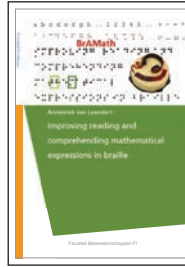


In de verdediging

| In defence

Pas gepromoveerden brengen hun werk onder de aandacht. Heeft u tips voor deze rubriek of bent u zelf pas gepromoveerd? Laat het weten aan onze redacteur.

Redacteur: Nicolaos Starreveld
 FNWI, Universiteit van Amsterdam
 Postbus 94214
 1090 GE Amsterdam
verdediging@nieuwarchief.nl



Improving Reading and Comprehending Mathematical Expressions in Braille

Annemiek van Leendert

In november 2021 heeft Annemiek van Leendert haar proefschrift verdedigd en de graad van doctor ontvangen. De titel van haar proefschrift luidt *Improving Reading and Comprehending Mathematical Expressions in Braille*. Haar promotoren en copromotoren waren prof. dr. P. H. M. Drijvers en dr. L. M. Doorman (Freudenthal Instituut) en prof. dr. J. van der Steen en dr. ir. J. J. M. Pel (Erasmus MC, afdeling neurowetenschappen). Annemiek is (al meer dan dertig jaar) werkzaam bij Koninklijke Visio, een organisatie die zich inzet voor zorg en onderwijs aan mensen met een visuele beperking. Ze heeft van het NWO een beurs gekregen om promotieonderzoek te doen.

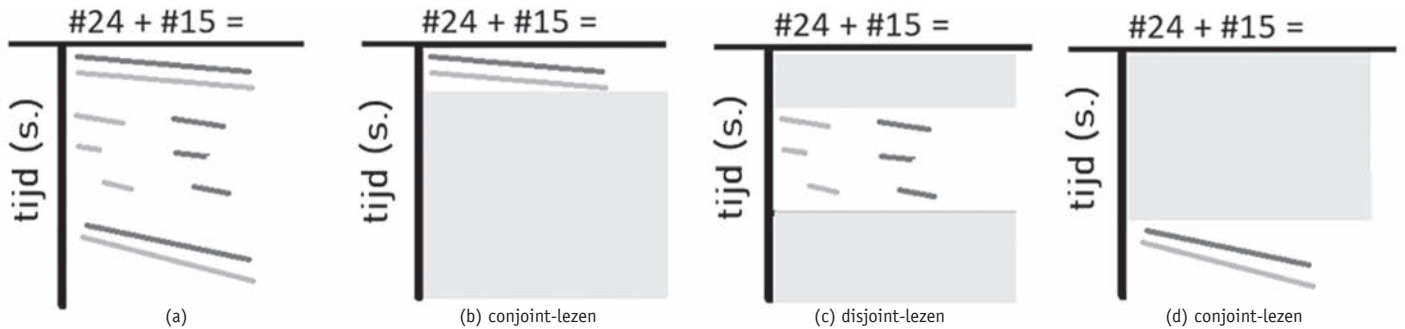
In haar promotieonderzoek heeft Annemiek onderzocht hoe braillelezers vaardiger kunnen worden in het lezen en begrijpen van wiskundige expressies. Ze heeft dit vraagstuk vanuit verschillende invalshoeken benaderd. Ten eerste, Annemiek heeft onderzocht op welke manier braillelezers wiskundige expressies in braille lezen en begrijpen, en ook hoe ze hun tactiele leesstrategieën kunnen verbeteren. Hiernaast heeft ze ook gekeken naar de professionele ontwikkeling van wiskundedocenten die lesgeven aan braillelezers. In deze cursus speelden tactiele en auditieve waarneming een belangrijke rol. Als laatste, heeft Annemiek onderzocht welke wiskundige brailnotenotaties in andere landen (drie niet-Europese en dertien Europese landen) worden gebruikt, en hoe specifieke kenmerken van deze notaties braillelezers kunnen helpen bij het lezen en begrijpen van wiskunde.

Wiskunde in Braille

Lezen in braille

Braille is een systeem van voelbare puntjes waarmee je kunt lezen en schrijven. Een braillecel bestaat uit zes (::) of acht puntjes (:::). We spreken daarom van 6-punts of 8-punts braille. Een puntje kan wel of niet voelbaar zijn. De braillekarakters verschillen van elkaar in de locatie van de voelbare puntjes. In 6-punts en 8-punts braille is het dus mogelijk om hooguit $2^6 = 64$ en $2^8 = 256$ braillekarakters te maken. De braillelezer leest door de vingertoppen over de braillekarakters te verplaatsen, van links naar rechts. Met behulp van de braillekarakters kunnen woorden, wiskundige expressies en vergelijkingen weergegeven worden.

Bij het lezen bewegen de vingertoppen van links naar rechts over de braillekarakters, elk karakter moet afzonderlijk gelezen worden. Dit wordt *tactiel lezen* genoemd. We kunnen twee brailleleestechnieken onderscheiden: de conjointe en de disjuncte brailleleestechniek. Bij conjoint-lezen bewegen de wijsvingers één of twee braillecellen van elkaar. Bij disjunct-lezen verkennen de



Figuur 1 Schematische weergave van de vingerbewegingen bij het lezen van de uitdrukking $24 + 15 =$ in braille. De lichtgrijze en donkergrijze lijn geven respectievelijk de beweging van de linker en rechter wijsvinger weer. (a) laat het hele leesproces zien. (b), (c) en (d) geven de opeenvolgende fases van dit proces weer.

In de interventie wordt dit op de volgende manier uitgewerkt:

1. Voor de eerste stap ligt een conjointe-leesstijl het meest voor de hand omdat deze leesstijl het meest geschikt is voor precies lezen. Tijdens deze exercitie, wordt er ook van de braillelezers verwacht dat ze proberen een globaal beeld van de expressie of de vergelijking op te bouwen.
2. Voor de tweede stap lijkt een disjunkte-leesstijl het meest geschikt, omdat dit de braillelezer in staat stelt om fysiek verschillende delen van de expressie of vergelijking aan elkaar te koppelen en met elkaar te vergelijken.
3. Voor de laatste stap, dat was de exacte berekening of oplossing, kunnen verschillende leesstijlen worden gebruikt, afhankelijk van het type expressie of vergelijking de ervaring en kennis van de braillelezer.

Figuur 1 laat de vingerbewegingen (zwarte en grijze lijnen) zien tijdens het lezen van de expressie “ $24 + 15 =$ ”. In Figuur 1(a) wordt het hele proces weergegeven. Hier is te zien dat de braillelezer eerst de hele expressie leest met zijn linker en rechter wijsvingers. Vervolgens wordt de som uitgerekend door eerst de tientallen en dan de eenheden bij elkaar op te tellen ($20 + 10 = 30$ en $4 + 5 = 9$). De disjunkte leesstijl (zie Figuur 1(c)) ondersteunt dit proces. Uiteindelijk worden weer beide vingers gebruikt om de hele expressie nog een keer na te lopen.

In vijf stappen

De interventie bestond uit vijf individuele lessen van 45 minuten. Lisant Boonstra heeft voor haar masterscriptie meegewerkt aan de ontwikkeling en uitvoering van deze interventie. In de eerste les lag de focus vooral op het decoderen van de braillekarakters en op de structuur van wiskundige expressies. De braillelezers leerden hoe ze de wiskundige structuur op de tast kunnen onderzoeken. Denk bijvoorbeeld aan het vasthouden van haakje openen of sluiten.

In de tweede en derde les leerden de braillelezers vingerbewegingen te gebruiken die het begrijpen van wiskundige expressies en vergelijkingen ondersteunen. Een belangrijke strategie is bijvoorbeeld om de linker en rechter kant van een vergelijking ‘gelijktijdig’ te lezen met behulp van disjoint-lezen. Dat maakt het mogelijk om de expressies aan de linker en rechterkant van het ‘=’-teken met elkaar te vergelijken. In de laatste twee lessen oefenden de leerlingen met uitdagende expressies en vergelijkingen om de eerder genoemde technieken goed onder de knie te krijgen.

Didactische verantwoordelijkheid

Annemiek opent haar proefschrift met een quote van Ignacio

Estrada: “If a child can’t learn the way we teach, maybe we should teach the way they learn.” Dit proefschrift richt zich vooral op braillelezers in de leeftijd van 12 tot 18 jaar. Ongeveer 50% van deze leerlingen — dat zijn ongeveer veertig leerlingen — zit op een reguliere school. De wiskundeboeken worden omgezet in braille en de bijbehorende tekeningen worden voelbaar gemaakt.

Annemieks onderzoek laat zien dat het belangrijk is dat we ons, als samenleving, inzetten voor inclusief onderwijs. Dat is onderwijs waarbij kennis toegankelijk is voor alle leerlingen. Het feit dat iemand een visuele beperking heeft, betekent niet dat hij/zij geen aanleg zou kunnen hebben voor wiskunde. Uit haar onderzoek blijkt ook dat het niet eenvoudig is om braillelezers wiskunde te geven. De wiskundeleraars moeten daarom volop de gelegenheid krijgen om zich te verdiepen in deze materie. Ze moeten de mogelijkheid krijgen om didactische vaardigheden — die nodig zijn voor het leren en onderwijzen van braillelezers — te ontwikkelen. En natuurlijk kunnen nieuwe en betere hulpmiddelen ook helpen bij het verbeteren van het wiskundeonderwijs aan braillelezers.

Het persoonlijke aspect

Twee vragen aan de promovenda: Annemiek, wat herinner je je uit de afgelopen vier jaar?

“Ik begin mijn proefschrift met de hiervoor genoemde quote van Ignacio Estrada. Dat is wel de kern van waar het, volgens mij, in het onderwijs om gaat. Tijdens mijn onderzoek realiseerde ik me vaak hoe ingewikkeld het is om wiskunde te geven aan braillelezers. Er is wat dat betreft nog veel werk aan de winkel. Het kan niet zo zijn dat braillelezers slecht presteren omdat wij (nog) niet weten hoe we ze goed kunnen helpen bij wiskunde.”

Wat zijn je plannen voor de toekomst?

“Ik wil in de toekomst braillelezers (en hun docenten) blijven helpen bij wiskunde. Daarnaast hoop ik ook dat ik onderzoek kan blijven doen. Ik heb al concrete plannen voor een onderzoek over wiskundige vergelijkingen en (tactiele en hoorbare) grafieken. Hoe kun je braillelezers helpen bij het begrijpen en oplossen van wiskundige vergelijkingen? Verder wil ik me meer inzetten voor het wiskundeonderwijs in ontwikkelingslanden. Dat betreft het wiskundeonderwijs voor *alle* leerlingen.”

“Ik heb dit onderzoek met heel veel plezier gedaan. De weg eraan toe was spannend en uitdagend. Het was een fantastische ervaring.”