Leidt het gebruik van computerfeedback tijdens het maken van opdrachten tot betere leerresultaten voor basisschoolleerlingen in vergelijking met 1-op-1 begeleiding van hun docent?

Beantwoord door Carolien van Rens en Melissa van Amerongen (kennismakelaars Kennisrotonde).

2 november 2023

KR. 1790

Kort antwoord

Directe individuele feedback, tijdens het maken van een opdracht, is effectief om leerlingen te leren kennis en vaardigheden aan te leren. Maar het is niet zo efficiënt: een leraar kan telkens maar één leerling van feedback voorzien. Digitale tutors (intelligente tutorsystemen) kunnen wel zorgen voor gelijktijdige individuele directe feedback. Als deze systemen adaptief reageren op elke stap die een leerling moet nemen in een opdracht blijken ze - voor afgebakende en goed gestructureerde kennis- en vaardigheidsdomeinen - even goed of beter te werken dan klassikaal onderwijs en zelfs even goed als 1-op-1 begeleiding.

Antwoord

Directe feedback is effectief, maar tijdsintensief

Feedback is een essentieel onderdeel van het leerproces om nieuwe kennis en vaardigheden te verwerven. De kwaliteit en het tempo van het leren verbetert aanzienlijk als deze feedback geleverd wordt op het moment dat de leerling het nodig heeft, zoals tijdens het werken aan een taak of opdracht (Aleven et al., 2016; Brooks et al., 2019; Deeva et al., 2021). Ervaren tutors 'scaffolden' met feedback het leerproces van hun leerlingen. Ze helpen leerlingen hun fouten herkennen en geven een tweede kans om een oplossing te geven. Scaffolding en feedback zijn dan ook nauw verweven (Tärning, 2018). Eén-op-een tutoring is juist dankzij directe feedback en scaffolding een bijzonder effectieve manier om onderwijs te geven (VanLehn, 2011).

Eén-op-een tutoring is effectief, maar niet erg efficiënt: het kost een leraar heel erg veel tijd. Een leraar voor een klas kan onmogelijk real-time feedback geven aan al haar/zijn leerlingen. Digitale leermiddelen zouden dat in principe wel kunnen (Tärning, 2018).

In de dagelijkse onderwijspraktijk wordt weinig gebruikgemaakt van directe feedback op (sub)taakniveau

Digitale en adaptieve oefenprogramma's worden al langere tijd ingezet in het basis- en voortgezet onderwijs. De meeste programma's die in de praktijk worden gebruikt geven correctieve feedback. Daarmee bedoelen we dat het systeem achteraf aan de leerling aangeeft of een gegeven antwoord juist is,

al dan niet met een uitleg waarom (*elaborate feedback*). De inzet van dergelijke digitale programma's als aanvulling op de instructie van de docent kan leiden tot een verbetering van de leerresultaten (Kennisrotonde, 2017, 2019). Maar de reikwijdte van dit soort apps is wel beperkt: ze zijn goed om te automatiseren (bijvoorbeeld spellingsregels uit je hoofd leren, of de tafels), maar ze zijn niet zo geschikt om nieuwe of meer complexe kennis en vaardigheden aan te leren (Kennisnet, 2013).

Een ITS is een digitaal leermiddel dat de leerling 1:1 begeleidt

Er wordt al lange tijd onderzoek gedaan naar de effectiviteit van computersystemen die leerlingen individueel begeleiden bij het verwerven van kennis en vaardigheden (Onderwijsraad, 2022). Dit soort systemen geven geen - of niet alleen - feedback op het antwoord, maar ze geven (ook) feedback op de tussenstappen die de leerling kan nemen om te komen tot een goed antwoord (Brooks et al., 2019; Tärning, 2018; Tärning et al., 2020), zoals bij één-op-één tutoring. Zulke intelligente tutoring systemen (ITS'en) worden dan ook wel digitale of cognitieve tutors genoemd. Ze worden met nieuwe informatietechnologieën steeds beter en sneller.

Een ITS is een geavanceerd educatief hulpmiddel dat leerlingen individueel begeleidt en ondersteunt bij hun leerproces. Het ITS analyseert het gedrag en de prestaties van de leerling en past de instructie aan op basis van individuele behoeften en voortgang. Hij biedt op maat gemaakte feedback, aanvullende uitleg en oefeningen om specifieke leermoeilijkheden aan te pakken (Paladines & Ramirez, 2020). Over het algemeen geeft het op elke stap in het probleemoplossingsproces feedback en hints, soms tijdens het maken van een opdracht, soms pas achteraf als de leerling de hele oplossing heeft ingediend (Paladines & Ramirez, 2020; VanLehn, 2011).

Onder de motorkap volgt het ITS de stappen die leerlingen zetten als ze een probleem oplossen en vergelijkt die met de correcte volgorde van stappen. Door meerdere oplossingspaden vooraf te modelleren, kan het ITS contextueel reageren. Een ITS kan dus anders reageren op dezelfde leerlinginput, afhankelijk van de gekozen strategie en de eerder genomen stappen. Dit maakt digitale tutors intelligent. Ook hints kunnen in dit opzicht adaptief zijn en contextafhankelijk (Aleven et al, 2016).

Om goed te werken zal het ITS het te leren kennis- of vaardigheidsdomein helder in beeld moeten hebben, met een beperkt aantal paden om tot een goede oplossing te komen. Een ITS wordt daarom vooral ingezet bij relatief goed gestructureerde problemen. Denk aan programmeren of het oplossen van een wiskundige vergelijking (Kulik & Fletcher, 2016). Veel van de huidige ITS'en richten zich dan ook op de exacte vakken.

Leerlingen leren effectief van intelligente tutorsystemen

Voor zover we kunnen achterhalen worden ITS'en in het Nederlands onderwijs nog niet veel ingezet. We hebben dan ook geen onderzoek gevonden naar inzet en effectiviteit van ITS'en in het Nederlands onderwijs. Maar er is internationaal veel bewijs dat goed ontworpen ITS'en kunnen bijdragen aan het verwerven van kennis en vaardigheden, wellicht zelfs even goed als een menselijke tutor.

Zo blijkt uit een overzichtsstudie van Aleven en collega's (2016) dat leerlingen kennis en vaardigheden verwerven als ze gebruikmaken van ITS'en. De onderzoekers hebben meerdere studies naar ITS'en vergeleken en keken naar het verschil tussen wat leerlingen na het gebruik van de ITS kunnen of weten, in vergelijking met de toets ervoor. Ze vonden effecten die varieerden van gemiddeld tot groot bij het werken met een ITS. Er werd dus niet vergeleken met andere vormen van onderwijs, zoals tutoring van een docent (Aleven et al, 2016). Een belangrijke verklaring voor de effectiviteit is dat de digitale tutor adaptief is: het

geeft niet alleen feedback aan de leerling, maar maakt slim gebruik van het gedrag en de antwoorden van de leerlingen als input om de eigen instructie aan te passen. Het blijkt vooral effectief om het aanbod aan te passen aan de (voor)kennis van leerlingen en aan de strategieën die leerlingen kiezen als ze een probleem op proberen te lossen (Aleven et al., 2017).

Ook in vergelijking met conventioneel (klassikaal) onderwijs presteren ITS'en goed. Kulik en Fletcher (2016) bestudeerden 50 experimenten met ITS'en waarbij een vergelijking werd getrokken tussen klassikaal onderwijs en intelligente tutoring. In 46 van de 50 experimenten deden leerlingen die gebruikmaakten van een ITS het beter dan leerlingen die klassikaal onderwijs volgden, in 36 van de 50 was het verschil groot genoeg om betekenisvol te zijn voor de instructie ("substantief", volgens de standaard van de What Works Clearinghouse). De onderzoekers beperkten zich tot ITS'en die volgens experts werkelijk als ITS kunnen worden aangeduid en die als kenmerk hebben dat ze net als menselijke tutors leerlingen helpen terwijl ze aan een probleem werken en niet pas als ze een oplossing hebben ingediend.

Ook uit de literatuurreview van Paladines en Ramirez blijkt dat ITS'en over het algemeen positieve resultaten boeken ten opzichte van traditionele leermethoden. Zij beperkten zich tot ITS'en die in natuurlijke taal (bijvoorbeeld Engels of Nederlands) met de leerling in dialoog kunnen gaan over de leerstof in plaats van voorgeprogrammeerde hints en feedback (Paladines en Ramirez, 2020). Het meeste onderzoek naar dergelijke ITS'en wordt gedaan in het hoger onderwijs, maar er zijn ook ITS'en met positieve resultaten voor het funderend onderwijs (zie bijvoorbeeld de vier verwijzingen in Paladines en Ramirez, 2020).

VanLehn (2011) ten slotte concludeerde naar aanleiding van zijn meta-analyse naar intelligente tutors dat digitale tutors leerlingen ongeveer even goed begeleiden als menselijke tutors. VanLehn vergeleek verschillende soorten computersystemen: grofmazig (feedback op het eindantwoord) en fijnmazig (feedback op stappen of tussenstappen). Uit zijn analyse blijkt ook dat digitale tutors die fijnmazig, op (tussen)stapniveau, feedback geven, veel effectiever zijn dan digitale tutors die op antwoordniveau feedback geven. Volgens VanLehn zijn digitale tutors die op stapniveau feedback geven zelfs ongeveer even effectief (ES=0.76) als menselijke tutors (die hij schat op ES = 0.79) (VanLehn, 2011).

Geraadpleegde bronnen

Aleven, V., McLaren, B. M., Sewall, J., van Velsen, M., Popescu, O., Demi, S., Ringenberg, M., & Koedinger, K. R. (2016). Example-Tracing Tutors: Intelligent Tutor Development for Non-programmers. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *26*(1), 224-269.

Aleven, V., McLauglin, E. A., Glenn, R. A., & Koedinger, K. R. (2017). Instruction Based on Adaptive Learning Technologies. In *Handbook of Research on Learning and Instruction* (2de dr., pp. 522-560). Routledge.

Brooks, C., Carroll, A., University of Queensland, Gillies, R., University of Queensland, Hattie, J., & University of Melbourne. (2019). A Matrix of Feedback for learning. *Australian Journal of Teacher Education*, *44*(4), 14-32.

Deeva, G., Bogdanova, D., Serral, E., Snoeck, M., & De Weerdt, J. (2021). A review of automated feedback systems for learners: Classification framework, challenges and opportunities. *Computers & Education*, *162*, 104094.

Kennisnet (2013). *Vier in Balans Monitor 2013. De laatste stand van zaken van ict en onderwijs*. Kennisnet.

Kennisrotonde (2017). *Is instructie aan leerlingen niet of minder noodzakelijk wanneer bij digitale oefeningen kwalitatieve feedback (met uitleg) gegeven wordt aan leerlingen die individueel met een (adaptief) programma werken?* (KR. 074).

Kennisrotonde. (2019). *Leidt een adaptieve leeromgeving (bij rekenen) voor leerlingen tot voldoende feedback en leerwinst en welke rol heeft de leraar daarin?* (KR.88).

Kulik, J., & Fletcher, J. (2016). Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems: A Meta-analytic Review. *Review of Educational Research, 86*(1), 42-78.

Onderwijsraad. (2022). *Inzet van intelligente technologie; een verkenning*. Onderzoeksraad.

Paladines, J., & Ramirez, J. (2020). A Systematic Literature Review of Intelligent Tutoring Systems With Dialogue in Natural Language. *IEEE Access, 8*, 164246-164267.

Tärning, B. (2018). Review of Feedback in Digital Applications – Does the Feedback They Provide Support Learning? *Journal of Information Technology Education: Research, 17*, 247-283.

Tärning, B., Lee, Y. J., Andersson, R., Månsson, K., Gulz, A., & Haake, M. (2020). Assessing the black box of feedback neglect in a digital educational game for elementary school. *Journal of the Learning Sciences, 29*(4-5), 511-549.

VanLehn, K. (2011). The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems. *Educational Psychologist, 46*(4), 197-221.

Over deze vraag

Opgesteld door:	Carolien van Rens (kennismakelaar Kennisrotonde) en Melissa van Amerongen (kennismakelaar Kennisrotonde)
Vraagsteller:	hoofddocent en onderwijskundige PABO
Onderwijssector:	po, vo, mbo, hbo
Trefwoorden:	ict, tutoring, feedback, digitale technologie
Referentie:	Kennisrotonde. (2023). *Leidt het gebruik van computerfeedback tijdens het maken van opdrachten tot betere leerresultaten voor basisschoolleerlingen in vergelijking met feedback van hun docent?* (KR. 1790).

Dit antwoord is gepubliceerd op Kennisrotonde.nl. De Kennisrotonde is samen met NCO en Onderwijskennis een dienst van het NRO.