Opgesteld door: Danira van Kempen (CED-Groep), Elly Konijn (VU) en Melissa van Amerongen (kennismakelaar Kennisrotonde).

Vraagsteller: beleidsmedewerker (schoolbestuur)

Referentie: Kennisrotonde. (2018). *Leren kinderen op de basisschool van instructie van een humanoïde robot?* (KR. 349) Den Haag: Kennisrotonde.

15 maart 2018

Vraag

Leren kinderen op de basisschool van instructie door een humanoïde robot?

Kort antwoord

Peuters, kleuters en basisschoolkinderen kunnen zelfstandig met een robot werken aan concrete taken, zoals woorden leren, de tafels oefenen of een puzzel oplossen. Leerlingen leren van een robot die voorleest, vertelt, overhoort, uitlegt en met je oefent. Hoewel er al verschillende studies zijn gedaan naar robots met een sociale benadering, zoals het kind aankijken, gebaren, complimenten geven, of individueel aangepaste reacties, blijkt hieruit niet eenduidig dat dit meerwaarde heeft voor het leren. Personaliseren in de zin van de stof aanpassen aan het niveau van de kinderen lijkt iets vaker positieve resultaten op te leveren.

Toelichting antwoord

Achtergrond vraag

Een scholengemeenschap in Friesland experimenteert met robots. Betrokkenen daarbij willen weten of robots een rol kunnen spelen in de instructie aan basisschoolkinderen en wat we dan weten over effectieve kenmerken van robots. Hoe belangrijk is het bijvoorbeeld dat robots zich menselijk gedragen? Voor welke kinderen zouden robots geschikt kunnen zijn? En wat weten we over effectieve didactische toepassingsvormen?

LAAN VAN NIEUW OOST INDIË 300 2593 CE DEN HAAG
POSTADRES POSTBUS 93461 2509 AL DEN HAAG
T 070 349 44 58 W WWW.KENNISROTONDE.NL

Robots als instructeurs
We beperken ons in dit artikel tot autonome fysieke robots met mensachtige kenmerken zoals armen, benen, een gezicht en met zintuigen zoals spraak en zicht. Een zoekbot of virtuele agent op de computer telt dus niet mee en een filmpje van een robot ook niet. Kinderen moeten hem kunnen aanraken. Robots die zich gedragen als vermenselijkte dieren (bijv. spraak) wel. Voorbeelden van humanoïde robots zijn de Nao-robot, de DragonBot (voor jonge kinderen), de iCat en Kaspar, die veel gebruikt wordt voor kinderen met autisme (zie afbeeldingen hieronder).









Vier onderwijsrobots: Nao Zora (still uit documentaire 'Altijd bij de les' (werktitel; Maaike Broos, 2018), Dragonbot (Kory Westlund et al., 2017), de iCat (Saerbeck et al., 2010) en Kaspar (afbeelding van http://www.herts.ac.uk/kaspar).

We beperken ons tot robots die ingezet worden voor instructie. We hebben in de geraadpleegde onderzoeken diverse manieren gezien waarop de robot kennis overdraagt. Zo kan hij een verhaal vertellen, of een woord of zin zeggen die de kinderen moeten herhalen om de uitspraak hiervan te oefenen. Sommige robots zijn supporters, die

dansjes doen of complimentjes geven bij een goed antwoord. Ook een lesvorm met commando's hebben we gezien (bijv. doe je handen omhoog, of loop naar de deur en weer terug).

Verwachte meerwaarde voor het onderwijs
De verwachte meerwaarde van de robots is dat deze ingezet zouden kunnen worden voor 1-op-1 leren dat in veel onderwijsliteratuur als meest effectief wordt aangemerkt. Voor een leraar is 1:1 leren nauwelijks haalbaar in de dagelijkse praktijk en bovendien minder efficiënt dan klassikaal onderwijs, maar een robot maakt 1:1 instructie wel mogelijk. Met de toenemende diversiteit in de klas, grotere groepen, toegenomen werkdruk en personeels- en budgettekorten, is de inzet van zulke nieuwe technologie interessant (Konijn & Hoorn, 2017).

Behalve de effectiviteit van 1-op-1-onderwijs, lijkt een meerwaarde van de inzet van robottutors te zijn dat robots zich niets aantrekken van individuele verschillen in achtergrond en iedereen gelijk behandelen – kinderen lijken hiervoor heel gevoelig en ervaren de robot als 'rechtvaardige' partner. Bovendien hebben robots oneindig veel geduld en zijn daarmee enorm geschikt voor het eindeloos herhalen van dezelfde taak (bijv. de tafels).

Vervolgens is het zo dat een robot natuurlijk net als een computer kan functioneren en alle kennis op internet ook voor een robot direct ter beschikking is, een robot kan daarmee tevens als interface tussen leerling en het internet ingezet worden. De robot vertelt dan de gevonden informatie in een dialoog. Een extra (toekomstige) meerwaarde van een robot als assistent in het onderwijs is dat een robot alles kan onthouden en toegang kan hebben tot elk persoonlijk dossier en daar de instructie op aan kan passen.

Bovengenoemde meerwaardes gelden in principe voor alle educatieve software. Een humanoïde robot brengt verder als meerwaarde mee dat het kijkgedrag en het met de ogen volgen van de leerling, alsook het direct aanspreken, directe aandacht van het kind opeist. Kinderen rapporteren dat ook zo: "de robot kijkt je aan en je moet wel reageren". Observaties van kinderen laten zien dat zij heel direct en spontaan op humanoïde robots reageren alsof het hun vriendje is – dat zeggen ze vaak ook zo (onderzoek Konijn & Hoorn, beschreven in Van Aken, 2016).

Wat weten we uit onderzoek over leeropbrengsten?
De verwachtingen van de meerwaarde van robots zijn hoog. Kunnen deze waargemaakt worden en wat werkt wel en wat niet?

In tabel 1 hieronder beschrijven we kort de verschillende onderzoeken die we hebben gevonden waarbij humanoïde robots instructie geven aan kinderen én onderzocht is wat en hoeveel kinderen daarvan leren.

Het gaat bijna telkens om kleinschalig en exploratief onderzoek, soms met maar enkele leerlingen. Bij kleine aantallen kinderen kunnen we niet over effecten spreken, hooguit over indicaties. De resultaten zijn dus voorlopig. De resultaten van kinderen die met robots werken, worden lang niet altijd vergeleken met een controlegroep met kinderen die les krijgen van een leraar of helemaal geen extra instructie krijgen.

Ook goed om te weten: soms manipuleren onderzoekers achter de schermen wat de robot zegt en doet, om te kijken of robotgedrag dat technisch nu nog lastig te realiseren is, wél de gewenste effecten op de kinderen heeft. Niet alle toepassingen zijn dus nu al goed te realiseren.

LAAN VAN NIEUW OOST INDIË 300 2593 CE DEN HAAG
POSTADRES POSTBUS 93461 2509 AL DEN HAAG
T 070 349 44 58 W WWW.KENNISROTONDE.NL

Bevindingen
Toch zien we de volgende bevindingen redelijk consistent terug in meerdere onderzoeken (zie tabel 1):

- Peuters, kleuters en basisschoolkinderen kunnen zelfstandig met een robot werken aan concrete taken, zoals woorden leren, de tafels oefenen, een puzzel oplossen of andere leertaken oefenen (o.a. Kory Westlund et al., 2016; Konijn & Hoorn, 2017; Kennedy et al., 2015, 2016).

- Effectieve instructies zijn: voorlezen, vertellen (bijvoorbeeld over favoriete dieren), herhalend leren (bijvoorbeeld de tafels), uitleg geven en oefenen (over een taak, priemgetallen).

- Kinderen leren meer van een robot die met intonatie voorleest dan zonder. Een robot zonder intonatie verliest snel de aandacht van de leerlingen (Kory Westlund et al., 2017; Ionnou et al., 2015).

- Kinderen leren al van kortdurende instructies en oefeningen, dit geldt voor kinderen van alle leeftijden (van peuters tot in de brugklas).

- Voor kinderen die al interesse hebben in bepaalde onderwerpen kan een robot als informatiebron en vraagbaak fungeren, ze kunnen hier zelfstandig vragen aan stellen (Shiomi et al., 2015).

- In de meeste studies werken kinderen zelfstandig met robots aan eenvoudige taken, zij het dat er vaak een tablet als interface wordt gebruikt (e.g., Kennedy et al., 2015).

- We hebben enkele studies gevonden waarbij een robot de leraar assisteert in de les, bijvoorbeeld door concepten te verhelderen. Het is nog te vroeg om iets te zeggen over de resultaten ervan: soms heeft het geen meerwaarde (Rosi et al., 2016), soms wel (Alemi et al., 2014).

- De leeropbrengsten die tot nu toe zijn gevonden variëren nogal en zijn in de meeste studies relatief klein.

- We hebben geen onderzoek gevonden dat de effectiviteit en efficiëntie van robots direct vergelijkt met alternatieven bij kinderen, zoals les van een leraar of les van een ander intelligent tutorsysteem, bijvoorbeeld een adaptief oefenprogramma op een tablet.

Er wordt veel onderzoek gedaan naar het effect van sociale gedragingen van een robot, in navolging van de onderwijsliteratuur, maar de resultaten variëren sterk. Net als bij mensen, blijkt het heel lastig om bepaalde gedragingen van de sociale robots te isoleren om te bepalen welk specifiek gedrag (bijv. aankijken of een gebaar) voor beter leren of juist afleiding zorgt. We weten dus nog niet goed óf en welke sociale gedragingen bijdragen aan het leren en welke juist niet (zie ook tabel 1).

Voorzichtig kunnen we zeggen dat robots met een bepaald sociaal gedrag (het kind met de ogen volgen, gebaren en complimenten maken, over zichzelf vertellen) kunnen zorgen voor meer aandacht en betrokkenheid van kinderen (Konijn & Hoorn, 2017; Saerbeck et

al., 2010). Maar dit zorgt niet altijd voor betere leerprestaties dan robots zonder dit sociale gedrag; het kan ook afleiden.

- Een robot die kinderen aankijkt, hun naam gebruikt en de stof aanpast aan hun niveau, was niet effectief op een rekentaak (even en oneven getallen onderscheiden); een neutrale robot wel (Kennedy et al., 2015).
- Een robot die kinderen persoonlijk groet, oogcontact maakt en motiverende gebaren maakt zoals handen klappen, is minder effectief op een rekentaak (tafels) dan een robot die dit niet doet. Dit geldt vooral voor kinderen met een lager leerniveau (Konijn & Hoorn, 2017).
- Een robot die de naam van het kind gebruikt, informatie over zichzelf geeft, vraagt naar hobby's van het kind en interesses en complimenten geeft, heeft geen meerwaarde voor het leren boven een robot die dat niet doet (Kennedy et al., 2016).
- In een klein onderzoekje had een robot die het kind aankijkt geen meerwaarde voor het leren ten opzichte van een robot die af en toe wegkijkt (Breazeal et al., 2016).
- Kennedy et al. (2017) vonden een verband tussen ervaren non-verbale nabijheid van de robot en leerprestaties.
- Een robot die de kinderen aankijkt, hun naam gebruikt en ze laat oefenen op taken die ze moeilijk vinden, levert betere resultaten bij een nieuwe taak maar niet bij een bekende taak (tafels) (Baxter et al., 2017).

Personaliseren in de zin van de stof aanpassen aan het niveau van de kinderen lijkt iets vaker positieve resultaten op te leveren.

- Robots die het niveau van de leerstof aanpassen aan het niveau van het kind, binnen de zone van naaste ontwikkeling, lijken vrij consistent tot betere resultaten te komen met de kinderen (Kory Westlund & Breazeal, 2015).
- Een vergelijkbaar resultaat komt uit een onderzoek naar het leren van Engelse woordjes. Daar bereikt de robot die gebaren gebruikt én adaptief taken kiest binnen de zone van naaste ontwikkeling van het kind de beste leerresultaten bij het kind. Kinderen raken dan ook minder snel verveeld (De Wit et al., 2018).

Wat verklaart deze variatie? Mogelijk gaat de socialisatietijd af van de leertijd of leidt het sociale gedrag af. Zo zagen we in meerdere onderzoekjes dat kinderen veel aandacht hebben voor het gedrag en de kunsten van de robot, maar misschien wat minder voor wat hij te vertellen had. En misschien werken sommige sociale gedragingen beter dan andere. Zo lijkt vragen naar een hobby weinig meerwaarde te hebben voor het leren, maar sociaal gedrag dat gericht is op het beter volbrengen van de taak wel (Saerbeck et al., 2010). Sociale gedragingen van een robot lijken ook beter te passen bij taakjes die taal betreffen dan bij rekentaakjes. Kenmerken van het kind kunnen ook meespelen, zoals het leerniveau: kinderen met een lager niveau lijken zich makkelijker af te laten leiden door het sociale gedrag van een robot (zie onderzoek Konijn & Hoorn, 2017). Het is dus niet de robot op zichzelf waar we leeropbrengsten aan kunnen toeschrijven, maar specifieke en nog lang niet helemaal begrepen functies van de robot, die in specifieke contexten en specifieke leerlingen tot hun recht kunnen komen.

Tabel: overzicht van onderzoek naar robots en leerprestaties.

	Interventie	Resultaat
Kory Westlund et al. 2017 n=50	Het kind (4-7 jaar) wordt voorgelezen door een robot. De ene groep door een robot die voorlas met intonatie, de andere groep door een robot die op een vlakke manier het verhaal vertelde.	De kinderen zijn meer geconcentreerd en meer emotioneel betrokken bij de expressieve robot. Ze gebruiken nieuw geleerde woorden vaker tijdens het navertellen en vertellen een langer verhaal.
Konijn & Hoorn, 2017 n=86	Het kind (8-10 jaar) wordt vijf minuten uit de les gehaald om de tafels van 6, 7, 8 en 9 te oefenen met robot Zora (een NAO-robot) gedurende drie weken (totaal drie keer vijf minuten). De ene helft leerde met een sociale robot: die groet een kind persoonlijk, maakt oogcontact en maakt motiverende gebaren (handen klappen). De andere helft kreeg les van een neutrale robot, die louter de tafels oefende en variaties op goed/fout feedback.	Alle kinderen leerden de tafels (gemeten met de tempotoets), maar beterpresterende kinderen leerden het meest met de robot. De robot zonder sociaal gedrag is het meest effectief, zeker voor de minderpresterende kinderen. De onderzoekers denken dat het sociale gedrag van de robot afleidt, vooral voor de kinderen die toch al minder presteren.
Kennedy et al. (2015) n=53	Het kind (7-8 jaar) voert een taak uit op een tablet: het moet even en oneven nummers sorteren. Sommigen krijgen uitleg van een robot. Er werd gekeken of het helpt als de robot sociaal gedrag vertoont (naam noemen, kind aankijken, meer oefenen op getallen waar het kind moeite mee heeft)	Als Nao instructie geeft, verbeteren de prestaties. Dit resultaat verdwijnt als NAO het sociale gedrag vertoont.
Kennedy et al. (2016) n=67	Het kind (8-9 jaar) krijgt feedback van een NAO robot bij het leren van Frans. Hierbij werd geëxperimenteerd met een sociale robot die de naam van het kind gebruikt, informatie over zichzelf geeft, vraagt naar hobby's van het kind en interesses en complimenten geeft.	De kinderen vergroten hun woordenschat Frans, maar er is geen meerwaarde gevonden van de sociale robot ten opzichte van een neutrale robot.

Breazeal et al. (2016) n=17	Het kind (3-5 jaar) ontmoet, samen met een volwassene, twee DragonBots, één sociaal betrokken en één die meer afgeleid overkwam. Beide vertellen over hun favoriete (verzonnen) dieren.	Haast alle kinderen herinneren zich evenveel van het favoriete dier van beide DragonBots en de meeste weten een of meer feiten te benoemen over het dier (alleen niet hun naam).
Kennedy et al. (2017) n=57	Kinderen (8-9 jaar) werken met een NAO-robot aan herkennen van priemgetallen. Er wordt geëxperimenteerd met verschillende varianten robots die elk een andere mate van nonverbale 'nabijheid' vertonen (oogcontact maken, hoofd en armen bewegen, naar voren leunen).	Kinderen behalen betere leerresultaten met een robot die een grote mate van nabijheid vertoont, mits de robot daarbij een passende uitstraling heeft (dus geen boze uitstraling bij nabijheid). Kinderen die met een 'asociale' robot werken (geen oogcontact, zakelijke feedback) behalen overigens even goede resultaten als kinderen die met menselijke tutors werken.
Saerbeck et al. (2010) n=18	Kinderen (10-11 jaar) krijgen les in de (verzonnen) Toko Pona taal, de taal die iCat spreekt. De kinderen spreken vloeiend Engels. Sommige kinderen krijgen les van een sociale iCat (samenwerkend, gebaren, suggesties doen, emoties tonen, levendig), andere van een neutrale (directief, autoritair, goed/fout feedback, neutraal, machine-achtig).	De kinderen die les krijgen van de sociale iCat leerden meer woorden dan kinderen die les krijgen van een neutrale iCat.
Baxter et al. (2017) n=59	Kinderen (7-8 jaar) werken zelfstandig met een NAO-robot aan een bekende taak (de tafels tot 12) en een nieuwe taak (onderwerpen uit het Stenen Tijdperk). De helft van de kinderen werkt met een robot die ze aankijkt, hun naam gebruikt en ze laat oefenen op taken die ze moeilijk vinden.	De kinderen leren meer van de nieuwe taak met de robot die ze aankijkt en laat oefenen met taken die ze moeilijk vinden, dan van de robot die dit niet doet. Bij de bekende taak maakt het niet uit met welke robot ze werken.

Movellan et al. (2009) n=9	Robot RUBI werkt zelfstandig met kinderen van gemiddeld 20 maanden oud aan hun woordenschat, gedurende een periode van 12 dagen.	Kinderen leerden met de robot meer nieuwe woorden (van 35% woorden goed naar 45% goed). Bij deze kleine aantallen kan dit resultaat puur toeval zijn.
Kory Westlund & Breazeal (2015) n=17	De robot vertelt een kind (4-6) een verhaal en verheldert daarbij lastige concepten in zijn verhaal. Het niveau van het verhaal werd aangepast aan het niveau van het kind. Daarna moet het kind het verhaal navertellen.	Kinderen vergroten hun woordenschat. Differentiatie in niveau zorgt ervoor dat kinderen langere en moeilijkere verhalen vertellen, vooral omdat kinderen die een hoog niveau aankunnen anders niet voldoende uitgedaagd worden (zone van naaste ontwikkeling).
Kory Westlund et al. (2017) n=36	Kinderen (2-5) bespreken samen met een DragonBot plaatjes van (niet bestaande) dieren. De ene keer liggen de plaatjes dicht bij elkaar, de andere keer niet.	Het is belangrijk hoe duidelijk de kijkrichting van de robot is: als niet goed te zien is naar welke plaatjes de robot kijkt, doen kinderen het niet beter dan het toeval.
Shiomi et al. (2015) Bereik: vier groepen kinderen met 114 leerlingen	Robovie is een robot die gesprekken over wetenschappelijke onderwerpen kan aangaan met kinderen (9-11). In de pauzes mogen kinderen vrij met hem omgaan en vragen stellen zoals: 'waarom is de lucht blauw?'. De robot onthoudt eerdere gesprekken met kinderen en bouwt er inhoudelijk op voort.	De robot trekt de eerste weken veel kinderen aan, die vooral geïnteresseerd zijn in wat hij kan (kent hij mijn naam?). Daarna trekt hij vooral de aandacht van een groepje kinderen met een hogere interesse in wetenschappelijke onderwerpen. Die stellen de robot vragen en komen terug.
Rosi et al. (2016) n=112	Kinderen van 8-10 jaar oud krijgen een les (van een leraar) over het belang van koolhydraten. Helpt het als de leraar samen met een robot lesgeeft?	Beide gezondheidslessen (leraar met en zonder hulp van een robot) dragen bij aan kennis over koolhydraten. De verwachting dat de extra aandacht van kinderen voor de robot zorgt voor betere aandacht voor de leerstof komt niet uit.

De Wit, et al. (2018) n=61	Kinderen (5 jaar gemiddeld) leren zes Engelse dierennamen van een robot. Sommige robots maken gebruik van *scaffolds*: ze maken gebaren tegelijk met het onbekende woord en bieden taken aan die binnen de zone van naaste ontwikkeling ligt.	De kinderen leren het meest van de robots die *scaffolds* aanbieden, de combinatie van gebaren en een adaptieve strategie werkt het beste. Dit zorgt ook voor een hogere en langere betrokkenheid bij de taak.

Conclusie

Mensachtige robots als assistent ter ondersteuning van de leerkracht in het onderwijs lijken veel potentie te hebben. Belangrijk is zorgvuldiger uit te zoeken op welke manier, voor welke taken, en voor welk type leerling robots op de meest effectieve wijze ingezet kunnen worden. Grosso modo laten de onderzoeken leereffecten zien voor herhalende leertaken zoals woordenschat en de tafels, voor hele jonge maar ook oudere kinderen. Pogingen om robots menselijker te maken in gedrag leveren tot nu toe weinig meerwaarde op voor het leren. Er zijn wel indicaties dat robots die het leeraanbod afstemmen op het niveau van de leerling betere resultaten halen dan robots die dat niet doen.

Geraadpleegde bronnen

Aken, J. van (2016). 'Een tablet kun je opzij leggen maar een robot kijkt je aan'. *Kader Primair, 21* (7): 16-19.

Alemi, M., Meghdari, A., and Ghazisaedy, M. (2014). Employing humanoid robots for teaching English language in Iranian junior high-schools. *International Journal of Humanoid Robotics, 11*(3): 1450022-25. https://www.researchgate.net/publication/265509135_Employing_Humanoid_Robots_for_Teaching_English_Language_in_Iranian_Junior_High-Schools

Baxter, P., Ashurst, E., Read, R., Kennedy, J., & Belpaeme, T. (2017). Robot education peers in a situated primary school study: Personalisation promotes child learning. *PloS One, 12(*5), 1 - 24. http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0178126

Breazeal, C., Harris, P. L., DeSteno, D, Kory Westlund, J.M., Dickens, L, & Jeong, S. (2014). 'Young Children Treat Robots as Informants'. *Topics in Cognitive Science, 8*: 481-391. https://www.researchgate.net/publication/297604472_Young_Children_Treat_Robots_as_Informants

Chang, C., Lee, J., Po-Yao, C., Chin-Yeh, W., & Gwo-Dong, C. (2010). Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language in primary school. *Journal of Educational Technology & Society, 13*(2), 13-24.

Ioannou, A., Andreou, E., & Christofi, M. (2015). Pre-schoolers' interest and caring behavior around a humanoid robot. *TechTrends, 59*(2), 23-26.

Kennedy, J., Baxter, P., & Belpaeme, T. (2015, March). The robot who tried too hard: Social behaviour of a robot tutor can negatively affect child learning. In Proceedings of the tenth annual ACM/IEEE international conference on human-robot interaction (pp. 67-74). ACM.

Kennedy, J., Baxter, P., Senft, E., & Belpaeme, T. (2016, March). Social robot tutoring for child second language learning. In Human-Robot Interaction (HRI), March 2016, p.231-238. https://www.researchgate.net/publication/297710634_Social_Robot_Tutoring_for_Child_Second_Language_Learning

Kennedy, J., Baxter, P., & Belpaeme, T. (2017). The impact of robot tutor nonverbal social behavior on child learning. *Frontiers in ICT, 4*(6): article 295. https://www.researchgate.net/publication/316456602_The_Impact_of_Robot_Tutor_Nonverbal_Social_Behavior_on_Child_Learning

Konijn, E. A., & Hoorn, J. F. (2017). 'Humanoid Robot Tutors Times Tables: Does Robot's Social Behavior Match Pupils' Educational Ability?'. *Proceedings IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, RO-MAN 2017.

Kory Westlund, J. K., & Breazeal, C. (2015, March). The interplay of robot language level with children's language learning during storytelling. In *Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction.* Extended Abstracts. http://robotic.media.mit.edu/wp-content/uploads/sites/14/2013/07/hrilbr0127-westlund.pdf

Kory Westlund., J. M., Dickens, L., Jeong, S., Harris, P. L., DeSteno, D., & Breazeal, C. L. (2017). Children use non-verbal cues to learn new words from robots as well as people. *International Journal of Child-Computer Interaction, 13*: 1-9. https://www.researchgate.net/publication/316176208_Children_use_non-verbal_cues_to_learn_new_words_from_robots_as_well_as_people

Movellan, J. R., Eckhardt, M., Virnes, M., & Rodriguez, A. (2009). Sociable robot improves toddler vocabulary skills. *Human-Robot Interaction (HRI):* p.307-308. http://tdlc.ucsd.edu/SV2012/Pubs/Pubs2/Movellan_hri2009-b.pdf

Rosi, A., Dall'Asta, M., Brighenti, F., Del Rio, D., Volta, E., Baroni, I., Nalin, M., Coti Zelati, M., Sanna, A. & Scazzina, F. (2016). 'The use of new technologies for nutritional education in primary schools: a pilot study'. *Public Health, 140*: 50-55.

Saerbeck, M., Schut, T., Bartneck, C., & Janse, M. D. (2010). Expressive robots in education: Varying the degree of social supportive behavior of a robotic tutor. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1613-1622. http://www.bartneck.de/publications/2010/expressiveRobotsInEducation/

Shiomi, M., Kanda, T., Howley, I., Hayashi, K. & Hagita, N. (2015). 'Can a Social Robot Stimulate Science Curiosity in Classrooms?'. *International Journal of Social Robotics, 7*(5): 641-652.

Westlund, K., Jacqueline, M., Jeong, S., Park, H. W., Ronfard, S., Adhikari, A., Harris, P.L., DeSteno, D. & Breazeal, C. L. (2017). Flat vs. Expressive Storytelling: Young Children's Learning and Retention of a Social Robot's Narrative. *Frontiers in Human*

Neuroscience, 11, 295: 1-20.http://robotic.media.mit.edu/wp-content/uploads/sites/14/2013/07/KoryWestlund-2017-FHN.pdf

Tanaka, F., & Matsuzoe, S. (2012). Children teach a care-receiving robot to promote their learning: Field experiments in a classroom for vocabulary learning. *Journal of Human-Robot Interaction, 1*(1), 78-95. https://asknao.aldebaran.com/sites/default/files/publications/tanakamatsuzoe_childrenteachcarereceiving.pdf

De Wit, J., Schodde, T., Willemsen, B., Bergmann, K., de Haas, M., Kopp, S., Krahmer, E., Vogt, P. (2018). The effect of a robot's gestures and adaptive tutoring on children's acquisition of second language vocabularies. *Proceedings of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, Chicago 5 - 8 maart. https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3171277

Meer weten?

Bekijk de documentaire 'het eeuwige leren'

Link naar artikel over adaptieve leersystemen/tablets

Onderwijssector

po, kleuteronderwijs

Trefwoorden

Robots, instructie, woordenschat, ict, intelligente tutorsystemen