

De wereld om ons heen verandert razendsnel. Volgens Maartje Raijmakers moet het onderwijs daarop inspelen. De ontwikkeling van aantrekkelijk onderwijs, in een formele en informele context, vereist volgens haar een beter begrip van de psychologische processen die ten grondslag liggen aan leren en nieuwsgierigheid. ‘Het onderzoek naar de dynamiek van interesseontwikkeling biedt nieuwe inzichten in hoe onderwijs mensen kan motiveren zich te verdiepen in de kennis die cruciaal is voor onze toekomst.’

INZICHT IN INTERESSE EN NIEUWSGIERIGHEID OM LEREN TE STIMULEREN

ONDERWIJS ALS VLEIETWIEL

Wat is er nodig om de mens te laten floreren in de wereld van vandaag en morgen? Onderwijs beoogt hieraan een bijdrage te leveren, op alle niveaus, van voorschools tot en met het hoger onderwijs en daarbuiten, tot in het museum. In een wetenschapsmuseum zoals NEMO zou de persoon het uitgangspunt moeten zijn, in plaats van het onderwijs of de kennis die overgedragen wordt. Het museum heeft weinig controle op haar bezoeker, die hoge eisen stelt: de bezoeker komt uit interesse, leert als er aanknopingspunten zijn en heeft aandacht zolang het aanbod boeit.

Deze drie invalshoeken – interesse, leren en nieuwsgierigheid – zijn relevant voor zowel het funderend onderwijs als het buitenschoolse leren. *Interesse*: het onderwijs moet een vliegtwiel installeren, aansturen op een autonoom lerend persoon, die een solide kennisbasis heeft, die het leuk en waardevol vindt te leren en zelfredzaam is in de toepassing en uitbreiding van de kennis. *Leren*: het is belangrijk maar moeilijk rekening te houden met individuele verschillen in kennis en vaardigheden van de lerende persoon. *Nieuwsgierigheid*: een beter begrip van nieuwsgierigheid en individuele verschillen daarin geeft het onderwijs aanknopingspunten voor effectiever leren.

INTERESSE

Als u zich uw eigen schoolloopbaan nog herinnert, of de schoolverhalen van kinderen voor de geest kunt halen, weet u dat veel meer bijdraagt aan de uitkomsten van het onderwijs dan de verwerving van kennis alleen. Hoeveel volwassenen hebben weliswaar hun wiskunde-examen behaald op de middelbare school, maar ontlopen sindsdien het rekenen en de wiskunde zoveel mogelijk? Voor het onderwijs is het belangrijk te begrijpen hoe een dergelijke desinteresse of zelfs regelrechte afkeer kan ontstaan.

De wereld van vandaag kent grote en kleine maatschappelijke problemen waarvoor het belangrijk is dat de burger, zoals dat dan heet, nadenkt en meebeslist. Denk bijvoorbeeld aan klimaatmaatregelen, risico's van digitalisering, oplopende kosten van de gezondheidszorg. Hoe zorgen we er nu voor dat de Nederlander geïnteresseerd is in en rekening houdt met de wetenschappelijke kennis over deze problemen, bijvoorbeeld als zij naar de stembus gaat? Voor bijvoorbeeld klimaatvraagstukken is die wetenschappelijke interesse uitermate belangrijk.

Interesse is meer dan alleen kennis vergaren. Hoe ontstaat een interesse? Stel je loopt als tiener mee in een klimaatmars. Daar kunnen uiteenlopende redenen voor zijn: je ziet dat klimaatproblemen jouw toekomst bedreigen, de

Hoeveel volwassenen hebben weliswaar hun wiskunde-examen behaald op de middelbare school, maar ontlopen sindsdien het rekenen en de wiskunde zoveel mogelijk?

politiek is bepaald niet voortvarend, wanneer gebeurt er eens wat? Belangrijker misschien: je hoeft niet naar school als je naar Den Haag afreist. In Den Haag spreek je andere demonstranten, deel je emoties, leer je nieuwe feiten, en realiseer je je pas echt, of voor het eerst, hoe urgent het klimaatprobleem is. Weer thuisgekomen ontdek je dat *All the Good Girls Go to Hell* van Billie Eilish over klimaatverandering gaat, je gaat Extinction Rebellion volgen, je luistert naar de Hope-podcast van de Britse antropologe en biologe Jane Goodall. En zo verwerf je steeds meer inzicht in de klimaatcrisis, wat ook je politieke overtuiging beïnvloedt.

MODELLEN In deze dynamiek waar kennis, gedrag, persoonlijke waarde, emoties en zelfredzaamheid een rol spelen, ontstaat een interesse die mogelijk een langdurige rol zal spelen in je leven.¹ In een dynamisch model van interesse spelen al deze verschillende factoren een rol.² Interesse voor bijvoorbeeld de wetenschap is dan geen simpele optelsom van deze factoren. Het is geen, wat we noemen, formatief model.³ Het is ook geen reflectief model. In een reflectief model is er eerst de interesse als een aparte entiteit, die er vervolgens voor zorgt dat de kennis toeneemt, de emoties oplopen, et cetera. In het dynamische model is interesse een netwerk van factoren die elkaar wederzijds beïnvloeden. Het meedoen aan de demonstratie is leuk en levert kennis op die aanzet tot verdere verdieping online, wat weer kennis oplevert. Je wordt binnen je vriendenkring als expert aangesproken en dat motiveert je op de hoogte te blijven. Zo komt er een vlieg-

wiel tot stand dat gaat draaien. Dit model is geïnspireerd op de netwerkmodellen van attitude.⁴

De interactie tussen deze factoren is voor te stellen als het ecosysteem van een meertje. Het aantal vissen heeft een invloed op de algengroei en de algen hebben invloed op de visstand. Zo ontstaat er een evenwicht in het systeem waarin ieder organisme haar eigen rol speelt. De wiskundige manier om deze interacties te beschrijven is ook toepasbaar in de gedragswetenschappen. Het opstellen van een formeel model kan aanwijzingen geven voor het beïnvloeden van de dynamiek van het systeem.⁵

NETWERK Een uitgewerkt netwerkmodel van wetenschapsinteresse, bijvoorbeeld, beschrijft data van PISA (Programme for International Student Assessment), een wereldwijd internationaal vergelijkingsonderzoek bij tieners. In het netwerkmodel zijn alle eerdergenoemde factoren van interesse opgenomen: kennis, gedrag, persoonlijke waarden, emoties en zelfredzaamheid. De knooppunten in het netwerk zijn de vragen in een vragenlijst, de verbindingen representeren samenhang tussen antwoorden als partiële correlaties. De dynamiek van wetenschapsinteresse van zowel Nederlandse tieners als Colombiaanse tieners zijn met dit model geanalyseerd. Op macroniveau contrasteren deze twee landen sterk met elkaar.⁶ Nederland is seculier en onderwijs wordt gewaardeerd als een manier om jezelf te ontplooiën. In Colombia daarentegen worden religieus gefundeerde argumenten als belangrijk gezien en is onderwijs met name een middel om economisch vooruit te komen. Wat uit de netwerkan-

1 Sachisthal, M.S.M., Zadelaar, J.N., Raijmakers, M.E.J. (Under Review). Locus of control predicts seeking information on climate change in young adults: A psychometric network study.

2 Sachisthal, M. S., Jansen, B. R., Peetsma, T. T., Dalege, J., van der Maas, H. L., & Raijmakers, M. E. (2019). Introducing a science interest network model to reveal country differences. *Journal of Educational Psychology*, 111(6), 1063.

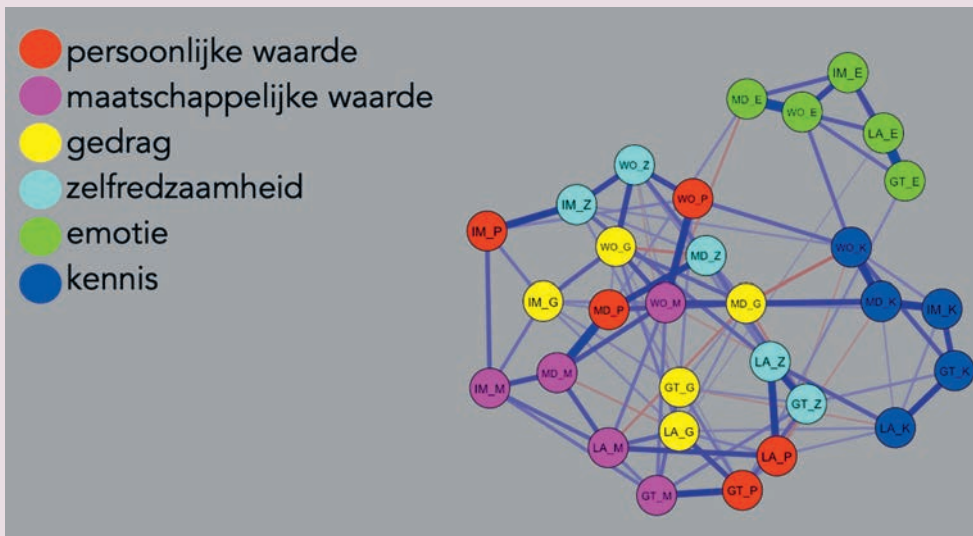
3 Schmittmann, V. D., Cramer, A. O., Waldorp, L. J., Epskamp, S., Kievit, R. A., & Borsboom, D. (2013). Deconstructing the construct: A network perspective on psychological phenomena. *New ideas in psychology*, 31(1), 43-53.

4 Dalege, J., Borsboom, D., Van Harreveld, F., Van den Berg, H., Conner, M., & Van der Maas, H. L. (2016). Toward a formalized account of attitudes: The Causal Attitude Network (CAN) model. *Psychological Review*, 123(1), 2.

5 Van Der Maas, H. L., Dolan, C. V., Grasman, R. P., Wicherts, J. M., Huijzen, H. M., & Raijmakers, M. E. (2006). A dynamical model of general intelligence: the positive manifold of intelligence by mutualism. *Psychological Review*, 113(4), 842.

6 Inglehart, R., & Baker, W. E. (2000). Modernization, cultural change, and the persistence of traditional values. *American Sociological Review*, 65, 19-51.

FIGUUR 1. NETWERKMODEL VAN INTERESSE VOOR GEZONDHEID IN DE TOEKOMST. DE AFKORTINGEN VERWIJZEN NAAR DE ONDERWERPEN DIE BEVRAAGD ZIJN: LA: LEVENSSTIJL AANPASSEN, WO: WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK, MD: MEDISCHE GEGEVENS DELEN, IM: INSpraak IN MEDISCHE BESLISSINGEN, GT: GEZONDHEID IN DE TOEKOMST. VERDERE UITLEG IN DE TEKST.



lyse bleek, is dat voor de Nederlandse tieners het plezier de meest bepalende factor is in de dynamiek van interesse voor wetenschap. Daarentegen is voor de tieners in Colombia de mogelijkheid om zich ook buiten school te verdiepen een beslissend kenmerk bij de ontwikkeling van de interesse voor wetenschap. Zo geeft deze netwerkanalyse aanwijzingen om interesse voor wetenschap te stimuleren.

Een vergelijkbare netwerkanalyse is uitgevoerd met het oog op een toekomstige tentoonstelling in NEMO De Studio, de volwassenenlocatie van NEMO Science Museum. Het doel was aanknopingspunten te vinden om bezoekers te interesseren voor een wetenschappelijk perspectief op de gezondheidszorg in de toekomst.⁷ Binnen NEMO Science Museum is een lab ingericht om onderzoek te doen naar het leren over wetenschap in de context van het museum: NEMO Research & Development.⁸ Volwassenen met verschillende opleidingsniveaus en leeftijden zijn bij dit onderzoek betrokken. Op

basis van focusgroepen is een vragenlijst geconstrueerd die de verschillende factoren, kennis, gedrag, persoonlijke waarde, emoties en zelfredzaamheid, voor onderwerpen binnen de gezondheidszorg in de toekomst uitvragen. Onderwerpen zijn bijvoorbeeld 'levensstijl aanpassen', 'participeren in wetenschappelijk onderzoek' of 'medische gegevens delen'. Het netwerkmodel van deze gegevens laat zien hoe de verschillende factoren met elkaar samenhangen (zie figuur 1).

Een vraag naar de persoonlijke waarde is dan bijvoorbeeld: 'Ik vind het belangrijk om na te denken over ...' en over kennis: 'Ik weet veel over ...'. De knooppunten in het netwerk zijn wederom de vragen in een vragenlijst en de verbanden representeren samenhang tussen antwoorden. Opvallend is dat de emoties rondom deze onderwerpen weliswaar sterk variëren tussen mensen, maar dat deze niet direct voorspellend zijn voor gedrag, kennis, et cetera. De aspecten, de knopen in het netwerk, die de meeste invloed hadden op het netwerk als geheel zijn 'inzicht in het maatschappelijke belang van wetenschappelijk onderzoek' en 'nieuwsgierigheid naar de manier waarop het delen van medische gegevens gaat veranderen'. We zagen geen belangrijke verschillen in het netwerk die samenhangen met opleidingsniveau.

7 Franse RK, Sachisthal MSM and Raijmakers MEJ (2023) Presenting wicked problems in a science museum: A methodology to study interest from a dynamic perspective. *Front. Psychol.* 14:1113019.

8 Maartje Raijmakers is van Psychologie aan de Universiteit van Amsterdam, bijzonder hoogleraar verbonden aan science museum NEMO en Stichting Nationaal Centrum voor Wetenschap en Technologie (NCWT).

Het is van groot belang om in het onderwijs na te denken over interessevorming vanwege het dynamische perspectief dat dit biedt op leren

DYNAMIEK Het meer algemene doel van dit onderzoek is een methodologie te ontwerpen waarmee we de dynamiek van de interesse voor een onderwerp in beeld kunnen brengen. Op basis van de onderzoeksresultaten proberen we samen met de makers van de tentoonstelling te bepalen hoe de gepresenteerde kennis voor plezier en zelfredzaamheid kan zorgen zodat de bezoeker ook achteraf nog naar kennis zoekt en het wetenschappelijk perspectief op het onderwerp gaat waarderen. Het op gang brengen van een vlieg wiel is steeds de achterliggende gedachte van dit onderzoek.

Het is van groot belang om in het onderwijs na te denken over interessevorming vanwege het dynamische perspectief dat dit biedt op leren. Onderwijs gaat over kennis en vaardigheden, over kwalificatie. Op deze manier staan taal en rekenen op school nu in de politiek sterk op de voorgrond. Maar deze taal- en rekenkennis komt niet alleen. De ontwikkeling van die kennis moet verbonden worden met gedrag, persoonlijke waarde, plezier en zelfredzaamheid, anders komt kennis niet goed tot stand en beklijft ze niet. Gedrag, veel lezen bijvoorbeeld, is nodig. Maar om dat te bewerkstelligen zal het leren lezen gepaard moeten gaan met plezier, met het ervaren van de waarde van het lezen, het zelfvertrouwen dat je er beter in kunt worden en dat je ermee uit de voeten kan in de wereld.

Een goede didactiek, waarbij inspanning van de leerling beloond wordt met steeds betere leerresultaten, is daarvoor cruciaal. Maar ook de mogelijke impact van de huiselijke context zit hierin verweven: hoe ervaar je immers wat het belang van lezen is voor je eigen toekomst? In de onderwijskunde spreekt men van drie doeldomeinen van het onderwijs: kwalificatie, socialisatie en persoonsvorming.⁹ Het theoretische perspectief van de interesse als onderzoeksgebied benadrukt de verwevenheid van al deze factoren, waar mijns inziens ook het funderend curriculum op ingericht

moet zijn. Hoe zorgen we ervoor dat de toename van kennis gepaard gaat met deze andere factoren? Dus niet als losse elementen, maar als integraal onderdeel van het leerproces? Onderwijs, binnen en buiten de school, moet bijdragen aan een mogelijk vlieg wiel.

LEREN

Leren over de wereld begint op zeer jonge leeftijd, zelfs foetussen leren al over de prosodie van talen die ze in de baarmoeder horen.¹⁰ Driejarigen zijn een weinig onderzochte leeftijdsgroep omdat peuters nog wars zijn van schoolse discipline, omdat ze hun eigen gang gaan zodra het saai wordt, omdat de context waarin ze opgroeien voor grote individuele verschillen zorgt, omdat ze liever zelf op onderzoek uitgaan dan de instructie te volgen van een onderzoeker. Hoe krijgt de wetenschap de kennis en het leervermogen van deze kinderen betrouwbaar in beeld?

Driejarigen treden de wereld al enigszins systematisch tegemoet om te ontdekken hoe het werkt. Dit blijkt uit labonderzoek met minimale, zeer gestructureerde taken waarbij kinderen zeer eenvoudige regels ontdekken. Om het leerproces goed in beeld te krijgen is het nodig om wiskundige modellen van het leerproces te definiëren die rekening houden met individuele verschillen. De toepassing van formele modellen maakt het mogelijk te toetsen of modellen met systematiek het gedrag van kinderen beter beschrijven dan modellen zonder die systematiek. Daaruit bleek dat zelfs driejarigen al hypothese-toetsend te werk gaan. Ook bleek dat aandacht en cognitieve flexibiliteit een rol spelen bij de efficiëntie van dit leergedrag (zie figuur 2).¹¹

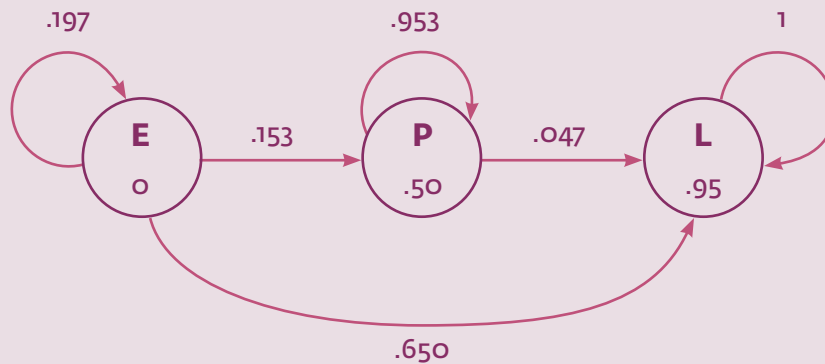
Dat mensen uit zichzelf op min of meer systematische wijze representaties vormen van de wereld om hen heen, blijkt ook uit de vele studies naar ideeën van kinderen en volwassenen over natuurlijke verschijnselen, zoals prenatale

9 Biesta, G. (2011). De school als toegang tot de wereld: Een pedagogische kijk op goed onderwijs. Wat is goed onderwijs? Bijdragen uit de pedagogiek., 15-35. Ağirdağ, O., Biesta, G., Bosker, R., Kuiper, R., Nieveen, N., Raijmakers, M., & van Tartwijk, J. (2020). Kaders voor de toekomst. Tussenadvies 1 Wetenschappelijke Curriculumcommissie.

10 Gervain, J. (2018). The role of prenatal experience in language development. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 21, 62-67.

11 Lichtenberg, L., Visser, I., & Raijmakers, M. E. J. (2023). Latent Markov Models to Test the Strategy Use of 3-Year-Olds in a Rule-Based Feedback-Learning Task. *Multivariate Behavioral Research*, 1-14.

FIGUUR 2. LATENT MARKOV-MODEL DAT MOGELIJKE LEERSTRATEGIEËN BIJ DRIEJARIGEN WEERGEeft



Het model bestaat uit drie toestanden: een fouttoestand (E, de kans op correct is 0), een toestand vóór de oplossing (P, de kans op correct is .50) en een geleerde toestand (L, de kans op correct is .95). Het leren van deze taak start per definitie in de E toestand, omdat de regel die het kind gaat leren zo gekozen wordt dat het eerste antwoord fout is. Pijlen geven overgangen tussen toestanden aan met een kans gegeven dat een kind zich in die toestand bevindt. Zo heeft een kind bijvoorbeeld na een eerste error een kans van .65 om de correcte regel te selecteren en direct naar de geleerde toestand te gaan.

ontwikkeling, schaduwgrootte en natuurkundige wetten van drijfvermogen¹², het krachtmoment en de impuls.¹³ Deze onderwerpen worden onderwezen op de basisschool, in het voortgezet onderwijs en ook in wetenschapsmusea.

Onderzoek naar denkbeelden levert alleen betrouwbare resultaten op als de methode wetenschappelijk is en geanticipeerd wordt op de grote verschillen in ideeën tussen mensen. Voor bijvoorbeeld een fenomeen als drijven en zinken geldt dat de verscheidenheid aan ideeën bij twaalfjarigen even groot is als die bij volwassenen – behalve dan dat er volwassenen zijn die zich hun natuurkunde nog goed herinneren, de wet van Archimedes bijvoorbeeld, die zegt dat de opwaartse druk op een voorwerp gelijk is aan het gewicht van de verplaatste vloeistof. Maar die zijn er niet zoveel. Vaker hebben mensen zelf-geconstrueerde mini-theorieën, die slechts beperkt toepasbaar zijn en slecht generaliseren naar nieuwe problemen.

WETENSCHAP- EN TECHNOLOGIEONDERWIJS Het onderwijzen van correcte denkbeelden is effectiever als de aangeboden kennis aansluit bij inzichten en vaardigheden die de persoon op dat moment heeft. Er zijn zowel fundamentele onderzoeksresultaten als resultaten uit de onderwijscontext die dat aantonen.¹⁴ De toepassing van dit inzicht in wetenschaps- en technologieonderwijs aan kinderen is echter niet eenvoudig, zeker niet in het passend onderwijs waarbij kinderen op vele dimensies van elkaar verschillen.¹⁵

Onderzoek naar het differentiëren in wetenschaps- en technologieonderwijs op de basisschool laat zien dat juist kinderen met lagere taal- en rekenscores en bovendien lagere scores op (neuro-)cognitieve taken (inhibitie, werkgeheugen en coherentie in taalgebruik), maar met grote nieuwsgierig-

12 Franse, R. K., van Schijndel, T. J. P., Visser, I., & Raijmakers, M. E. J. (in Prep.). Children's Understanding of Floating and Sinking: Predictions and Explanations Tell Different Stories.

13 van Schijndel, T., van Es, S., Franse, R., Van Bers, B., & Raijmakers, M. E. J. (2018). Children's Mental Models of Prenatal Development. *Frontiers in Psychology*, 9, 1835.

14 Markant, D. B., & Gureckis, T. M. (2014). Is it better to select or to receive? Learning via active and passive hypothesis testing. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(1), 94.

15 Prast, E. J., Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. (2018). Differentiated instruction in primary mathematics: Effects of teacher professional development on student achievement. *Learning and Instruction*, 54, 22-34.

15 Zweers, I., Huizinga, M., Denessen, E., & Raijmakers, M. E. J. (2019, September 25). Inquiry-Based Learning For All: A Systematic Review of the Effects of Inquiry-Based Learning on Knowledge, Skills, Attitudes and Behavior of Students with Social-Emotional and Behavioral Difficulties in Primary and Secondary Education. <https://doi.org/10.31219/osf.io/z45jt>

heid op hoog niveau redeneren over natuurkundige verschijnselen. Dit redeneervermogen bleek uit interviews met de kinderen. Op de werkbladen die ze invulden was dat niet goed terug te zien.¹⁶ Bij het vormgeven van onderwijs is het belangrijk te beseffen dat er grote individuele verschillen zijn in de wijze waarop mensen zich gemakkelijk uitdrukken, zodat leerlingen kunnen floreren met de methoden die goed aansluiten en kunnen oefenen met de methoden die meer moeite vergen, op het moment dat dat zinvol is.

EMPO Op de Vrije Universiteit zijn we recentelijk een masteropleiding gestart, samen met Universiteit Leiden en de Universiteit van Amsterdam: de Educatieve Master van het Primair Onderwijs (EMPO). In deze opleiding behalen studenten een bevoegdheid voor het primair onderwijs: zij worden leraren op de basisschool die het onderwijs dat ze geven en ontwerpen en vele andere taken op de basisschool, kunnen koppelen aan de wetenschappelijke literatuur. Daarnaast behalen de studenten ook een Master of Science-titel.

De EMPO-studenten starten de opleiding met een bachelor-expertise in bijvoorbeeld de pedagogiek, psychologie of sociologie en leren vanuit een wetenschappelijk perspectief nadenken over het onderwijs. Wat zeggen de voortgangscijfers van leerlingen over het onderwijs dat ze nodig hebben? Welke dynamiek speelt een rol bij het doorverwijzen naar het voortgezet onderwijs? In de leerlijn didactiek staat differentiëren centraal, het lesgeven aanpassen aan de verschillen tussen kinderen.¹⁷

Voor de inrichting van het onderwijs in de EMPO gebruiken we ideeën over adaptieve expertise, net als verschillende lerarenopleidingen in Utrecht.¹⁸ De expertise die de studenten verwerven heeft zowel een abstracte als toegepaste component, zodat deze generaliseert naar toekomstige vraagstukken. In bijvoorbeeld het methode-

onderwijs van de EMPO leren studenten over data-analyse en onderzoekdesigns aan de hand van data en vraagstukken in de stageschool. Studenten gaan uit van een generiek model van evidencebased werken in het onderwijs¹⁹ en vertalen dat naar concrete situaties in de eigen stageschool. De maatschappij verandert immers voortdurend en daar zal het onderwijs op moeten anticiperen. Het denkniveau van masteronderwijs is essentieel om dit te bewerkstelligen.

NIEUWSGIERIGHEID

Nieuwsgierigheid is een motivator om de aandacht te richten op iets nieuws. In de wetenschappelijke literatuur wordt nieuwsgierigheid op verschillende manieren benaderd. Een gemene deler daarbij is dat nieuwsgierigheid de relatie beschrijft tussen de mate van onbekendheid en de sterkte van de motivatie, zoals Berlyne in de jaren vijftig voorstelde.²⁰ Hij zag die relatie als een omgekeerde U, ook wel het Goldilocks-principe genoemd naar het sprookje van goudhaartje waarin het meisje een bordje pap uitkiest dat niet te groot is, maar ook niet te klein.

Zo'n Goldilocks-relatie wordt gezien als fundamenteel voor het aandachtmechanisme. Cognitief onderzoek bij baby's wijst bijvoorbeeld uit dat (naast andere, bijvoorbeeld sociaal-emotionele factoren) de voorspelbaarheid of bekendheid van een stimulus voor een belangrijk deel de aandacht voor het beeld bepaalt. Is het beeld totaal voorspelbaar, dan haakt de baby snel af; is het beeld totaal onvoorspelbaar, dan is de baby ook snel verveeld.²¹ Maar een voorspelbaarheid ergens ertussenin trekt de aandacht voor langere tijd. En is na enige tijd het beeld voldoende bekend dan zoekt de baby naar iets nieuws. Nieuwsgierigheid lijkt een evolutionaire herkomst te hebben.²²

Het universele van nieuwsgierigheid blijkt ook uit de lange geschiedenis die het concept in de filosofie en de psychologie heeft. De oude Grieken erkenden nieuwsgierigheid al als een deugd die gevoed moet worden: dat leidt tot kennis over de wereld. Maar dit positieve perspectief op

16 Slim, T., van Schaik, J. E., Dobber, M., Hotze, A. C., & Raijmakers, M. E. J. (2022). Struggling or succeeding in science and technology education: Elementary school students' individual differences during inquiry-and design-based learning. *Frontiers in Education*, 7.

17 Keuning, T., van Geel, M., Frèrejean, J., van Merriënboer, J., Dolmans, D., & Visscher, A. J. (2017). Differentiëren bij rekenen: een cognitieve taakanalyse van het denken en handelen van basisschoolleerkrachten. *Pedagogische studiën*, 94(3), 160-181.

Weijer-Bergsma, E., Van Luit, J. E. H., Prast, E. J., Kroesbergen, E. H., Kaskens, J. M. M., Compagnie-Rietberg, C. W., ... & Logtenberg, H. (2016). Differentiëren in het rekenonderwijs: Hoe doe je dat in de praktijk? Doetinchem: Graviant scientific & educational books.

18 van Tartwijk, J., Zwart, R., & Wubbels, T. (2017). Developing teachers' competences with the focus on adaptive expertise in teaching. *The SAGE handbook of research on teacher education*, 2, 820-835.

19 Van Klaveren, C., & Cornelisz, I. (2021). The 5D model: towards a more comprehensive approach for improving education. *ACLA Working Paper Series* 20212.

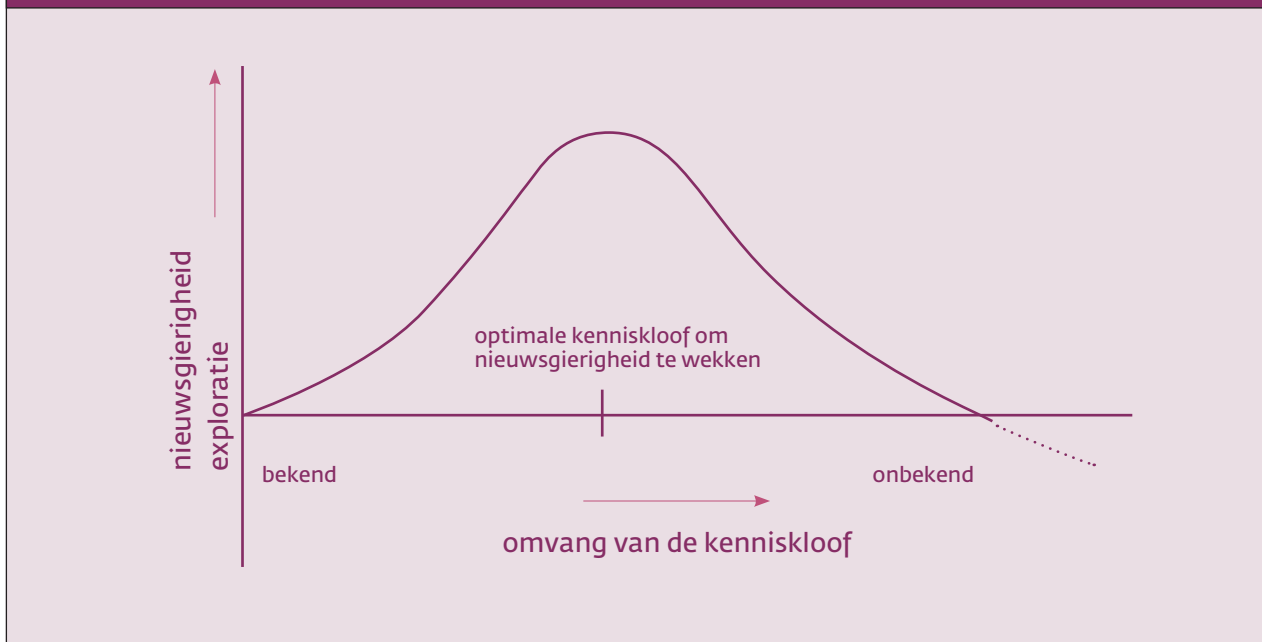
20 Berlyne, D. E. (1954). An experimental study of human curiosity. *British Journal of Psychology*, 45, 256-265.

21 Kidd C, Piantadosi ST, Aslin RN (2012) The Goldilocks Effect: Human Infants Allocate Attention to Visual Sequences That Are Neither Too Simple Nor Too Complex. *PLoS ONE* 7(5): e36399.

Kidd, C., & Hayden, B. Y. (2015). The psychology and neuroscience of curiosity. *Neuron*, 88(3), 449-460.

22 Byrne, R. W. (2013). Animal curiosity. *Current Biology*, 23(11), R469-R470.

FIGUUR 3. DE GOLDILOCKS-CURVE



nieuwsgierigheid heeft in de vroege middeleeuwen een negatieve bijklank gekregen, onder invloed van Augustinus: nieuwsgierigheid kon het goddelijk gezag ondermijnen. Thomas van Aquino introduceerde weliswaar een genuanceerder beeld, maar nam het spanningsveld tussen religie en nieuwsgierigheid niet volledig weg. Volgens Blumenberg²³ werd in de verlichting, de achttiende eeuw, door de ontdekkingen van Galileo de wetenschappelijke nieuwsgierigheid opnieuw meer gewaardeerd omdat de resultaten van het wetenschappelijk onderzoek zoveel bijdroegen aan onze kennis over de wereld. Ook in de geschiedenis van de opvoeding verandert de waardering voor nieuwsgierigheid voortdurend, waarbij nieuwsgierigheid sinds de jaren zestig van de twintigste eeuw steeds meer gezien wordt als een interessante motivator voor leren.

PERCEPTUELE NIEUWSGIERIGHEID Bovenstaand ging met name over epistemische nieuwsgierigheid, een toestand waarin er motivatie is om op zoek te gaan naar kennis over iets waarvoor men een informatiekloof ervaart, een kenniskloof die groot genoeg is, maar niet te groot.²⁴ Maar niet alle

nieuwsgierigheid weerspiegelt een behoefte aan kennis.

Naast epistemische nieuwsgierigheid wordt er in de literatuur ook gesproken over perceptuele nieuwsgierigheid. Perceptuele nieuwsgierigheid is een drang om te ervaren hoe iets nieuws eruitziet, voelt, proeft, klinkt. De drang geprikkeld te worden door iets nieuws, zonder per se op zoek te zijn naar een goede verklaring daarvoor. In een science-museum worden kinderen gedreven door nieuwsgierigheid, veelal perceptuele nieuwsgierigheid, wat leidt tot korte interacties met de opstellingen. Overigens exploreren volwassenen de opstellingen net zo, als zij daarvoor exclusief de kans krijgen tijdens bijvoorbeeld avondopenstellingen.

Nieuwsgierigheid als persoonskenmerk, in plaats van een toestand, wordt wel gezien als de mate van onbekendheid waardoor iemand maximaal aangezet wordt tot gedrag²⁵. Denken we weer even terug aan de Goldilocks-curve, dan kan men over nieuwsgierigheid als persoonskenmerk nadenken als de locatie van de top van de grafiek. Hoe verder naar rechts die top ligt voor een persoon, hoe

23 Blumenberg, H. (1985). *The legitimacy of the modern age*. MIT press.

24 Loewenstein, G. (1994). The psychology of curiosity: A review and reinterpretation. *Psychological Bulletin*, 116(1), 75–98.

25 Jirout, J., & Klahr, D. (2012). Children's scientific curiosity: In search of an operational definition of an elusive concept. *Developmental review*, 32(2), 125–160. van Schijndel, T. J., Jansen, B. R., & Raijmakers, M. E. (2018). Do individual differences in children's curiosity relate to their inquiry-based learning? *International Journal of Science Education*, 40(9), 996–1015.

VOTUM

Maartje Raijmakers hield deze oratie 4 jaar na haar aanstelling als hoogleraar bij de Vrije Universiteit Amsterdam. Het protocol rondom de universitaire plechtigheden aan de VU omvatte vóór 1 januari 2023 een door de decaan uitgesproken votum met een Bijbeltekst waarmee zij zich als atheïst niet verenigen kon.¹ Indien taal, uitgesproken als votum, zelfs in de academische context voor veel mensen haar betekenis verliest, nemen we elkaar niet serieus, is haar redenering. Contacten met collega's met andere levensovertuigingen leerden dat het bevragen van elkaars perspectief op de rol van religie in onderwijs en wetenschap, zonder te willen overtuigen, tot interessante gesprekken leidt.

In het nieuwe votum wordt gesproken van 'wetenschapsbeoefening verbonden met verwondering'. Verwondering is wat anders dan nieuwsgierigheid. Nieuwsgierigheid zet aan tot onderzoek om het willen weten, verwondering doet dat niet per se. Verwondering kan evengoed voortduren zonder enige aanzet tot onderzoek of bevragen.² Verwondering is waardevol, maar vanuit een wetenschapshistorisch perspectief is verwondering een wonderlijke keuze en zou nieuwsgierigheid een betere term voor het votum zijn.

1 Smit, M. (2023). Een oratie met Bijbelverzen? Deze hoogleraar dankt ervoor. *Trouw*, 12 oktober 2022.

2 Schmitt, F. F., & Lahroodi, R. (2008). The epistemic value of curiosity. *Educational theory*, 58(2), 125-148.

nieuwsgieriger iemand is. Voor een zeer nieuwsgierig persoon zet juist een grote onbekendheid aan tot willen ervaren of willen weten.

ZELF-ONTDEKKEND LEREN Voor het onderwijs, zowel in opleidingen als in musea, is de relevante vraag hoe de enorme dadendrang die uitgaat van de perceptuele nieuwsgierigheid, ook wel het zelf-ontdekkend leren genoemd, kan leiden tot de wens meer te willen weten. Intensieve, persoonlijke begeleiding is nodig om het zelf-ontdekkend leren effectief te maken, is wat er uit onderzoek komt. Meta-analyses laten duidelijk zien dat over het algemeen zonder begeleiding de kennisopbrengst gering is.²⁶ Begeleiding aangepast op het individu en inspringend op wat er gebeurt in de experimenten die kinderen zelf doen, lijkt te werken.²⁷ Maar onderzoek laat ook zien dat dit niet eenvoudig te verwezenlijken is voor (aankomende) leraren op de basisschool.

Een veelbelovend didactisch instrument dat geen geavanceerde inhoudelijke kennis van de leraar vergt, is het zelf verklaren van een fenomeen of inzicht. De daad van het schrijven en vertellen is een proces dat leidt tot nieuwe inzichten en vragen. Het leidt tot het construeren van een abstracter begrip van het fenomeen, zo blijkt uit vele

onderzoeken.²⁸ Alhoewel dit geen onbekend fenomeen is voor leraren op de basisschool, wordt het niet breed ingezet als didactisch instrument. Onderzoek naar de condities waaronder het zelf-verklaren een effectief didactische gereedschap voor leraren kan zijn, zou juist voor complexe vakinhoud zoals wetenschap en technologie interessant zijn.

CONCLUSIE

Onze wereld verandert sneller dan ooit en we staan keer op keer voor dringende en ingewikkelde uitdagingen. Dit maakt het noodzakelijk dat iedereen kansen heeft om een leven lang op een plezierige manier te leren – of je nu leerling, student, opvoeder of burger bent. De ontwikkeling van aantrekkelijk onderwijs, in een formele en informele context, vereist een beter begrip van de psychologische processen die ten grondslag liggen aan leren en nieuwsgierigheid. Het onderzoek naar de dynamiek van interesseontwikkeling biedt nieuwe inzichten in hoe onderwijs mensen kan motiveren zich te verdiepen in de kennis die cruciaal is voor onze toekomst.

OVER DE AUTEUR

Prof. dr. Maartje Raijmakers is hoogleraar pedagogische en onderwijswetenschappen aan de Vrije Universiteit Amsterdam. Dit artikel is een bewerking van haar oratie die zij uitsprak op 5 april 2023. E-mail: m.e.j.raijmakers@vu.nl.

26 Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.

27 Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86, 681-718.

28 Bisra K, Liu Q, Nesbit JC, Salimi F, Winne PH. Inducing Self-Explanation: a Meta-Analysis. *Educ Psychol Rev*. 2018;30(3):703-25.