen van de voorkennis over het onderwerp, waarbij iemand met meer voorkennis waarschijnlijk minder hoeft te lezen. Een ander voorbeeld is de metacognitieve strategiekennis. Iemand die meer weet over verschillende leerstrategieën en wanneer die effectief zijn, kan een betere balans vinden tussen leerprocessen, die om dezelfde beperkte tijd concurreren, denk aan lezen en schrijven (Van der Graaf et al., 2022). Oftewel, wij denken dat ZRL meer gestimuleerd wordt zonder een normatief oordeel en dat studenten zelf concluderen wanneer een leerproces nuttig was en waarom, zodat in het vervolg zelfstandig een passende keuze is te maken.

De inzet van AI-tools vraagt om nieuwe vaardigheden van docenten. Twee aspecten zijn essentieel:

- Technologische kennis – Docenten moeten begrijpen hoe de tool werkt en hoe zij data kunnen interpreteren.
- Didactische integratie – De tool moet aansluiten bij het leerproces en op het juiste moment worden ingezet.

Hierbij kan het DigCompEdu-framework (Digital Competence Framework for Educators) richting geven: digital competent zijn heeft invloed op meerdere aspecten van het onderwijs, zoals beoordelen, lesgeven en leren. Ook biedt het kader van ZRL houvast, omdat docenten ook

deze kennis en vaardigheden nodig hebben om hun eigen onderwijs te optimaliseren en ZRL te onderwijzen aan hun studenten.

De geleerde lessen kunnen in drie punten worden samengevat. Just-in-time inzet is cruciaal: sluit aan bij wat studenten op dat moment leren. Zij herkennen zo hun eigen aanpak en zien direct hoe hun keuzes het leerproces hebben beïnvloed. Dit maakt reflectie concreter en vergroot de kans dat studenten hun gedrag daadwerkelijk aanpassen. De maakt de verbinding tussen inzicht en actie sterker. Zorg voor een robuuste applicatie; technische problemen leiden tot afhaken. Creëer een cultuur die openstaat voor innovatie en experimenten en leren van fouten/misinterpretaties. Docenten hebben een cruciale rol in het creëren van een cultuur waarin vallen en opstaan en leren van fouten de ontwikkeling van zelfsturing stimuleert.

9. Conclusie: Een nieuw licht op leren

AI biedt een krachtige mogelijkheid om inzicht te krijgen in het leerproces zelf. Het Flora Lighthouse-project laat zien hoe AI kan worden ingezet om studenten niet alleen te ondersteunen tijdens het leren, maar ook om hen te helpen leren over leren. Door leerdata zichtbaar te maken in een dashboard, krijgen studenten grip op hun cognitieve en metacognitieve processen.

Deze aanpak draagt bij aan:

- Betere zelfregulatie – Studenten leren reflecteren op hun aanpak en maken bewuster keuzes.
- Onderwijsinnovatie – Docenten krijgen nieuwe mogelijkheden voor diagnostiek en personalisering.
- Wetenschappelijke vooruitgang – Real-time data opent de deur naar diepgaand onderzoek naar hoe leren verloopt.

De metafoer van de vuurtoren is treffend: door een licht te laten schijnen op het leerproces, helpen we studenten koers te bepalen in een complexe leeromgeving. AI is daarbij geen doel op zich, maar een middel om leren transparanter, effectiever en betekenisvoller te maken.

Het Lighthouse-project heeft niet alleen inzichten opgeleverd, maar ook nieuwe initiatieven geïnspireerd. Een voorbeeld is het Zelfregulatie-project (<https://www.ru.nl/onderzoek/onderzoeksprojecten/zelfregulatie-tijdens-het-schrijven>), waarin we werken aan het verbeteren van schrijfvaardigheden van leerlingen in havo- en vwo-2 en -3 door ondersteuning van zelfregulatie met een dashboard. Dit laat zien hoe onderzoek naar AI en leren doorwerkt naar andere onderwijscontexten en doelgroepen.

Literatuur

- Fan, Y., van der Graaf, J., Lim, L., Raković, M., Singh, S., Kilgour, J., Moore, J., Molenaar, I., Bannert, M., & Gašević, D. (2022). Towards investigating the validity of measurement of self-regulated learning based on trace data. *Metacognition and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s11409-022-09291-1>
- Li, X., Fan, Y., Li, T., Raković, M., Singh, S., Graaf, J. van der, Lim, L., Moore, J., Molenaar, I., Bannert, M., & Gašević, D. (2025). The FLoRA Engine: Using Analytics to Measure and Facilitate Learners' Own Regulation Activities. *Journal of Learning Analytics*, 12(1), 391–413. <https://doi.org/10.18608/jla.2025.8349>
- Matcha, W., Uzir, N. A., Gašević, D., & Pardo, A. (2020). A Systematic Review of Empirical Studies on Learning Analytics Dashboards: A Self-Regulated Learning Perspective. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(2), 226–245. <https://doi.org/10.1109/TLT.2019.2916802>
- McKenney, S. E., & Reeves, T. C. (2012). *Conducting educational design research*. Routledge.
- Schwendimann, B. A., Rodríguez-Triana, M. J., Vozniuk, A., Prieto, L. P., Boroujeni, M. S., Holzer, A., Gillet, D., & Dillenbourg, P. (2017). Perceiving Learning at a Glance: A Systematic Literature Review of Learning Dashboard Research. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(1), 30–41. <https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2599522>
- van der Graaf, J., Raković, M., Fan, Y., Lim, L., Singh, S., Bannert, M., Gašević, D., & Molenaar, I. (2023). How to design and evaluate personalized scaffolds for self-regulated learning. *Metacognition and Learning*, 18(3), 783–810. <https://doi.org/10.1007/s11409-023-09361-y>
- van der Graaf, J., Lim, L., Fan, Y. *et al.* The Dynamics Between Self-Regulated Learning and Learning Outcomes: an Exploratory Approach and Implications. *Metacognition Learning* 17, 745–771 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11409-022-09308-9>
- Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (1998). Studying as self-regulated learning. In *Metacognition in educational theory and practice* (pp. 277–304). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Winne, P. H., & Jamieson-Noel, D. (2002). Exploring students' calibration of self reports about study tactics and achievement. *Contemporary Educational Psychology*, 27(4), 551–572. [https://doi.org/10.1016/S0361-476X\(02\)00006-1](https://doi.org/10.1016/S0361-476X(02)00006-1)