

Exploratie en avatar-personalisatie gebruiken om de intrinsieke motivatie voor het maken van wiskunde-oefeningen te verhogen

Barbara Ameloot

Thesis voorgedragen tot het behalen
van de graad van Master of Science
in de ingenieurswetenschappen:
computerwetenschappen, hoofdoptie
Mens-machine communicatie

Promotoren:

Prof. dr. Katrien Verbert
Prof. dr. Vero Vanden Abeele

Evaluatoren:

Dr. ir. Robin De Croon
Dr. Robin Manhaeve

Begeleider:

Jeroen Ooge

© Copyright KU Leuven

Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van zowel de promotoren als de auteur is overnemen, kopiëren, gebruiken of realiseren van deze uitgave of gedeelten ervan verboden. Voor aanvragen tot of informatie i.v.m. het overnemen en/of gebruik en/of realisatie van gedeelten uit deze publicatie, wend u tot het Departement Computerwetenschappen, Celestijnenlaan 200A bus 2402, B-3001 Heverlee, +32-16-327700 of via e-mail info@cs.kuleuven.be.

Voorafgaande schriftelijke toestemming van de promotoren is eveneens vereist voor het aanwenden van de in deze masterproef beschreven (originele) methoden, producten, schakelingen en programma's voor industrieel of commercieel nut en voor de inzending van deze publicatie ter deelname aan wetenschappelijke prijzen of wedstrijden.

Voorwoord

„Mistakes are also important to me. I don't cross them out of my life, or memory. And I never blame others for them.”

-Geralt of Rivia (Andrzej Sapkowski, Blood of Elves)

Hoewel er in de pagina's die volgen ongetwijfeld nog enkele fouten terug te vinden zijn, zal dit slechts het topje van de ijsberg zijn. Deze thesis is het resultaat van een opeenvolging van fouten: fouten in aanpak, fouten in uitwerking, fouten in inschattingen en heel veel schrijffouten. Het uitwerken en verwerken van dit onderzoek was een leerproces. Uiteraard heb ik veel geleerd over het onderwerp, maar de meest waardevolle lessen voor mij als persoon vonden daarbuiten plaats. Als dit proces me één ding heeft geleerd, dan is dat de kracht van een *community*. Zonder de mensen om me heen was dit onderzoek nooit verder geraakt dan een vaag idee.

Daarom wil ik in de eerste plaats mijn begeleider Jeroen Ooge bedanken. Zonder zijn engelengeduld, onfeilbaar enthousiasme en blijvend vertrouwen zou deze thesis nooit tot stand zijn gekomen. Wanneer ik tegen een muur liep, wees Jeroen me op de deur.

Daarnaast wil ik graag Prof. dr. Katrien Verbert en Prof. dr. Vero Vanden Abeele bedanken voor hun inspiratie en waardevolle feedback. Vooral in de vroege fase van het proces bleek hun kennis en inzicht zeer kostbaar bij het vormgeven van het onderzoek.

Dit onderzoek vond plaats in een periode van grote onzekerheid. Zo was het niet in te schatten wanneer leerlingen, laat staan ikzelf, fysiek aanwezig mochten zijn op scholen. Hierdoor was het niet evident om deelnemers te vinden voor het onderzoek. Ik heb het geluk gehad te kunnen terugvallen op een netwerk van leerlingen uit mijn circusschool. Zij hebben niet alleen zelf geholpen bij de think alouds, maar hebben ook hun leerkrachten overtuigd deel te nemen.

Mijn grote dank gaat natuurlijk ook uit naar alle leerkrachten en leerlingen die hebben deelgenomen aan dit onderzoek. Zij hebben ondanks de druk die de pandemie reeds op hun schouders heeft gelegd toch hun tijd en energie gestoken in mijn onderzoek. Tot slot ook *'nen dikke merci'* aan mijn partner, familie en vrienden voor de steun tijdens het maken van mijn thesis. Zowel voor het meedenken, uittesten en nalezen, als voor de mentale steun ben ik heb erg dankbaar.

Barbara Ameloot

Inhoudsopgave

Voorwoord	i
Samenvatting	iv
1 Inleiding	1
2 Literatuurstudie	3
2.1 Intrinsieke motivatie	3
2.1.1 Self Determination Theory	4
2.1.2 Organismic Integration Theory	5
2.2 Gamification, games en educatieve games	5
2.2.1 Gamification	6
2.2.2 Mechanics-Dynamics-Aesthetics framework	6
2.2.3 Smiley model	7
2.2.4 Gamification vs educatieve game	8
2.3 Game-elementen	8
2.3.1 Impact van verschillende game-elementen	8
2.4 Kritiek op gamificatie	10
2.5 Open problemen in de literatuur	11
3 Methodes	13
3.1 Mathe Carta	13
3.2 Hoofdstudie	14
3.2.1 Deelnemers en rekrutering	14
3.2.2 Gerandomiseerd onderzoek met controlegroep	14
3.2.3 Verloop van het onderzoek	15
3.2.4 Loggegevens	20
3.3 Kwantitatieve analyse	21
3.3.1 Behandeling onderzoeksvragen	21
3.4 Thematische analyse	23
4 Ontwikkelingsproces	25
4.1 Low-fidelity prototype	25
4.1.1 High-fidelity prototype	28
4.1.2 Eerste think aloud	30
4.1.3 Update prototype	31
4.1.4 Tweede think aloud	32

5 Resultaten	35
5.1 Deelnemers	35
5.1.1 Groepen	36
5.1.2 Motivatie voor wiskunde	36
5.2 Motivatie	37
5.3 Perceptie	38
5.3.1 Ervaring van plezier bij het maken van wiskunde-oefeningen .	38
5.3.2 Ervaring van nut applicatie	40
5.3.3 Ervaring van keuze bij het maken van de oefeningen	41
5.3.4 Voorkeur voor de kaart of handboek	41
5.4 Identificatie	43
5.4.1 Identificatie met avatar	43
5.4.2 Avatar opgemerkt	43
5.5 Effect op prestaties	45
5.5.1 Aantal pogingen	45
5.5.2 Totale tijd oefeningen	45
5.5.3 Tijd tussen pogingen	46
5.6 Andere groepen	48
5.6.1 Groepen op basis van identificatie	48
5.6.2 Groepen op basis van voorkeur kaart	51
5.6.3 Groepen op basis van ervaring van keuze	54
5.6.4 Correlaties	57
5.7 Thematische analyse	65
6 Discussie	67
6.1 Vrijheid van exploratie	67
6.2 Vrijheid van avatar-personalisatie	68
6.3 Prestaties	71
6.4 Beperkingen van het onderzoek	72
7 Conclusie	75
7.1 Bijdrage aan het mens-machine-interactie domein	76
A Vragenlijsten	79
B Berichtgeving onderzoek	83
Bibliografie	93

Samenvatting

In de media horen we vaak over de dalende trend in de **kennis van wiskunde** bij scholieren. De peilingen bevestigen dit voor de meeste onderwerpen van wiskunde zien we dat bijna de helft van de leerlingen de eindtermen niet haalt. De prestaties voor wiskunde hebben een sterke samenhang met de motivatie voor wiskunde, meer bepaald met de **intrinsieke motivatie**: *leerlingen ertoe aanzetten om oefeningen te maken omdat ze dit zelf belangrijk vinden*. Binnen het onderwijs is er dan ook steeds een nood om de intrinsieke motivatie van leerlingen voor wiskunde te verhogen.

In het domein van mens-machine-interactie trachten we de motivatie voor een taak te verhogen door **gamification** toe te passen op de taak. Hierbij worden spelelementen gebruikt om het maken van oefeningen als leuk te laten ervaren. Wanneer gamification wordt toegepast in de praktijk zien we vaak dezelfde spelelementen terugkomen. Er zijn echter aanwijzingen dat bij de toevoeging van een spelelement sommige leerlingen minder gemotiveerd raken. Om niet steeds dezelfde leerlingen te benadelen is het belangrijk om verschillende elementen ter beschikking te hebben.

Het doel van dit onderzoek is om de kennis over twee van de minder onderzochte elementen uit te breiden: **personalisatie van een avatar** en **exploratie van een kaart**. Dit zijn beide zeer visuele elementen. We vermoeden dat dit mee aan de basis ligt van het gebrek aan uitgebreid onderzoek in het kader van gamification. Door de toevoeging van bijvoorbeeld een kaart begint een applicatie al snel op een game te lijken in plaats van een toepassing van gamification. Het is moeilijk om een duidelijk **onderscheid** te maken tussen **gamification** en **educatieve games**. Daarom hebben we aan de hand van de bestaande literatuur een onderscheid gemaakt op basis van het ontwikkelingsproces van een applicatie. Dit onderscheid laat een bredere opvatting van gamification toe waarbij ook uitwerkingen die visueel erg op een game lijken als gamification beschouwd worden.

Voor zowel personalisatie van een avatar en exploratie van een kaart kijken we naar het effect van een beperkte en een uitgebreide variant op de intrinsieke motivatie voor het maken van wiskunde-oefeningen. Voor het onderzoek is **Mathe Carta** ontwikkeld. Dit is een web-applicatie waarin deze elementen zowel in een beperkte als een uitgebreide variant zijn toegepast op het maken van wiskunde-oefeningen. Hiermee is een gerandomiseerd onderzoek met controlegroep uitgevoerd met 213 leerlingen uit de 2de en 3de graad.

Uit de resultaten van het onderzoek werd **geen rechtstreeks verband** gevonden tussen de vrijheid van personalisatie en de vrijheid van exploratie met de intrinsieke motivatie voor het maken van wiskunde-oefeningen. Mogelijks is het verschil tussen

de beperkte en de uitgebreide variant niet groot genoeg om een significant onderscheid te vinden. We hebben wel drie **indicatoren** geïdentificeerd die een sterke invloed hebben op de intrinsieke motivatie die de leerlingen rapporteren voor het maken van wiskunde-oefeningen na gebruik van de app. Zo zorgde de aanwezigheid van de avatar er voor sommige leerlingen wel voor dat deze zich sterker gingen **identificeren met de avatar** (1), en zagen we hier een sterke correlatie met de intrinsieke motivatie voor wiskunde. De belangrijkste factor bleek de **ervaring van keuze** (2) bij het maken van wiskunde-oefeningen. Tot slot was ook de persoonlijke **voorkeur** voor werken met de (digitale) kaart of een handboek van belang voor de intrinsieke motivatie. Voor elk van de indicatoren zagen we ook dat wanneer leerlingen hier laag scoren, de intrinsiek motivatie ook daalde na gebruik van de app.

Door bij de ontwikkeling van gamification aandacht te hebben voor deze indicatoren kan men de positieve invloed op de intrinsieke motivatie verhogen en tegelijkertijd aandachtig blijven voor eventuele negatieve gevolgen.

Hoofdstuk 1

Inleiding

"Intrinsic motivation is defined as the doing of an activity for its inherent satisfaction rather than for some separable consequence. When intrinsically motivated, a person is moved to act for the fun or challenge entailed rather than because of external products, pressures or reward."

Ryan, R. and Deci, E [22]

Binnen het onderzoeksdomein Mens-Machine Interactie wordt onderzocht of gamification (het toepassen van game-designelementen in niet-game contexten [5]) gebruikers intrinsiek kan motiveren om bepaalde taken uit te voeren of hun gedrag aan te passen. Dit onderzoek kijkt specifiek naar het maken van wiskunde-oefeningen.

Er bestaat reeds veel onderzoek naar de impact van gamification op de motivatie van leerlingen. De impact van gamification-elementen varieert tussen individuele leerlingen. Zo zijn gamification-elementen die voor sommigen een positieve impact op motivatie hebben voor anderen niet motiverend of zelfs demotiverend [6].

In de huidige digitale oefenprogramma's, zijn beloningssystemen en competitie veruit de meest toegepaste gamification-elementen. [20] Naar deze elementen bestaat reeds veel onderzoek. Doordat de meeste digitale oefenprogramma's deze zelfde game-elementen gebruiken, wordt steeds dezelfde groep leerlingen, zij die hier een negatieve impact door ervaren, benadeeld.

Om de grote variëteit aan leerlingen en leerstijlen te ondersteunen is het van belang om ook andere game-elementen te onderzoeken. Volgens de SDT (Self-Determination Theory) spelen verbondenheid en autonomie een belangrijke rol bij het verhogen van intrinsieke motivatie voor een specifieke taak. In traditionele games herkennen we deze elementen in onder andere het gebruik van avatars en exploratie-vrijheid. Naar deze game-elementen is echter binnen de educatieve context nog maar zeer weinig onderzoek gedaan. [20]

Deze masterproef onderzoekt of het gebruik van avatar-personalisatie en exploratie de intrinsieke motivatie voor het maken van wiskunde-oefeningen kan verhogen.

Hoofdstuk 2

Literatuurstudie

In dit hoofdstuk kijken we naar bestaand werk en definiëren we de concepten die centraal staan in deze masterproef. Hierbij behandelen we enkele relevante theoriën rond motivatie. Vervolgens maken we een onderscheid tussen gamification toegepast in een educatieve context en educatieve games. We lichten de game-elementen toe die in dit onderzoek aan bod komen en bespreken enkele kritieken omtrent gamification.

2.1 Intrinsieke motivatie

*Intrinsic motivation is defined as the doing of an activity for its **inherent satisfaction** rather than for some separable consequence. When intrinsically motivated, a person is moved to **act for the fun or challenge entailed** rather than because of external products, pressures or reward.*

Ryan R. en Deci E. [22]

Intrinsieke motivatie betekent dat de taak zelf voor voldoening zorgt [22]. In het kader van dit onderzoek betekent dit dat een leerling gemotiveerd wordt door het maken van wiskunde-oefeningen op zich. Er is geen nood aan een externe motivator zoals lof van een leerkracht of een goede score. Uit de peiling wiskunde van het Vlaams Agentschap voor Hoger Onderwijs [1] blijkt motivatie een belangrijke factor te zijn die een sterke samenhang heeft met de resultaten voor wiskunde. Hierbij is de invloed van intrinsieke motivatie groter dan die van instrumentele motivatie (*leren omdat je daardoor beter wordt in wiskunde, niet omdat je wiskunde zelf leuk vindt*). In diezelfde peiling zien we dat voor de meeste onderwerpen van wiskunde, bijna de helft van alle leerlingen de eindtermen niet haalt.

In realiteit lijkt niet iedereen echter alles even inherent interessant te vinden. In het onderwijs gaat men daarom opzoek naar manieren om leerlingen voldoening te laten krijgen uit bijvoorbeeld het maken van oefeningen. Wanneer het gaat over het verhogen van de intrinsieke motivatie wordt gefocust op het *internaliseren en integreren* van de taak.

Internalisering is het proces van het aannemen van een bepaalde waarde. **Integreren** is het proces waarbij een individu de waarde transformeert zodat die voortkomt uit zijn gevoel van eigenwaarde [22].

In het vervolg van deze tekst wordt met internalisering van waarden zowel het internaliseren als integreren van de waarde bedoeld. Specifiek wordt gekeken naar de internalisering van de volgende waarde: *het idee dat het waardevol is om wiskunde-oefeningen te maken*.

2.1.1 Self Determination Theory

De *Self Determination Theory* (SDT) beschrijft hoe deze internalisering tot stand komt. SDT stelt dat er drie psychologische basisbehoeften zijn die nodig zijn om voldoening te halen uit een taak en dus tot intrinsieke motivatie te komen: verbondenheid, competentie en autonomie [9]. Die basisbehoeften zijn gedefinieerd als volgt:

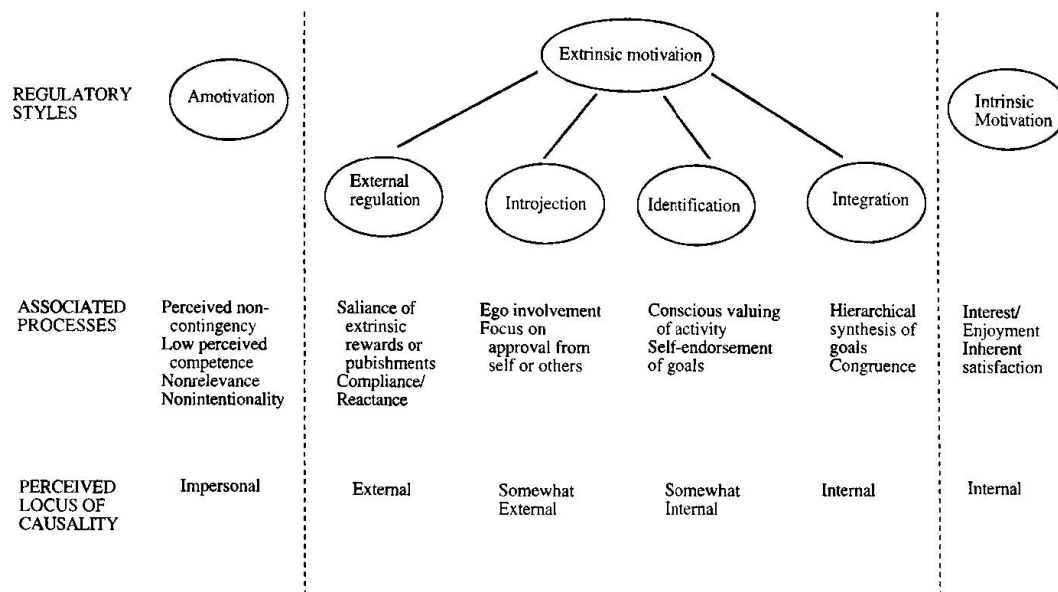
Verbondenheid: waarden worden makkelijker geïnternaliseerd wanneer ze gedeeld worden door de personen waarmee een individu zich verbonden voelt [22]. Een leerling wiens vrienden of familie waarde hechten aan wiskunde zal doorgaans meer intrinsiek gemotiveerd zijn dan een leerling wiens omgeving hier weinig waarde aan hecht.

Competentie: waarden worden makkelijker geïnternaliseerd als een individu begrijpt waar het over gaat en de nodige vaardigheden heeft om er succesvol mee om te gaan [22]. Zo zal een leerling die het doorgaans moeilijk heeft met wiskunde vaak minder intrinsiek gemotiveerd zijn om wiskunde-oefeningen te maken.

Autonomie: Wanneer een persoon zichzelf ervaart als de oorsprong van diens gedrag ervaart deze autonomie. De persoon ervaart het gedrag als een expressie van hun eigenwaarde, ook al zijn hun acties beïnvloed door andere actoren. Volgens SDT hoeft autonomie niet samen te gaan met onafhankelijkheid. Een persoon kan autonomie ervaren bij het uitvoeren van een taak die iemand anders heeft opgedragen [21]. Wel is er nood aan een **hoge graad van keuze en vrijheid** bij het stellen van het gedrag [9]. Waarden worden makkelijker geïnternaliseerd wanneer een individu autonomie ervaart bij het handelen naar die waarde. Leerlingen die het gevoel hebben dat ze zelf beslissen over het maken van wiskunde-oefeningen zullen doorgaans meer intrinsiek gemotiveerd zijn dan leerlingen die het gevoel hebben hiertoe verplicht te zijn.

Identificatie

Cohen [7] definieert identificatie als een denkbeeldig proces waarbij een persoon de identiteit, doelen en perspectieven van een karakter overneemt. Dit komt overeen met de *verbondenheid*-basisbehoefte uit de SDT. Eén van de factoren die belangrijk zijn om de identificatie te verhogen is *gelijkenis*. Dit omvat kenmerken die lichamelijk



FIGUUR 2.1: Een taxonomie van motivatie volgens de OIT. Deze taxonomie geeft een spectrum van motivatie weer gaande van amotivatie tot intrinsieke motivatie. [22]

zichtbaar zijn, zoals leeftijd, gender of demografische afkomst. Maar ook niet-lichamelijke kenmerken kunnen de gelijkenis verhogen, zoals karaktertrekken of gelijkaardige emoties.

2.1.2 Organismic Integration Theory

Organismic Integration Theory (OIT) is een uitbereiding op de SDT die dieper ingaat op de verschillende gradaties van extrinsieke motivatie. OIT stelt dat motivatie een spectrum is gaande van amotivatie over verschillende vormen van extrinsieke motivatie tot intrinsieke motivatie. Figuur 2.1 geeft dit spectrum weer. OIT veronderstelt dat personen in gunstige omstandigheden extrinsieke taken vanzelf gaan internaliseren [5]. Door een taak zo te ontwerpen dat aan de psychologische basisbehoeften voldaan wordt, kan een shift teweeg worden gebracht op het spectrum van motivatie richting intrinsieke motivatie betreffende de taak.

SDT en bij uitbreiding OIT vormen een theoretische basis voor gamification [6]. De basisidee is dat gamification de basisbehoeften voor motivatie incorporeert, zodat motivatie toeneemt.

2.2 Gamification, games en educatieve games

De SDT bespreekt de basisbehoeften die nodig zijn om voldoening te halen uit een taak. Gamification is een manier om deze basisbehoeften in te vullen. In deze sectie bespreken we gamification en maken we een onderscheid tussen gamification toegepast in een educatieve context en educatieve games.

2.2.1 Gamification

Het is zinvol een definitie op te stellen voor gamification die wordt gehanteerd in dit onderzoek. Chapman en Rich [5] definiëren gamification aan de hand van 3 deel-definities:

- Het gebruik van game-elementen in niet-game-systemen om de gebruikerservaring (UX) en gebruikersbetrokkenheid te verbeteren.
- De integratie van gebruikersgerichte game-ontwerp-elementen in een niet-game context.
- Het gebruik van game-attributen buiten de context van een game met als doel het beïnvloeden van het gedrag of de houding omtrent leren.

Op basis van deze deel-definities wordt de volgende definitie voor gamification bekomen die wordt gehanteerd in dit onderzoek:

Definitie 1. Gamification is het gebruik van game-elementen in een niet-game context om de ervaring, de houding en het gedrag van de gebruiker positief te beïnvloeden.

In de definitie van gamification (D 1) spreekt men over een niet-game-context. Het is echter niet altijd duidelijk waar het onderscheid ligt tussen gamification en een game. Daarnaast zijn er ook educatieve games, die de grens tussen gamification en games verder vervagen. Om een duidelijk beeld te krijgen van games, educatieve games en gamification overlopen de volgende secties het MDA-framework en het Smiley-model.

2.2.2 Mechanics-Dynamics-Aesthetics framework

„Fundamental to this [MDA] framework is the idea that games are more like artifacts than media. By this we mean that the content of a game is its behavior, not the media that streams out of it towards the player.”

Hunicke R., Leblanc M. en Zubek R. [12]

Het Mechanics-Dynamics-Aesthetics (MDA) framework biedt een formele aanpak voor het analyseren van games. Hierbij worden games opgesplitst in 3 factoren ([12]):

- **Mechanics** beschrijven de specifieke componenten van de game, op het niveau van data representatie en algoritmes. (vb discrete opties voor avatar, verplaatsten door te klikken, ...)
- **Dynamics** beschrijven het run-time gedrag van de mechanics onder invloed van de input van de speler en de output van andere mechanics. (vb Avatar personalisatie, exploratie van de wereld, tijdsdruk, ...)
- **Aesthetics** beschrijven de gewenste emotionele reacties van de speler wanneer deze interageert met de game. (vb Sensatie, Narratief, Uitdaging, Ontdekking, ...)



FIGUUR 2.2: Bij de productie van een game zijn steeds minstens twee *stakeholders* actief. De ontwerper produceert het spel, de speler consumeert het spel. [12, p. 2]

Bij de ontwikkeling van een game zijn er steeds twee *stakeholders* actief (zie figuur 2.2). Enerzijds is er de ontwikkelaar die het spel ontwerpt. Daarnaast is er de speler, die het spel consumeert. De ontwikkelaar heeft een spelervaring voor ogen die deze tot stand probeert te brengen. De mechanics worden zodanig ontwikkeld dat de dynamics die hierdoor gecreëerd worden leiden tot de gewenste aesthetics. De bekomen aesthetics bepalen het type game, en dus ook het type speler dat zich hiertoe aangetrokken voelt. Doorgaans heeft de ontwikkelaar een financiële drijfveer om het spel motiverend en boeiend te maken voor de speler.

Op basis hiervan is de volgende definitie voor games bekomen:

Definitie 2. Een **game** is een specifiek ontworpen combinatie van mechanics die een bepaald gedrag tot stand brengen wanneer een speler input geeft. Dit gedrag heeft als doel de game motiverend en boeiend te maken voor de gebruiker.

2.2.3 Smiley model

Naast motiverend en boeiend moet een educatieve game ook een leerproces faciliteren. Het MDA framework is ontoereikend om deze drijfveer te vatten. Het Smiley model [29] combineert game-design met het ontwerpen van leerprocessen. Het Smiley model onderscheidt 3 elementen in het ontwerpen van een educatieve game:

1. ontwikkelen van leerprocessen
2. implementeren van leer-elementen in een game
3. de game motiverend en boeiend maken

Bij een educatieve game is het dus niet voldoende dat de game motiverend en boeiend is. Er wordt een leerproces ontwikkeld dat tot stand wordt gebracht door middel van een game. Reeds bij de ontwikkeling van het leerproces wordt er rekening mee gehouden dat het leerproces in een game verwerkt zal worden. Zo kan de keuze van leer-doelstellingen en leerproces beïnvloed worden door de implementatiemogelijkheden.

Op basis hiervan is de volgende definitie voor educatieve games bekomen:

Definitie 3. Een **educatieve game** is een game waarvoor een specifiek leerproces is ontworpen en geïntegreerd in de game.

2.2.4 Gamification vs educatieve game

Definitie 1 stelt dat gamification een niet-game context betreft. Volgens definitie 2 is een game een specifiek ontwerp dat de gebruiker moet motiveren en boeien. Hieruit volgt de volgende definitie voor een game context:

Definitie 4. Een **game context** is een omgeving die specifiek ontworpen is met als doel om motiverend en boeiend te zijn.

In deze definities wordt geen onderscheid gemaakt tussen een digitale of analoge context.

Uit de definitie volgt dat educatieve games zich bevinden in een game context; ze zijn doelbewust ontwikkeld om motiverend en boeiend te zijn. Bij het toepassen van gamification wordt het toepassen van gamification op bestaande leerprocessen bedoeld. Deze leerprocessen bevinden zich in een niet-game context. Vertrekkende van deze bestaande educatieve context worden game-elementen toegevoegd die de leerprocessen in stand houden maar de motivatie en boeiendheid verhogen.

Binnen het kader van deze thesis wordt het *verschil* tussen educatieve games en gamification dus niet op basis van het eindproduct, maar wel op basis van het *ontwikkelingsproces* beoordeeld.

2.3 Game-elementen

Er bestaat geen volledige lijst van game-elementen. De opdeling van game-elementen is namelijk enigszins willekeurig en subjectief van aard [27]. Voor het doel van dit onderzoek is een exhaustieve lijst van game-elementen niet vereist. Enkele voorbeelden van veelvoorkomende game-elementen zijn scores, leaderboards, achievements, badges, levels, challenges, peers, ... Wel zijn er verschillen tussen individuen met betrekking tot de invloed van een specifiek element. Zo kan een element voor persoon A een positieve invloed hebben op de motivatie terwijl dit voor persoon B een negatieve invloed heeft[6]. Daarnaast blijkt dat theoretische voorspellingen niet niet altijd gelden in de praktijk [17]. Binnen de educatie context is het belangrijk om een grote waaier aan tools ter beschikking te hebben. Door verschillende game-elementen te onderzoeken kunnen leerkrachten verder ondersteund worden bij het toepassen van gamification. Zo kan een leerkracht ervoor zorgen dat alle leerlingen baat hebben bij de gamification en voorkomen dat steeds dezelfde groepen benadeeld zijn. Belonings-systemen en competitie worden het vaakst gebruikt in digitale oefenprogramma's, terwijl doelen, narratieven, avatars en *freedom to fail* amper aan bod komen [20].

2.3.1 Impact van verschillende game-elementen

"The four most motivating game-elements were points for assignments, due date bonuses and penalties, due date flexibility, and current grade in-

icator. These game-elements are related to autonomy, providing feedback for performance, and competency."

Chapman J. en Rich P. [6]

Chapman en Rich ontwikkelden een gamification-platform waarbij ze 15 verschillende game-elementen implementeerden. Dit platform werd gebruikt voor het geven van een vak aan studenten in het hoger onderwijs. Na afloop van het vak werden de studenten bevraagd om te onderzoeken wat het effect van elk element was op de motivatie van de studenten. Figuur 2.3 toont de gerapporteerde graad van motivatie bij elk gebruikt game-elementen. Hierbij valt op dat de veel voorkomende elementen, zoals beloningssystemen in de vorm van punten, een hoog gemiddelde hebben. Ook is te zien dat voor alle elementen er telkens een groep is die aangeeft minder gemotiveerd te zijn door de toevoeging van dit element. Binnen een educatieve context is het belangrijk dat de game-elementen die men toevoegt niet alleen effectief zijn, maar ook geen grote groep leerlingen benadeelt. Uit de tabel blijkt bijvoorbeeld dat het geven van peer reviews gemiddeld een positieve invloed heeft, maar dat 22,6% aangaf hierdoor minder gemotiveerd te zijn.

Table 1. Percent of responses given for each motivation level for each game element.

	Average	Much Less (1)	Less (2)	Neither less or more (3)	More (4)	Much more (5)
Points for assignments	4.1	2.4%	2.4%	16.9%	43.5%	34.7%
Due date flexibility	3.9	3.2%	6.5%	18.5%	37.1%	34.7%
Due date bonuses and penalties	3.9	4.8%	2.4%	21.0%	37.9%	33.9%
Current grade indicator	3.9	1.6%	4.0%	25.8%	41.9%	26.6%
Doing assignments	3.8	3.2%	0.8%	28.2%	38.7%	25.0%
Starting with zero points	3.7	4.8%	6.5%	30.6%	29.8%	28.2%
Course map	3.7	1.6%	2.4%	38.7%	37.1%	20.2%
Leaderboard	3.6	7.3%	4.8%	30.6%	33.1%	24.2%
Exams	3.6	4.0%	5.6%	36.3%	38.7%	15.3%
Unlocking assignments	3.5	9.7%	10.5%	25.8%	27.4%	26.6%
Leaderboard levels	3.5	5.6%	4.0%	41.1%	33.9%	15.3%
Receiving peer reviews	3.3	8.1%	4.8%	50.0%	24.2%	12.9%
Aliases	3.3	6.5%	11.3%	34.7%	36.3%	11.3%
Doing peer reviews	3.2	10.5%	12.1%	36.3%	28.2%	12.9%
Achievements	3.2	6.5%	10.5%	44.4%	22.6%	8.1%
Points for assignments	4.1	2.4%	2.4%	16.9%	43.5%	34.7%

FIGUUR 2.3: Motivatie-graad per game-element uit het onderzoek van Chapman en Rich [6]. Hier valt op dat voor elk element er telkens een groep is die minder gemotiveerd geraakt door het element.

De voorkeuren voor game-elementen worden vaak gegroepeerd aan de hand van de *Gamification User Types Hexad* [18]. Aan elk van deze 6 types wordt een voorkeur voor bepaalde game-elementen toegeschreven [25]. Door meerdere game-elementen te combineren of af te wisselen kan men ervoor zorgen dat niet telkens dezelfde leerlingen minder gemotiveerd raken.

Individueen die hoog scoren op het *free spirit* type zijn gemotiveerd door autonomie [25]: vrijheid om zichzelf uit te drukken en te handelen zonder externe controle. De voorgestelde game-elementen zijn: exploratie, niet-lineaire *gameplay*, *easter eggs*, *unlockable content*, *creativity tools* en personalisatie. Voor individuen die hoog scoren op het 'socialiser' type is verbondenheid belangrijk.



FIGUUR 2.4: Marczewski's User Type Hexad. Deze hexad geeft 6 types van spelers met een bepaald voorkeur voor game-elementen. [18]

De volgende secties zoomen in op twee elementen die aansluiten bij deze types: exploratie en personalisatie.

2.4 Kritiek op gamificatie

"It is fair to ask whether educational gamification is an unnecessary embellishment in a course. Traditional education already supports many game-like elements. For example, there are points for assignments; grades and diplomas as badges; rewards and punishments; leveling up from grade to grade; and status indicators"

[6, p.320]

Er zijn veel aanwijzingen dat gamification een positieve invloed heeft op motivatie [2, 6]. Toch zijn er ook enkele **bedenkingen** bij het toepassen van gamification op een educatieve context.

Een eerste kritiek is dat hoewel gamification de motivatie wel kan verhogen, het een **negatieve invloed heeft op de kwaliteit** van het leerproces i.p.v. het te versterken. Dit doordat leerlingen worden afgeleid door de game-elementen en de kwaliteit van de prestaties afneemt of de productiviteit daalt [24, 4].

Daarnaast zouden de **positieve effecten** op de motivatie ook weer **verdwijnen** wanneer de 'novelty' verdwijnt of de gamification wordt weggenomen. Bij het meeste onderzoek rond gamification in een educatieve context is de tijdsspanne kort. Vaak hebben de deelnemers slechts een eenmalige blootstelling aan de specifieke implementatie van de gamification [27, 14]. Onderzoek van de motivatie in gamification toegepast op educatie over een tijdsspanne van 15 weken toont inderdaad een initiële daling van de motivatie. Deze daling houdt echter niet aan en de motivatie stijgt

weer na verloop van tijd [26]. Onderzoek naar het verwijderen van gamificatie is beperkt en geeft een mix van zowel positieve als negatieve effecten [23].

2.5 Open problemen in de literatuur

Exploratie

„*Curiosity is a form of intrinsic motivation that is key in fostering active learning and spontaneous exploration.* Oudeyer et al. [19]”

In dit onderzoek wordt gekozen voor *exploratie* omdat hier nog maar weinig onderzoek over bestaat. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de toevoeging van exploratie snel een grote visuele impact heeft. Hierdoor lijkt de applicatie al snel op een game. Zoals beschreven in sectie 2.2 wordt de uiteindelijke visuele presentatie niet beschouwd als een beoordelingscriterium voor de classificatie als gamification. Exploratie in gamification steunt op de behoefte aan autonomie.

In dit onderzoek is exploratie de mogelijkheid tot ontdekking van een omgeving. Exploratie zorgt ervoor dat de gebruiker niet meteen weet wat de grenzen van de omgeving zijn. De gebruiker krijgt de kans om zelf te bedenken er nog kan komen. Er is sprake van een onzekerheid.

Door leerlingen de kans te geven zelf dingen te ontdekken wil men hen laten ervaren dat ze zelf een keuze hebben bij het maken van de oefeningen. Op basis hiervan is de volgende onderzoeksvraag geformuleerd:

OV 1. *Zorgt de vrijheid om een kaart te ontdekken voor een verhoging van de zelf-gerapporteerde motivatie om wiskunde-oefeningen te maken?*

Bijhorend zijn ook volgende deelvragen geformuleerd:

DV 1. *Zorgt uitgebreide exploratie van de kaart voor een hogere ervaring van keuze bij het maken van wiskunde-oefeningen?*

DV 2. *Is er een correlatie tussen ervaring van keuze en de zelf-gerapporteerde motivatie om wiskunde-oefeningen te maken?*

DV 3. *Is er een correlatie tussen de ervaring van keuze en het verschil in motivatie voor en na het gebruik van de app?*

Avatar personalisatie

Net als exploratie is avatar personalisatie een zeer visueel element. Ook rond dit game-element bestaat weinig onderzoek en het wordt bij gamification maar weinig gebruikt [20]. Personalisatie zou echter een zeer sterke tool kunnen zijn voor het verhogen van intrinsieke motivatie.

Bij identificatie in computergames is de ervaring van plezier een zeer belangrijke factor. Daarenboven blijkt dat spelers een game leuker vinden als ze de rol waar ze zich mee identificeren *succesvol* kunnen invullen [11]. Zo kan een speler een bepaalde

rol interessant vinden, maar zal diens plezier significant groter zijn wanneer deze het gevoel krijgt goed te zijn in de rol.

Avatar personalisatie is een manier om de gelijkheid met de avatar te verhogen. Dit geeft aanzet tot sterkere identificatie. Het verbondenheid aspect van de SDT stelt dat als de taak gewaardeerd wordt door personen waar een individu zich verbonden mee voelt, ofwel zich mee identificeert, het individu deze waarde overneemt (zie sectie 2.1.1).

In deze thesis is personalisatie geïnterpreteerd als de mogelijkheid tot het kiezen van het uiterlijk van de avatar. Personalisatie zorgt ervoor dat de gebruiker zichzelf kan uitdrukken. De gebruiker kiest zelf waarop die het uiterlijk van de avatar baseert.

We vermoeden dat door een leerling zelf het uiterlijk van de avatar te laten bepalen, de leerling zich meer zal identificeren met de avatar. Indien de avatar een positieve associatie heeft ten opzichte van het maken van wiskunde-oefeningen bestaat de verwachting dat de leerling bijgevolg meer gemotiveerd zal zijn. Op basis hiervan is de volgende onderzoeksvraag geformuleerd:

OV 2. *Zorgt de personalisatie van een avatar voor een verhoging van de zelf-gerapporteerde motivatie om wiskunde-oefeningen te maken?*

Bijhorend zijn ook volgende deelvragen geformuleerd:

DV 4. *Zorgt uitgebreide personalisatie van een avatar voor hogere identificatie met de avatar?*

DV 5. *Is er een correlatie tussen identificatie met de avatar en de zelf-gerapporteerde motivatie om wiskunde-oefeningen te maken?*

DV 6. *Is er een correlatie tussen identificatie met de avatar en het verschil in motivatie voor en na het gebruik van de app?*

Tot slot wil deze thesis ook gehoor geven aan de **kritiek** omtrent gamification (zie sectie 2.3.1). Daarom gaan we in dit onderzoek na wat de invloed is van zowel exploratie als personalisatie op de prestaties van leerlingen. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag geformuleerd:

OV 3. *Hoe beïnvloeden personalisatie van een avatar en exploratie de prestaties m.b.t het maken van wiskunde-oefeningen?*

Hoofdstuk 3

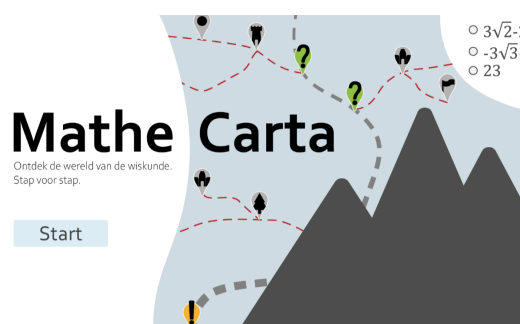
Methodes

Dit hoofdstuk behandelt de opzet die gebruikt is om de onderzoeksvragen die in het vorige hoofdstuk zijn beschreven, te beantwoorden.

3.1 Mathe Carta

Mathe Carte is een leerplatform dat is ontwikkeld voor dit onderzoek. Het platform is een minimaal product dat de basisaspecten bevat die relevant zijn voor dit onderzoek. Op het platform krijgen leerlingen toegang tot 9 oefeningen. De oefeningen zijn aangeleverd uitgeverij *die Keure* en zijn conform met de leerplannen wiskunde voor leerlingen uit de 2de en 3de graad van het Nederlandstalige middelbaar onderwijs ASO. De selectie van de onderwerpen gebeurde in samenspraak met de leerkrachten.

Om tot een antwoord op de onderzoeksvragen te komen, werd op 2 aspecten een variatie ingebouwd. Een eerste aspect is dat van avatar personalisatie. Hierbij worden de leerlingen willekeurig toegekend aan de groep met beperkte personalisatie opties, of de groep met uitgebreide personalisatie opties. Een tweede aspect is dat van exploratie vrijheid. De leerlingen worden willekeurig toegekend aan de groep met beperkte exploratie, of de groep met uitgebreide exploratie. De ontwikkeling van Mathe Carte wordt besproken in hoofdstuk 4.



FIGUUR 3.1: Titelscherm van Mathe Carta, de web-app ontwikkeld voor het onderzoek.

3.2 Hoofdstudie

In deze sectie wordt de opzet van de hoofdstudie toegelicht. De onderstaande procedure werd integraal goedgekeurd door de Sociaal-Maatschappelijke Ethische Commissie (SMEC) met referentienummer G-2021-4261.

3.2.1 Deelnemers en rekrutering

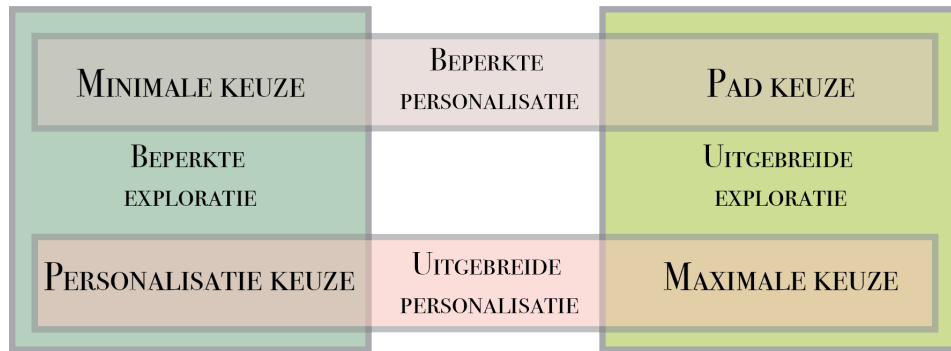
Bij het rekruteren werd daarom gekeken naar jongeren uit deze doelgroep. De rekrutering gebeurde via de leerkrachten die bereikt werden via e-mail of een brochure. Geïnteresseerde leerkrachten konden meer info vinden over het onderzoek op de website van Mathe Carta, tijdens de studie te bezoeken op: <https://www.mathecarta.be/index.html>. Verdere vragen en afspraken werden via mail verduidelijkt. Voor aanvang van het onderzoek werd door de leerkracht een brief met geïnformeerde toestemming aan de leerlingen bezorgd met de vraag deze in te vullen vooraleer deel te nemen aan het onderzoek. Bij leerlingen jonger dan zestien jaar werd ook de toestemming van de ouders gevraagd. Alle documenten die betrekking hadden tot de rekrutering zijn terug te vinden in Appendix B.

3.2.2 Gerandomiseerd onderzoek met controlegroep

Bij het openen van de applicatie worden deelnemers automatisch en stilzwijgend ingedeeld in één van vier mogelijke gebruikersgroepen. De toewijzing aan een groep gebeurt volledig willekeurig. Elke groep krijgt een eigen mate van vrijheid, zowel in het ontdekken van de kaart als het personaliseren van de avatar.

- MINIMALE KEUZE doorloopt de kaart volgens een vast pad, en heeft een beperkte keuze tussen vooraf samengestelde avatars.
- PERSONALISATIE KEUZE doorloopt de kaart volgens een vast pad, en kan zelf de avatar samenstellen aan de hand van enkele kenmerken.
- PAD KEUZE kiest zelf een pad over de kaart, en heeft een beperkte keuze tussen vooraf samengestelde avatars.
- MAXIMALE KEUZE kiest zelf een pad over de kaart, en kan zelf de avatar samenstellen aan de hand van enkele kenmerken.

Figuur 3.2 geeft een overzicht van de mogelijke groepen. Door de deelnemers op deze manier in te delen is het mogelijk om nadien een analyse te maken waarbij de verschillende mate van personalisatie en van exploratie met elkaar vergeleken worden. Zo kunnen de groepen van MINIMALE KEUZE en PERSONALISATIE KEUZE samengevoegd worden tot BEPERKTE EXPLORATIE en kan deze vergeleken worden met PAD KEUZE en MAXIMALE KEUZE als UITGEBREIDE EXPLORATIE om zo een vergelijking te maken tussen beperkte exploratie en uitgebreide exploratie.



FIGUUR 3.2: Overzicht van de gevormde groepen en de samengevoegde groepen die hiermee mogelijk zijn. Deze groepen hebben telkens een andere mate van vrijheid in de factoren.

3.2.3 Verloop van het onderzoek

Figuur 3.4 geeft een visueel overzicht van het verloop van het onderzoek zoals een leerling dit te zien krijgt. In wat volgt worden deze stappen overlopen.

Pre-study

De leerlingen krijgen via een link toegang tot het platform. Na een korte welkomstpagina die de basis van het onderzoek nog eens herhaalt, gaan de leerlingen verder naar de app. Hier selecteren ze hun school en klasgroep. Deze info wordt gebruikt om de door de leerkracht gekozen oefeningen in te laden. Daarnaast wordt gevraagd naar de leeftijd, het geslacht, en het aantal uur wiskunde per week.

Alvorens de leerlingen verder kunnen moeten ze eerst een test-stelling (Fig. 3.3) invullen om zeker te zijn dat ze begrijpen hoe de enquêtes werken.

Voor en na de applicatie krijg je enkele stellingen te zien. Duid telkens aan in welke mate jij het eens bent met de stelling.

Duid bij deze vraag aan dat je volledig akkoord gaat met de stelling.

☐ helemaal oneens
 ☐ oneens
 ☐ eerder oneens
 ☐ neutraal
 ☐ eerder eens
 ☐ eens
 ☒ helemaal eens

FIGUUR 3.3: Test stelling die de leerlingen moeten invullen voor ze aan de vragenlijsten kunnen beginnen.

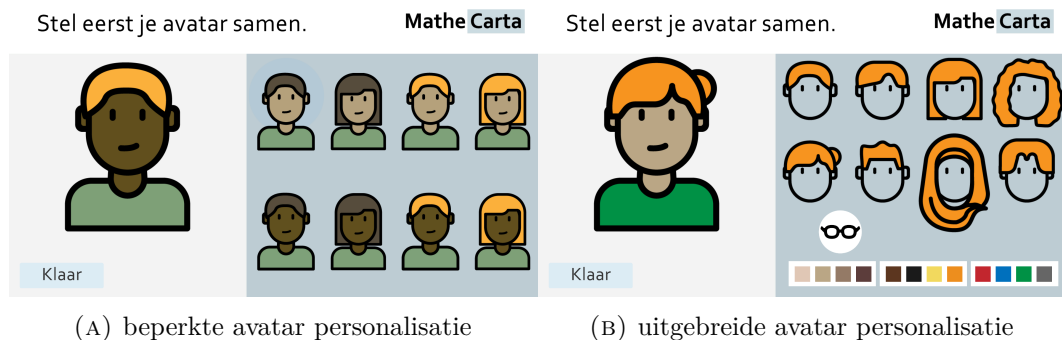
Daarna moeten de leerlingen onderstaande pre-study vragenlijst invullen. In de pre-study vragenlijst (zie appendix A.1) wordt gepeild naar de motivatie m.b.t. wiskunde. Met deze vragen wordt een beeld bekomen van de motivatie van de leerling voor het gebruik van de app. De vragen zijn geselecteerd uit het *Mathematics Motivation and Self-Concept 55-Item Survey Instrument* [10] en vrij vertaald naar het Nederlands. De vragenlijst zoals gebruikt in dit onderzoek bestaat uit 2 sub-schalen. Vragen

Q1 t.e.m. Q9 peilen naar het **plezier m.b.t. wiskunde**: vinden de leerlingen het leuk om met wiskunde bezig te zijn? Vragen Q10 t.e.m. Q13 naar het **zelfconcept m.b.t. wiskunde**: wat is de geïnternaliseerde overtuiging die leerlingen hebben over hun eigen slaagkansen? [10]

De vragenlijsten zijn verwerkt in het platform zodat de data wordt opgeslagen op de servers van KU Leuven. De totale registratietijd duurde ongeveer 5 minuten.

Avatar samenstellen

Na het invullen van de pre-study kunnen de gebruikers een avatar selecteren. De gebruikers kunnen zelf kiezen op welke basis ze de avatar selecteren. Er is geen verplichting dat de avatar een waarheidsgetrouwe afspiegeling van henzelf is. Gebruikers uit G1 en G3 krijgen 8 vooraf samengestelde avatars te zien waar ze uit kunnen kiezen (zie figuur 3.5a). Deze avatars zijn geselecteerd om een (beperkte) verscheidenheid aan huidskleur, gender en haarkleur aan te bieden. Gebruikers uit G2 en G4 kunnen zelf de huidskleur, haarkleur, haarstijl, kledij-kleur en bril kiezen en zo de avatar samenstellen (zie figuur 3.5b).



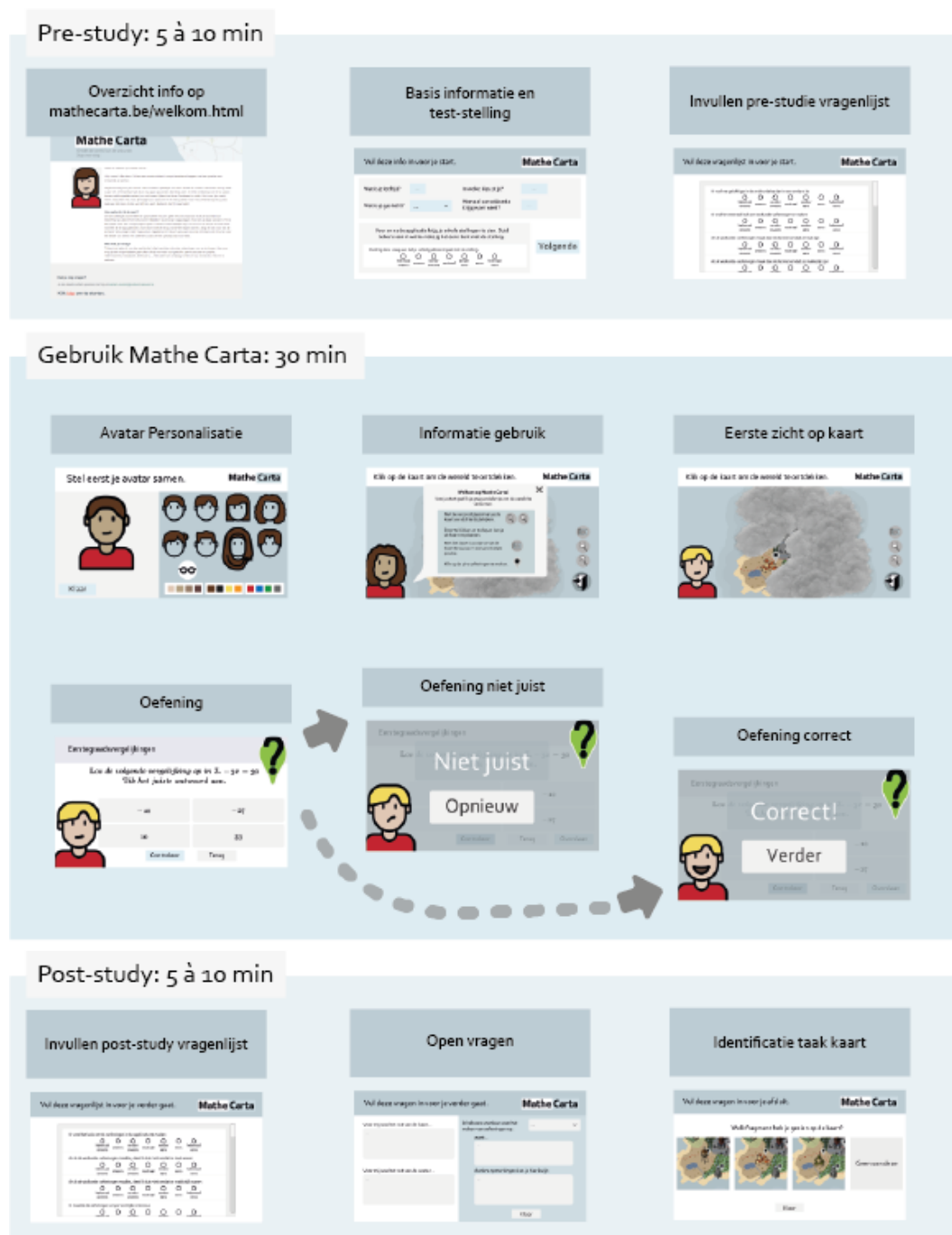
FIGUUR 3.5: Opties van de avatar-personalisatie. De leerlingen kregen 1 van deze opties te zien en konden zo hun avatar kiezen.

Kaart ontdekken

Nadat een leerling diens avatar heeft gekozen krijgt deze eerst een korte instructie te zien over hoe die de applicatie kan gebruiken. De toegelichte acties zijn:

- in- en uitzoomen
- de kaart verslepen
- de positie van de kaart resetten
- een oefening openen

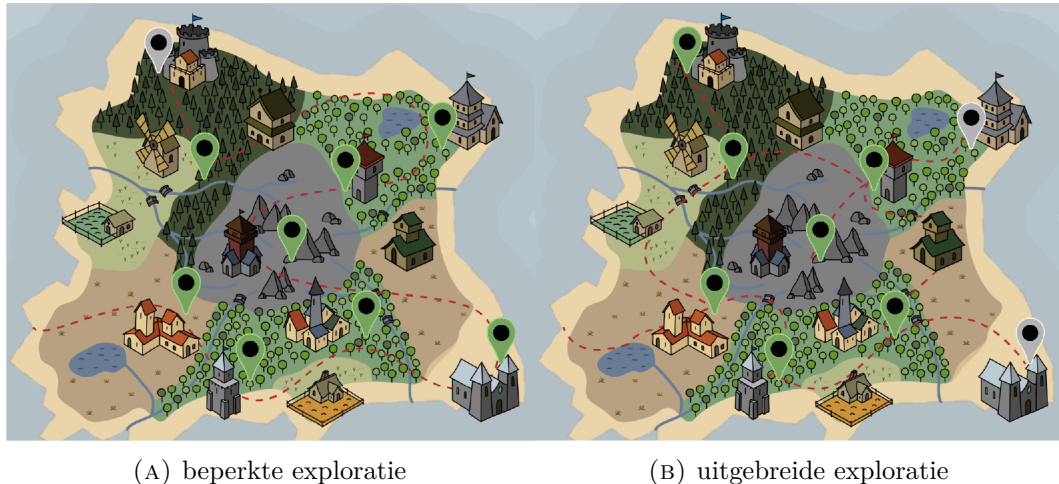
Daarna krijgen de gebruikers de kaart te zien. De inhoud van deze kaart is grotendeels verborgen met behulp van 'mist'. Er is 1 plek op de kaart waar de mist is opgeklaard. Hier zien de gebruikers een icoontje waar ze op kunnen klikken om zo naar de eerste oefening te gaan. Door het maken van een oefening wordt telkens een stuk van de



FIGUUR 3.4: Verloop van het onderzoek

3. METHODES

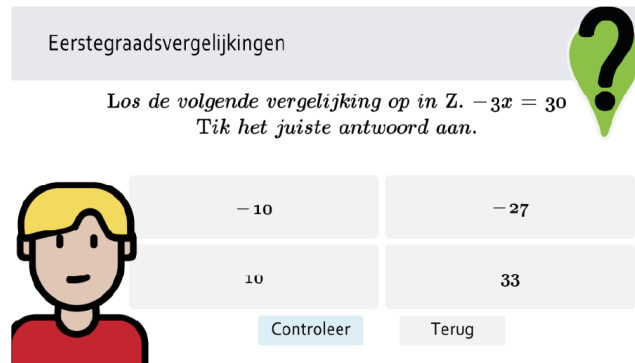
mist opgeklaard waardoor een deel van de kaart zichtbaar wordt en de gebruiker nieuwe oefeningen kan aanklikken. Bij gebruikers van G1 en G2 bevat de kaart een lineair pad, zij hebben geen keuze over de volgorde waarin ze de oefeningen maken (zie figuur 3.6a). Bij gebruikers van G3 en G4 bevat de kaart een pad met verschillende vertakkingen. Zij kunnen kiezen in welke volgorde ze bepaalde oefeningen maken en dus welke delen van de kaart ze eerst ontdekken (zie figuur 3.6b).



FIGUUR 3.6: Opties van de exploratie. De leerlingen krijgen dezelfde kaart te zien. Bij de BEPERKTE EXPLORATIE-groep is er maar 1 pad en hebben de leerlingen geen keuze. Bij de UITGEBREIDE EXPLORATIE-groep heeft het pad enkele vertakkingen en kunnen de leerlingen kiezen welke kant ze eerst verkennen.

Oefeningen maken

De oefeningen bestaan steeds uit meerkeuzevragen over een onderwerp dat de leerkracht heeft gekozen (figuur 3.7). Wanneer de gebruiker een juist of fout antwoord geeft, verandert de uitdrukking van de avatar naar een respectievelijk blij (figuur 3.8b) of droevig (figuur 3.8a) gezicht. Na 1 foute pogingen heeft de gebruiker de mogelijkheid om de oefening over te slaan. De gebruiker heeft steeds de mogelijkheid om terug te keren naar de kaart. Oefeningen die juist zijn beantwoord of zijn overgeslagen krijgen een ander icoontje op de kaart om de staat van de oefening weer te geven.



FIGUUR 3.7: Scherm om een oefening te maken. De oefeningen worden steeds gepresenteerd als meerkeuze-vragen.



(A) fout antwoord



(B) juist antwoord

FIGUUR 3.8: Scherm bij het beantwoorden van een oefening. De emotie van de avatar past zich aan naargelang of het antwoord fout of juist is.

Post-study

Aan het einde van de studie worden de gebruikers gevraagd om een laatste bevraging in te vullen.

De post-study vragenlijst (zie appendix A.2) bestaat uit 7 sub-schalen.

Vragen Q1 t.e.m. Q4 zijn een herneming van vragen Q2 t.e.m. Q5 uit de pre-study vragenlijst en peilen wederom naar het **plezier m.b.t. wiskunde**. De vragen zijn geherformuleerd om betrekking te hebben op de oefeningen die de leerling zonet in de applicatie heeft gemaakt.

Vragen Q5 t.e.m. Q8 bevragen de **ervaring van het nut** van de applicatie: hebben de leerlingen het gevoel dat de tijd die ze hebben gependend aan het maken van oefeningen in de applicatie nuttig was?

Vragen Q9 t.e.m. Q15 bevragen de **identificatie met de avatar**: voelen de leerlingen zich verwant met de avatar? Deze vragen behandelen zowel uiterlijk als emotioneel verwantschap. De vragen in deze sub-schaal zijn geselecteerd en vrij vertaald uit [16] en [15].

Vragen Q16 t.e.m. Q22 bevragen de **ervaring van keuze**: hebben de leerlingen het gevoel dat ze zelf een keuze hebben over het maken van de oefeningen? Deze



FIGUUR 3.9: Identificatie-taak van een kaartfragment. Deze fragmenten worden na afloop van het onderzoek aan de leerlingen getoond om te kijken of ze de elementen van de kaart onthouden.

vragen zijn een vertaling van de sub-schaal *Perceived Choice* uit de *Post-Experimental Intrinsic Motivation Inventory*.

Vragen Q23 t.e.m. Q30 peilen naar een **eventuele voorkeur** voor het maken van oefeningen op de kaart.

Vragen Q31 en Q32 bevragen of de leerling de **avatar** heeft opgemerkt.

Vragen Q33 en Q34 zijn **algemene vragen** over de app.

Daarnaast worden 4 open vragen gesteld:

- Voor mij was het nut van de kaart...
- Voor mij was het nut van de avatar...
- Ik heb een voorkeur voor het maken van oefeningen (op de kaart/uit een handboek) want...
- Andere opmerkingen kan je hier kwijt:

Tot slot krijgen de leerlingen 2 keer een identificatie-taak. Hierbij wordt hen gevraagd om het fragment van de kaart te selecteren dat ze gezien hebben tijdens het gebruik van de app. Bij de kaartfragmenten is er telkens 1 gebouw dat varieert (zie figuur 3.9). De geschatte tijd hiervoor bedraagt 10-15min.

3.2.4 Loggegevens

Tijdens het gebruik van de app werden voor verschillende gegevens bijgehouden. Voor elke leerling zijn de volgende gegevens verzameld:

- Tijd op elk deel van de applicatie (samenstellen avatar, lezen info, vragenlijst pre, op kaart, in oefening, vragenlijst post, open vragen)
- Voor elke oefening worden volgende datapunten verzameld. Deze datapunten zijn telkens gekoppeld aan een timestamp: openen, indienen antwoord, indienen juist antwoord, overslaan, terug gaan
- Enkele acties en bijhorende timestamp: zoomen op kaart, kaart verplaatsen

3.3 Kwantitatieve analyse

In dit deel wordt toegelicht hoe de resultaten in sectie 5 bekomen zijn. Voor het filteren van de data werd matlab gebruikt. Voor de eigenlijke analyse werden zowel matlab als Jamovi gebruikt. Er werd telkens een $\alpha = 0.05$ voor statistische significantie gehanteerd. De vragenlijsten werden telkens gepresenteerd in de vorm van 7-punt Likert items. Voor de leerlingen was er geen onderscheid tussen de sub-schalen. Voor elke leerling werd voor elke factor een score berekend gaande van 0 tot 6. De score is sterk afhankelijk van de vragen die gesteld worden en heeft op zichzelf weinig betekenis, ze moeten telkens in vergelijking met scores van dezelfde factor bekeken worden. Het is dus niet zo dat een score van 5 altijd hoog is. Daarom worden er geen uitspraken gedaan over de betekenis van de scores van een groep, maar enkel over de vergelijking van de scores van verschillende groepen.

Om het effect van de mate van vrijheid op de leerlingen te analyseren moet geverifieerd worden dat de groepen vanuit een gelijkaardige beginsituatie starten. Hiervoor wordt nagegaan dat er geen significante verschillen zijn in het plezier bij wiskunde en in het zelfconcept m.b.t. wiskunde tussen de verschillende groepen. Het gemiddelde van deze 2 factoren wordt geïnterpreteerd als de motivatie voor wiskunde. Indien de groepen afkomstig zijn uit een multivariante normale verdeling en dezelfde variantie hebben wordt gebruik gemaakt van een One-Way ANOVA. Deze voorwaarden worden telkens nagegaan aan de hand van de *Shapiro-Wilk toets* en *Levene's Test for equality of variance*. Indien niet voldaan aan deze voorwaarden wordt gebruik gemaakt van een niet-parametrische One-Way ANOVA (Kruskal-Wallis analyse).

3.3.1 Behandeling onderzoeksvragen

Voor onderzoeksvraag OV 1 verwachten we dat uitgebreide **exploratie** zorgt voor een hogere zelf-gerapporteerde **motivatie** m.b.t. wiskunde dan beperkte exploratie. Om deze hypothese na te gaan vergelijken we de zelf-gerapporteerde motivatie na het gebruik van de applicatie voor de groep met beperkte exploratie en voor de groep met uitgebreide exploratie. Om de motivatie te kwantificeren nemen we voor elke leerling de gewogen som van enkele subschalen. De relevante schalen voor motivatie zijn die van *plezier* m.b.t. wiskunde, ervaring van *nut*, ervaring van *keuze*. De waardes die we op deze manier bekomen vergelijken we met behulp van een ongepaarde eenzijdige t-test.

Voor onderzoeksvraag OV 2 verwachten we dat uitgebreide **personalisatie** zorgt voor een hogere zelf-gerapporteerde **motivatie** m.b.t. wiskunde dan beperkte

personalisatie. We gaan op analoge wijze te werk als bij exploratie. We vergelijken hier de groep met beperkte personalisatie en de groep met uitgebreide personalisatie.

Voor onderzoeksvraag OV 3 verwachten we dat zowel uitgebreide **personalisatie** als uitgebreide **exploratie** zorgen voor betere prestaties dan respectievelijk beperkte personalisatie en beperkte exploratie. Om de **prestaties** tussen 2 groepen te vergelijken kijken we naar de manier waarop de oefeningen zijn opgelost. Dit wil zeggen dat we kijken naar het aantal pogingen die een leerling gemiddeld nodig had om een oefening op te lossen, de gemiddelde **tijd tussen 2 pogingen**, de **totale tijd** die een leerling spendeerde aan het maken van oefeningen, en het **aantal gokken** die een leerling waagde. Omdat we niet met zekerheid kunnen weten of een antwoord al dan niet een gok was hanteren we hier 2 drempelwaardes. Enerzijds kijken we naar het aantal antwoorden die in minder dan 3 seconden gegeven zijn. De veronderstelling hier is dat leerlingen meer dan 3 seconden nodig hebben om een antwoord uit te werken. Antwoorden in minder dan 3 seconden worden beschouwd als gokken. Anderzijds kijken we naar het aantal antwoorden die in minder dan 10 seconden gegeven zijn. Gezien de aard van de oefeningen veronderstellen we dat het merendeel van deze antwoorden ook gokken zijn. In dit geval is er echter een grotere onzekerheid dan bij antwoorden in minder dan 3 seconden. Voor elk van deze aspecten voeren we telkens een ongepaarde eenzijdige t-test voor zowel personalisatie als exploratie uit volgens de hypothese.

Voor deelvraag DV 4 verwachten we dat uitgebreide **personalisatie** zorgt voor hogere gerapporteerde **identificatie met de avatar** t.o.v. beperkte personalisatie. Verder verwachten we geen effect van uitgebreide exploratie op de identificatie met de avatar. Hiervoor vergelijken we de mate van identificatie die de leerlingen in de vragenlijst rapporteren. Voor personalisatie gebruiken we een ongepaarde eenzijdige t-test, voor exploratie een ongepaarde tweezijdige t-test. Daarnaast gaan we op dezelfde manier ook na dat zowel de beperkte als de uitgebreide groepen de avatar in dezelfde mate opmerken.

Voor deelvraag DV 1 verwachten we dat uitgebreide **exploratie** zorgt voor een hogere **ervaring van keuze** bij het maken van wiskunde-oefeningen t.o.v. beperkte exploratie. Verder verwachten we geen effect van uitgebreide personalisatie op de ervaring van keuze. Voor de ervaring van keuze kijken we naar de overeenkomstige vragen. Voor zowel exploratie als personalisatie voeren we een ongepaarde eenzijdige t-test uit volgens de hypothese.

Voor deelvragen DV 2 en DV 3 definiëren we de groep 'hoge ervaring keuze' als de leerlingen wiens ervaring van keuze in het 75e percentiel valt en de groep 'lage ervaring keuze' als de leerlingen die in het 25e percentiel vallen. Voor deelvragen DV 5 en DV 6 definiëren we de groep 'hoge identificatie' als de leerlingen wiens identificatie in het 75e percentiel valt en de groep 'lage identificatie' als de leerlingen wiens identificatie in het 25e percentiel valt.

We verwachten dat zowel de groep 'hoge **ervaring keuze**' als de groep 'hoge **identificatie**' een hogere **motivatie** rapporteren na gebruik van de app, alsook een

hogere **stijging in motivatie** ervaren m.b.t. wiskunde dan de groepen 'lage ervaring keuze' en 'lage identificatie'.

Voor deze groepen bekijken we op analoge wijze aan OV 1 de motivatie. Voor het verschil aan motivatie vergelijken we de antwoorden op vragen Q2, Q3, Q4 en Q5 uit de pre-study vragenlijst (A.1) vergelijken met vragen Q1, Q2, Q3 en Q4 uit de post-study vragenlijst (A.2) d.m.v. een gepaarde eenzijdige t-test.

3.4 Thematische analyse

Op de open vragen wordt een thematische analyse uitgevoerd. Hierbij kijken we naar opmerkingen over de avatar, opmerkingen over de kaart/exploratie en opmerkingen over de werkvorm. De veelvoorkomende opmerkingen die door leerlingen worden aangehaald na het gebruik van de app worden gegroepeerd en voor elke opmerking wordt bijgehouden hoe vaak deze naar boven komt. De opmerkingen worden gegroepeerd volgens de subgroepen die gevormd zijn naar gelang de deelvragen. De thema's worden gebruikt bij de interpretatie van de resultaten.

Hoofdstuk 4

Ontwikkelingsproces

Dit hoofdstuk behandelt het iteratief ontwikkelingsproces waarmee het gebruikte proof-of-concept tot stand is gekomen. Bij de ontwikkeling werd er extra aandacht gespendeerd aan het ontwerp van de kaart en het ontwerp van de avatar personalisatie. Voor elke stap in het ontwerpproces wordt duiding voorzien over wat de uitwerking heeft bijgedragen tot het uiteindelijk resultaat, hetzij door de bewuste toevoeging of weglating van bepaalde elementen.

Omdat het visuele aspect zeer belangrijk is voor Mathe Carta, is gekozen om met digitale prototypes te werken. Zo kunnen de positief bevonden aspecten consistent gehouden worden over de verschillende prototypes heen en is het eenvoudig om aanpassingen te maken waar nodig. De artwork is ontworpen in Adobe Illustrator. Deze is specifiek gemaakt voor Mathe Carta tenzij anders aangegeven. Het prototype zelf werd samengesteld met Adobe XD en later met Unity.

4.1 Low-fidelity prototype

Dit deel bespreekt hoe het eerste prototype en daarbij het ontwerp van de kaart tot stand is gekomen. Aangezien dit onderzoek het effect van exploratie wil bekijken is het van belang dat de kaart de doelgroep zo veel mogelijk aanspreekt.

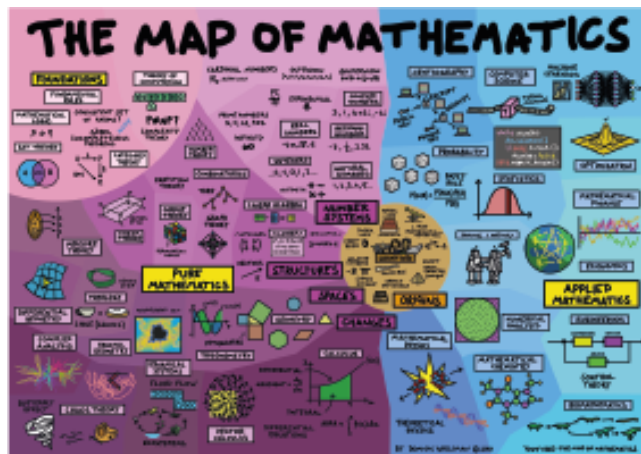
Binnen Mathe Carte vervult de kaart drie functies. De voornaamste functie voor het onderzoek is het aanmoedigen van exploratie (1). Zoals beschreven in sectie 2.4 moet de kaart ruimte laten voor onzekerheid en ontdekking alsook de nieuwsgierigheid van de leerlingen prikkelen. Daarnaast geeft de kaart een overzicht (2) van welke oefeningen reeds zijn gemaakt en een hint naar hoeveel oefeningen de leerlingen nog te wachten staat. Tot slot is het nodig dat de kaart het leerproces ondersteunt (3). Het is belangrijk dat de kaart en de bijhorende exploratie een aanvulling zijn op de leerstof en deze niet overschaduwen.

De originele inspiratie voor het ontwerp van de kaart is gevonden bij de *Map of Mathematics* (zie figuur 4.1). Dit is een viuele weergave van verschillende takken van de wiskunde. Voor Mathe Carta is een gelijkaardig concept uitgewerkt. Hier gaf de kaart een overzicht gaf van verschillende wiskunde-domeinen waarin de leerlingen op ontdekking konden gaan. De leerlingen zouden zelf kunnen kiezen in welke volgorde

ze de verschillende domeinen verkennen. Aan de hand van mist waren delen van de kaart verborgen. Door het maken van oefeningen verdween de mist.

De uitwerking van de kaart gebeurde over meerdere iteraties. Figuur 4.2 toont de eerste uitwerking van deze kaart. Deze kaart legt meteen een belangrijke moeilijkheid bloot bij het werken met visuele elementen. De kaart was uitgewerkt met behulp van *Azgaar's Fantasy Map Generator* [Azgaar]. Hierdoor had de kaart een fantasy **stijl**. De vrees bestond dat deze stijl voor sommige leerlingen niet aantrekkelijk zou zijn.

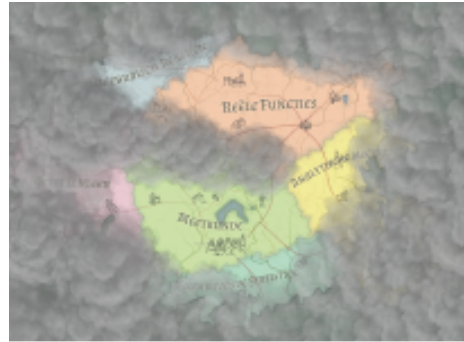
Figuur 4.3 toont de tweede versie van de kaart. In deze versie is de stijl aangepast naar een meer neutrale en gestileerde kaart. Op de stijl na was deze nog identiek aan figuur 4.2. Deze kaart bevat nog steeds verschillende gebieden voor verschillende onderwerpen. Dit zorgt echter voor een tweede moeilijkheid. Het doel van Mathe Carte is niet om een educatieve game te maken maar gamification toe te passen op een bestaand **leerproces**. De grootte van deze kaart zorgt ervoor dat bij het ontwerp keuzes moeten worden gemaakt over de volgorde van de onderwerpen. Hierdoor zou Mathe Carte een grote impact hebben op het structureel verloop van het leerproces. In de derde iteratie (zie figuur 4.4) is de **omvang** van de kaart drastisch beperkt. Op basis van deze kaart werd een eerste prototype samengesteld.



FIGUUR 4.1: Inspiratie: Map of Mathematics [28]. Deze illustratie geeft een overzicht van verschillende domeinen van de wiskunde aan de hand van grafische gebieden.

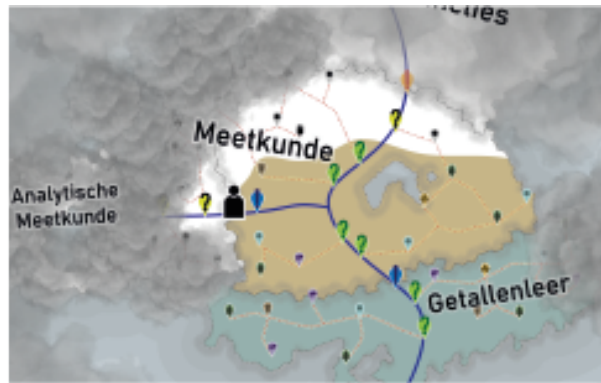


(A) Overzicht



(B) Toevoeging Mist

FIGUUR 4.2: Eerste versie van de kaart: fantasy stijl



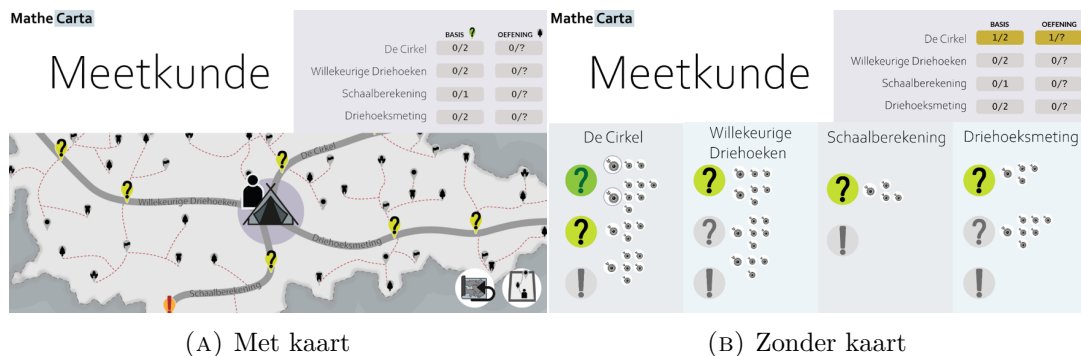
FIGUUR 4.3: Tweede versie van de kaart: neutrale stijl



FIGUUR 4.4: Derde versie van de kaart: kleinere omvang

Het eerste prototype (zie figuur 4.5) diende om een duidelijk beeld te krijgen van het onderzoek. Dit prototype is gebruikt in de discussie met experts. Deze discussies vonden plaats als feedback-sessies met onderzoekers, presentaties voor experts in het gebied van gamification en brainstormsessies met ervaringsdeskundigen uit het onderwijs. Aan de hand van dit initiële prototype zijn enkele knelpunten geïdentificeerd.

- Het is belangrijk dat zowel de groep met uitgebreide als de groep met beperkte exploratie een gelijkaardige ervaring hebben. In dit eerste prototype was het verschil tussen deze groepen te groot waardoor het niet mogelijk was zinnige vergelijkingen te maken.
- De kaart bleek nog steeds te groot om het onderzoek binnen 1 lesuur af te ronden.
- Daarnaast bleek uit dit prototype het potentieel van de avatar. In de verdere uitwerking is de personalisatie van een avatar opgenomen in het onderzoek.
- Tot slot kwam er positieve feedback op de stijl van het prototype. In de verdere ontwikkeling is deze stijl behouden.



FIGUUR 4.5: Low-fidelity prototype. Er bestaat een versie met en een versie zonder kaart. Leerlingen zouden één van deze versies te zien krijgen.

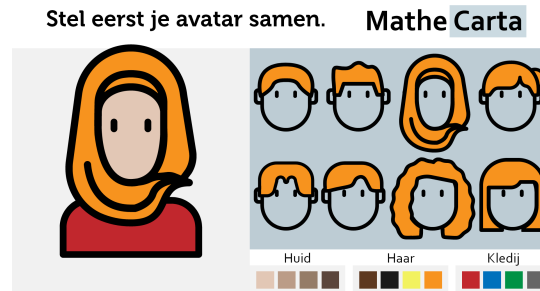
4.1.1 High-fidelity prototype

Figuur 4.6 toont de avatar personalisatie in het high-fidelity prototype.

Bij de personalisatie van de avatar is het belangrijk om zoveel mogelijk leerlingen de kans te geven zich te herkennen in de avatar. Daarnaast is het in het kader van het onderzoek belangrijk om de tijd die leerlingen spenderen aan de personalisatie beperkt te houden.

Er is daarom gekozen voor een discrete personalisatie waarbij leerlingen kunnen kiezen uit een set van opties. Bij de samenstelling van deze sets is getracht zoveel mogelijk leerlingen een herkenbare optie te bieden. Hierbij is bewust geen onderscheid

gemaakt tussen verschillende genders. De illustraties voor de avatar zijn afkomstig van *The Noun Project* [ic2icon] en uitgegeven onder het CC BY license¹. Deze zijn aangepast zodat de haarstijlen uitwisselbaar zijn en er zijn kleur-opties en enkele haarstijlen toegevoegd.



FIGUUR 4.6: Avatar Personalisatie in het high-fidelity prototype 1. De gebruiker kan de avatar zelf samenstellen op basis van enkele vooraf bepaalde elementen.

Om het onderscheid te maken tussen beperkte en uitgebreide exploratie en het tevens mogelijk te maken om beide groepen te vergelijken is ervoor gekozen beide groepen dezelfde kaart te tonen. Het enige verschil tussen beide versies is de toevoeging van keuze is het pad.

Figuur 4.7 toont de gereduceerde kaart. Er is op de kaart plaats voor 9 oefeningen. De oefeningen zijn verbonden door ofwel een enkel pad zonder vertakkingen (fig 4.7a), ofwel een pad met meerdere vertakkingen (fig 4.7b). Hierdoor blijft het verschil tussen de groep met beperkte exploratie en de groep met uitgebreide exploratie beperkt tot de vrijheid van de exploratie.

Figuur 4.8 toont het prototype met de gereduceerde kaart en avatar personalisatie.

¹The Creative Commons Attribution license (CC BY) means you are free to: *Share*: copy and redistribute the material in any medium or format. *Adapt*: remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.

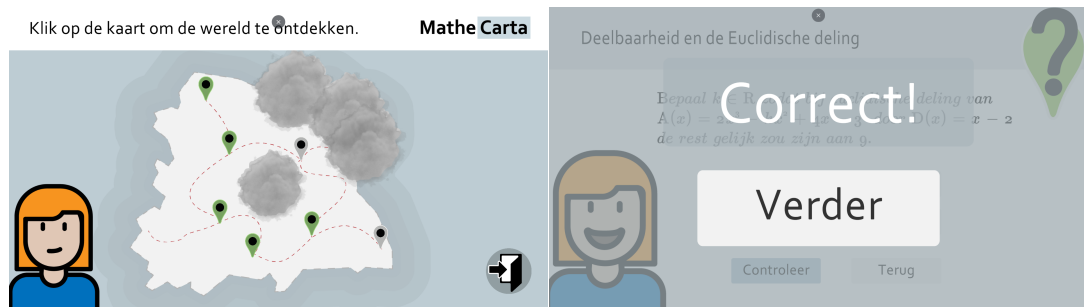
Under the following terms: *Attribution*: You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. *No additional restrictions*: You may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits [Creative Commons].



(A) Vast pad

(B) Vrij pad

FIGUUR 4.7: Gereduceerde kaart



(A) Overzicht kaart

(B) Oplossen van een oefening.

FIGUUR 4.8: Derde versie van het prototype: gereduceerde kaart en UI

4.1.2 Eerste think aloud

Voor de eerste think aloud werd het prototype uit figuur 4.8 gebruikt. De studies gingen online door. De deelnemers kregen eerst een korte uitleg over het onderzoek en de rol van het prototype binnen het onderzoek. Ook werd hen expliciet duidelijk gemaakt dat hun deelname vrijwillig is en ze zich op elk moment kunnen terugtrekken uit het onderzoek zonder daar een reden toe te geven. Vervolgens werd aan de deelnemers gevraagd om hun scherm te delen, enkele acties uit te voeren en luidop te vermelden hoe ze tot hun acties komen. De acties waren zo gekozen om ervoor te zorgen dat de deelnemer alle aspecten van de applicatie te zien krijgen.

Deze acties zijn:

1. Open en verken de applicatie
2. Vul de vragenlijst in
3. Maak een avatar aan

4. Maak minstens 1 oefening
5. Sla een oefening over
6. Beëindig je sessie (maar ga terug voor je echt stopt).
7. Ontdek de hele kaart

Nadien volgde nog een gesprek met de deelnemers waarin werd gepeild naar de algemene bevindingen, de avatar en de kaart.

Aan de eerste think aloud namen 6 personen deel: 3 studenten aan de universiteit, 2 leerkrachten lager onderwijs en 1 psycholoog. Tabel 4.1 geeft de bevindingen weer van deze eerste think aloud.

	s1	s2	psy	s3	l1	l2
In de vragenlijst was het niet meteen duidelijk waar de nummers voor staan.	1					
Er zit veel herhaling in de vragen van de vragenlijst.	1	1		1		1
De blonde haarkleur komt niet echt overeen met de mijne.	1	1	1			
De kaart was saai, er kwam niets tevoorschijn, er was te veel herhaling.	1		1	1		
Er is geen optie om info te vragen bij het maken van een oefening.	1		1			1
Ik miste meer spelelementen zoals een verhaallijn of een health-bar.			1	1		
Het kleurverschil tussen gemaakte en niet-gemaakte oefeningen was niet heel duidelijk.						1
Ik kan niet vinden hoe een oefening over te slaan.	1	1	1	1		

TABEL 4.1: Resultaten van de eerste think-aloud met 6 deelnemers.

4.1.3 Update prototype

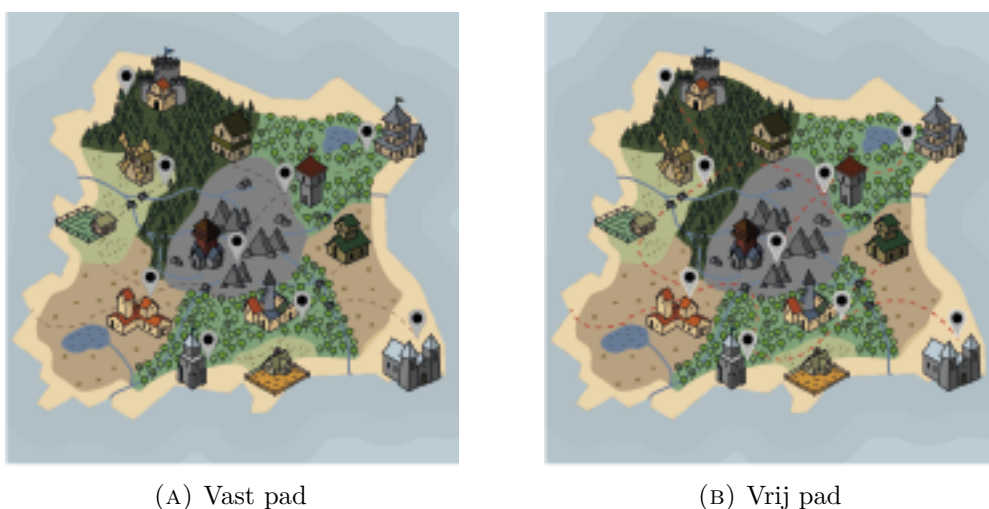
Uit de eerste think aloud bleek dat de werking van de vragenlijsten niet meteen duidelijk is. In deze iteratie is een *test stelling* toegevoegd. Hierin de leerlingen gevraagd wordt *volledig akkoord* te gaan met de stelling. Ook zijn de nummers vervangen door de uitgeschreven betekenis (helemaal oneens, oneens, eerder oneens, neutraal, eerder eens, eens, helemaal eens).

Op basis van de feedback uit de eerste think aloud is de blonde haarkleur aangepast zodat deze minder fel geel is. Het *contrast* tussen gemaakte en niet-gemaakte

oefeningen werd vergroten en het is mogelijk om een oefening *over te slaan* na slechts 1 foute poging in plaats van 3.

De invulling van de kaart bleek voor veel deelnemers van belang. In deze iteratie is de kaart voorzien van illustraties zodat hier meer te ontdekken valt (zie fig. 4.9).

De herhaling in de vragenlijst is bewust behouden. Er zijn geen extra spelelementen toegevoegd. Ook is er geen optie om meer info te vragen. Hiervoor rekenen we op de aanwezige leerkracht. Alle overige elementen zijn identiek aan de vorige versie.



FIGUUR 4.9: Finale versie van de kaart

4.1.4 Tweede think aloud

In de tweede iteratie werd de zelfde methodologie gevolgd als in de eerste iteratie. Hieraan namen 7 leerlingen deel: 3 leerlingen uit de 2de graad en 4 leerlingen uit de 3de graad. Uit de feedback werd duidelijk dat de leerlingen tevreden waren met de avatar.

Feedback	Frequentie
Niet alle stellingen waren helemaal duidelijk. De ontkenning maakt het soms moeilijk.	3
Ik vond de toevoeging van de avatar leuk. Ik kon niet herkennen in mijn avatar.	5
Een bril zou een leuke toevoeging zijn.	1
De stijl van de kaart is niet echt voor mijn leeftijd.	2
Het zou leuk zijn moest de avatar droevig kijken wanneer je een fout maakt.	1
Het zou leuk zijn om de kaart te kunnen verplaatsen. Nu heb ik er weinig naar gekeken	2

TABEL 4.2: Resultaten van de tweede think-aloud met 7 deelnemers.

Uit de feedback werd geconcludeerd dat het prototype voldoende duidelijk was voor de leerlingen. De zowel de avatar als de kaart werden opgemerkt. Hoewel 2 leerlingen aangaven de stijl "niet voor hun leeftijd" te vinden vormde dit geen hindernis bij het gebruik van de app. De ontkenning in de stellingen bleek voor sommige een uitdaging. Tijdens de think-alouds slaagden de leerlingen er wel in om, wanneer gevraagd naar hun interpretatie, dezelfde betekenis te geven als bedoeld door de onderzoekers.

Aan de uiteindelijke app werden de mogelijkheid om te zoomen en de kaart te verplaatsen toegevoegd. Zo kunnen leerlingen de illustraties dieper verkennen. Ook is het mogelijk om de avatar een bril te geven en toont deze een droevig gezicht bij het maken van een fout.

Hoofdstuk 5

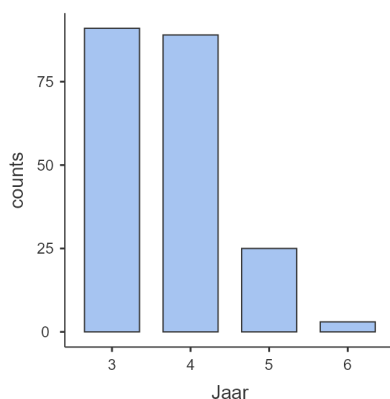
Resultaten

Dit hoofdstuk toont de resultaten van het hoofdonderzoek. Eerst wordt dieper ingegaan op de deelnemers van het onderzoek. De demografische gegevens worden besproken en subgroepen worden vergeleken op vlak van motivatie voor aanvang van het onderzoek. Vervolgens worden de vrijheidsgroepen vergeleken aan de hand van motivatie na het onderzoek, prestaties, identificatie met de avatar en perceptie. Tot slot worden de deelnemers telkens ingedeeld in subgroepen op basis van hun identificatie, voorkeur en ervaring van keuze en worden voor elk van deze groepen enkele vergelijkingen uitgevoerd.

5.1 Deelnemers

Aan het onderzoek namen 213 leerlingen deel. Hiervan hebben 208 leerlingen het volledige onderzoek ingevuld. De deelnemende leerlingen kwamen uit de tweede en derde graad van het middelbaar onderwijs ASO. Tabel 5.1 geeft de verdeling over de verschillende jaren weer.

De oefeningen werden toegekend op basis van de klasgroep. Tabel 5.1 geeft de verdeling over de verschillende oefeningen-reeksen weer.



FIGUUR 5.1: Aantal leerlingen per jaar.

Leerlingen	Reeks- nummer	Oefeningenreeks
90	1	Veeltermfuncties- vergelijkingen van de tweede graad
63	2	Rekenen met veeltermen
27	3	Vierkantswortels en merkwaardige producten
15	4	Rekenregels voor afgeleiden- de kettingregel, Categorie:n-de machtswortels in R, integralen (primitieve functies en substitu- tie)
13	5	Veeltermfuncties van graad hoger dan twee

TABEL 5.1: Aantal leerlingen per oefeningen-reeks.

5.1.1 Groepen

De deelnemers zijn willekeurig ingedeeld in 4 groepen, waarbij telkens is gevarieerd in de personalisatie en exploratie opties. De aantallen per groep worden weergegeven in tabel 5.2. Door de willekeurige toekenning van leerlingen aan de groepen zijn deze niet volledig gelijk verdeeld.

Aantal	Naam	Pad vrijheid?	Avatar vrijheid?
35	MINIMALE KEUZE	nee	nee
63	PERSONALISATIE KEUZE	nee	ja
48	PAD KEUZE	ja	nee
62	MAXIMALE KEUZE	ja	ja
98	BEPERKTE EXPLORATIE	nee	beide
110	UITGEBREIDE EXPLORATIE	ja	beide
83	BEPERKTE PERSONALISATIE	beide	nee
124	UITGEBREIDE PERSONALISATIE	beide	ja

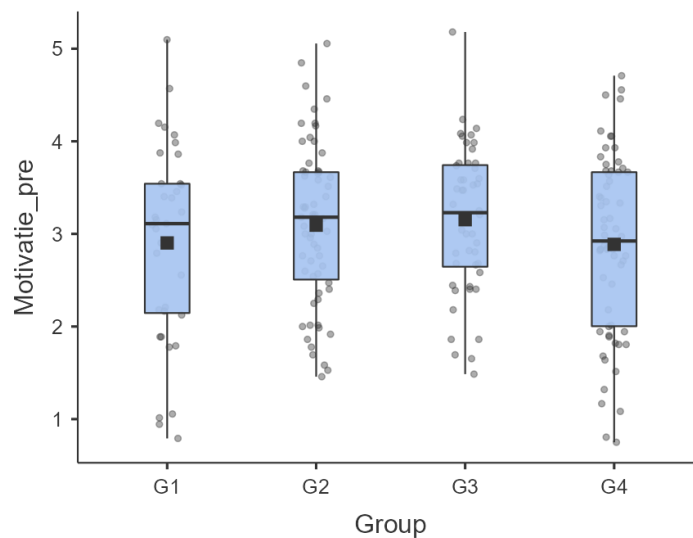
TABEL 5.2: Verdeling groepen

5.1.2 Motivatie voor wiskunde

Figuur 5.2 geeft de zelfgerapporteerde motivatie voor wiskunde weer voor gebruik van de app. Zowel voor de Shaphiro-Wilk test als voor Levene's test is het niet

mogelijk de hypothesen van respectievelijk normale verdeling en gelijke variantie te verwerpen. Er mag dus gebruik gemaakt worden van de One-Way ANOVA.

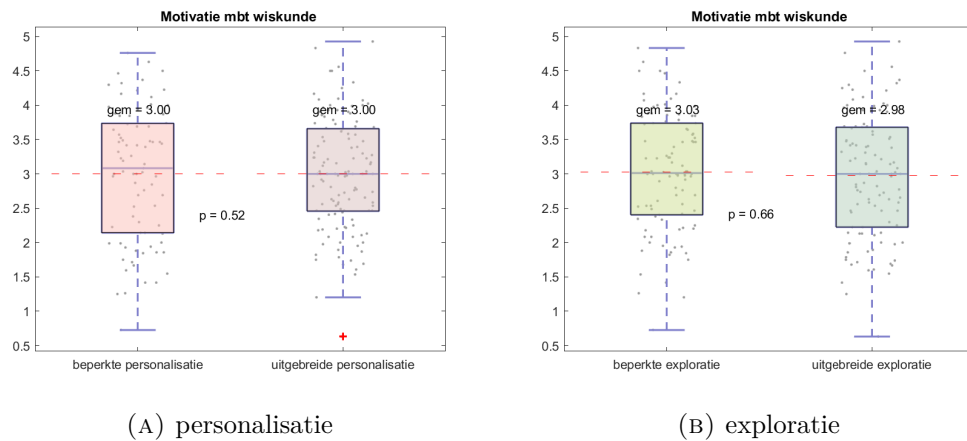
Voor motivatie zijn er geen significante verschillen tussen de groepen. Voor de verdere analyse wordt ervan uitgegaan dat de motivatie voor het gebruik van de app over de verschillende groepen gelijk is.



FIGUUR 5.2: Boxplots van de zelfgerapporteerde intrinsieke motivatie m.b.t. wiskunde voor gebruik van de app. De individuele data-punten zijn weergegeven door de grijze cirkels. De zwarte vierkanten geven de gemiddelde motivatie weer. De helft van de leerlingen bevindt zich in het blauwe gebied rond het gemiddelde. De verticale lijnen boven en onder het blauwe gebied bevatten telkens $1/4$ van de leerlingen.

5.2 Motivatie

Figuur 5.3 toont de zelfgerapporteerde intrinsieke motivatie voor wiskunde na het gebruik van de app. Zowel voor beperkte en uitgebreide personalisatie, als voor beperkte en uitgebreide exploratie is er geen significant verschil tussen de gemiddelde motivatie voor wiskunde voor en na het gebruik van de app. Er is geen indicatie dat uitgebreide personalisatie noch uitgebreide exploratie leidt tot verhoogde motivatie.



FIGUUR 5.3: De boxplots die de zelfgerapporteerde intrinsieke motivatie voor wiskunde weergeven. De rode stippellijn geeft het gemiddelde van alle data-punten weer. We zien voor beide elementen geen significant verschil tussen de beperkte en uitgebreide variant.

$$H : \mu_{\text{beperkte}} < \mu_{\text{uitgebreide}}$$

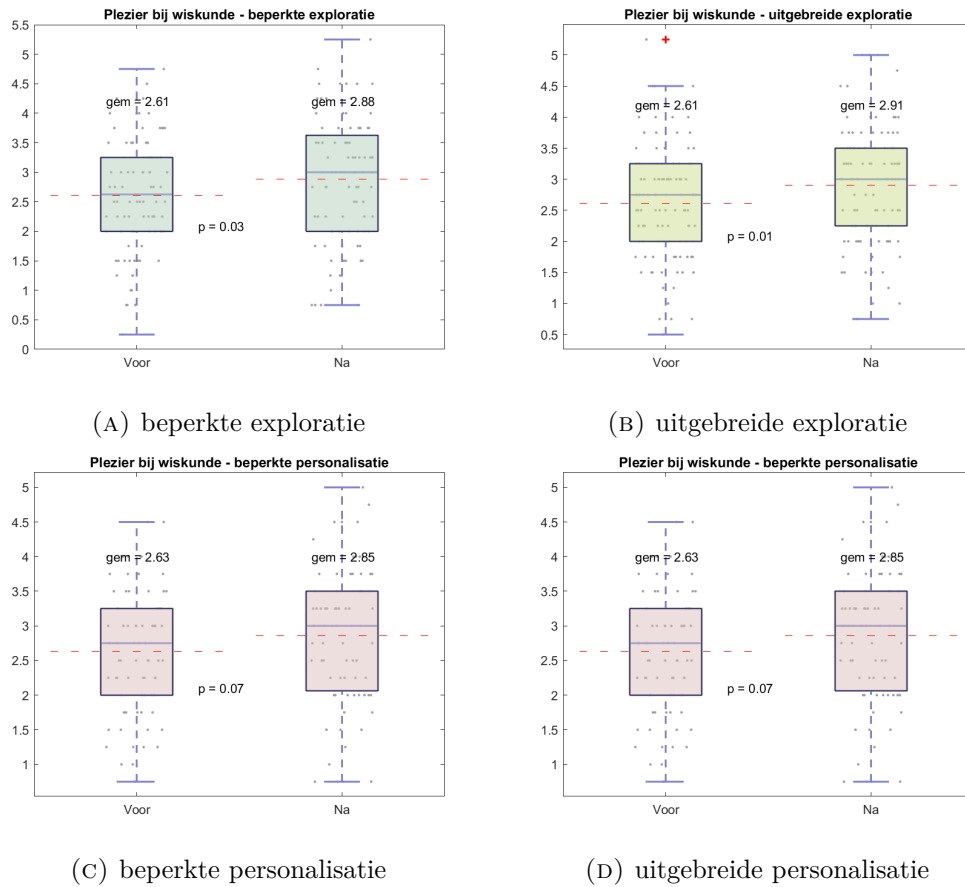
5.3 Perceptie

In deze sectie geven we de resultaten die betrekking hebben op hoe de leerlingen de applicatie ervaren. Hieronder vallen de ervaring van plezier bij het maken van wiskunde-oefeningen, de ervaring van nut van de applicatie, de ervaring van keuze bij het maken van de oefeningen en de voorkeur voor het maken van oefeningen op de kaart of vanuit een handboek.

5.3.1 Ervaring van plezier bij het maken van wiskunde-oefeningen

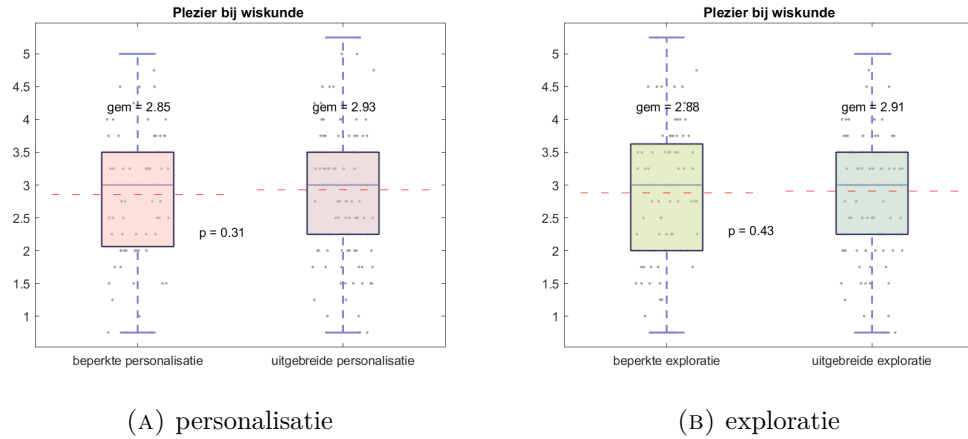
Figuur 5.4 toont de zelfgerapporteerde ervaring van plezier bij het maken van wiskunde-oefeningen voor en na het gebruik van de app. Zoals verwacht is er hier voor alle groepen een duidelijke en significante toename in de ervaring van plezier. De leerlingen uit alle groepen vonden het leuk om de app te gebruiken. De gemiddelde toename in ervaring van plezier licht telkens rond de 0,2 op een schaal gaande van 0 tot 6.

Figuur 5.5 toont de zelfgerapporteerde ervaring van plezier bij het maken van wiskunde-oefeningen na het gebruik van de app. Zowel voor personalisatie als exploratie is er hier geen significant verschil.



FIGUUR 5.4: Ervaring van plezier bij het maken van wiskunde-oefeningen voor en na het gebruik van de app. De linkse boxplot toont telkens de ervaring van plezier bij het maken van wiskunde-oefeningen die de leerlingen rapporteerden in de pre-study. De rechtse boxplot toont de ervaring van plezier die de leerlingen aangaven in de post-study.

$$H : \mu_{\text{voor}} < \mu_{\text{na}}$$



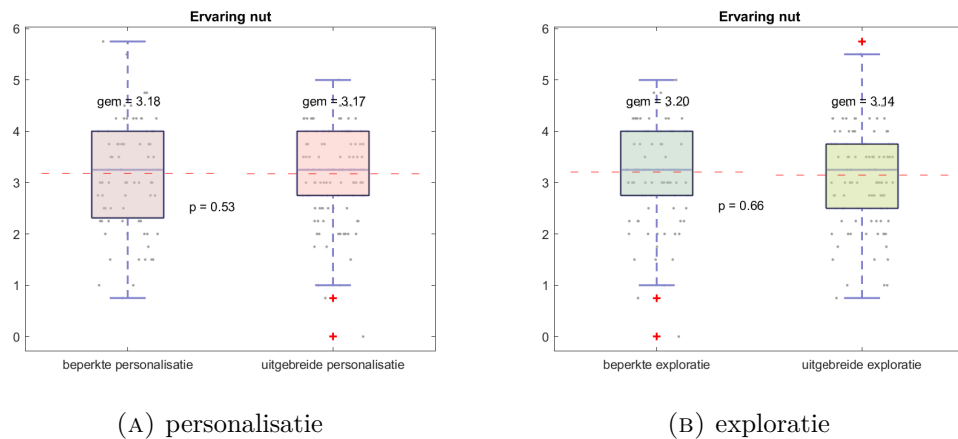
FIGUUR 5.5: Ervaring van plezier bij het maken van wiskunde-oefeningen na gebruik van de app voor de beperkte en uitgebreide variant van de twee elementen.

Bij beide elementen is er geen significant verschil tussen de varianten.

$$H : \mu_{beperkte} < \mu_{uitgebreide}$$

5.3.2 Ervaring van nut applicatie

Figuur 5.6 toont de zelfgerapporteerde ervaring van nut bij het maken van wiskunde-oefeningen na het gebruik van de app. Zowel voor personalisatie als exploratie is er hier geen significant verschil.

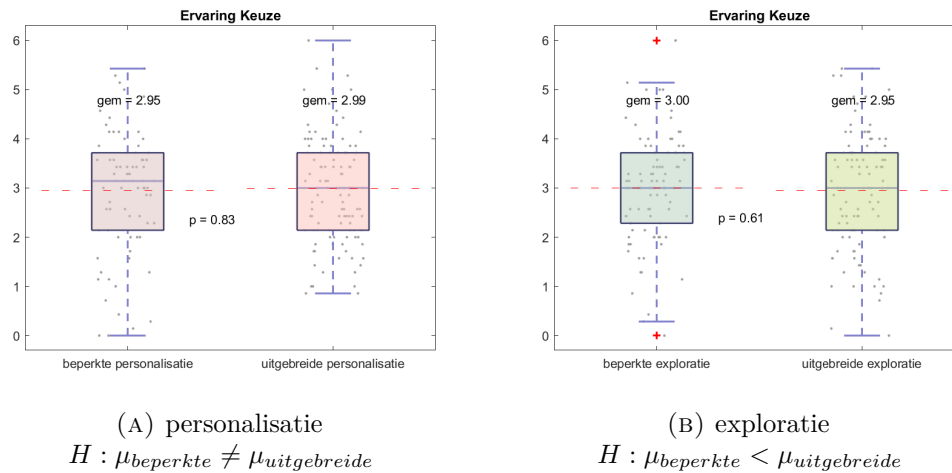


FIGUUR 5.6: Ervaring van nut bij het maken van wiskunde-oefeningen na gebruik van de app voor de beperkte en uitgebreide variant van de twee elementen. Bij beide elementen is er geen significant verschil tussen de varianten.

$$H : \mu_{beperkte} < \mu_{uitgebreide}$$

5.3.3 Ervaring van keuze bij het maken van de oefeningen

Figuur 5.7 toont de zelfgerapporteerde ervaring van keuze bij het maken van wiskunde-oefeningen na het gebruik van de app. Voor de personalisatie is er geen significant verschil in de ervaring van keuze. Ook voor de exploratie is er geen verschil: het is niet zo dat de uitgebreide exploratie tot een hogere ervaring van keuze leidt.

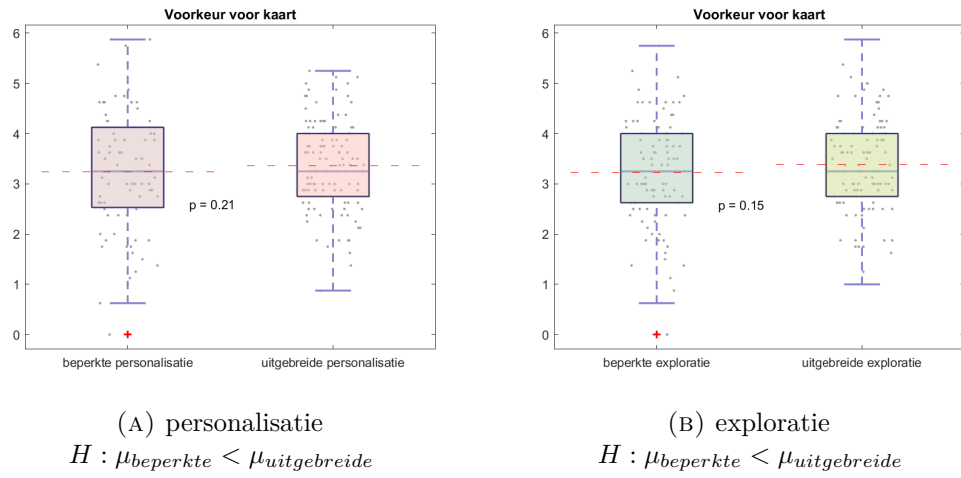


FIGUUR 5.7: Ervaring keuze bij het maken van wiskunde-oefeningen na gebruik van de app voor de beperkte en uitgebreide variant van de twee elementen. Bij beide elementen is er geen significant verschil tussen de varianten.

5.3.4 Voorkeur voor de kaart of handboek

Figuur 5.8 toont de zelfgerapporteerde voorkeur voor het maken van oefeningen op de kaart in plaats van uit een handboek. Zowel voor de personalisatie als de exploratie is er geen significant verschil in de voorkeur. De elementen lijken geen invloed te hebben op de voorkeur.

5. RESULTATEN



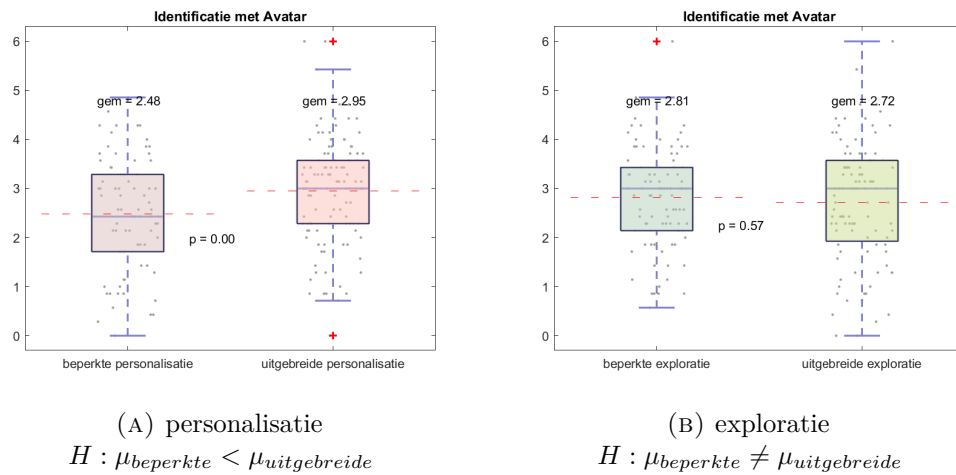
FIGUUR 5.8: Voorkeur voor het maken van oefeningen op de kaart na gebruik van de app voor de beperkte en uitgebreide variant van de twee elementen. Bij beide elementen is er geen significant verschil tussen de varianten.

5.4 Identificatie

In deze sectie geven we de resultaten met betrekking tot de identificatie met de avatar: in welke mate voelen de leerlingen zich verbonden met de avatar.

5.4.1 Identificatie met avatar

Figuur 5.6 toont de identificatie met de avatar. Bij de exploratie is er geen verschil in identificatie. Bij de personalisatie is er wel een significante toename in identificatie. De groep met uitgebreide identificatie geeft gemiddeld aan zich meer te identificeren met de avatar dan de groep met beperkte identificatie.

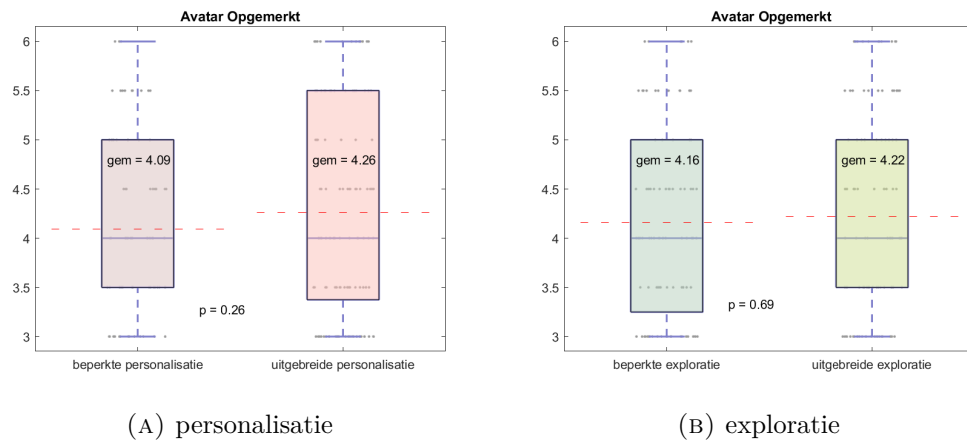


FIGUUR 5.9: Identificatie met avatar na gebruik van de app voor de beperkte en uitgebreide variant van de twee elementen. Bij exploratie is er geen significant verschil tussen de varianten. Bij personalisatie zien we dat de groep met uitgebreide personalisatie zich sterker identificeert met de avatar.

5.4.2 Avatar opgemerkt

Figuur 5.10 toont of de leerlingen de avatar hebben opgemerkt tijdens het gebruik van de app. Zowel bij de personalisatie als bij de exploratie is er geen verschil. Alle groepen geven aan de avatar te hebben opgemerkt.

5. RESULTATEN



FIGUUR 5.10: Deze boxplots geven aan in welke mate de leerlingen de avatar hebben opgemerkt. Zowel bij de personalisatie als bij de exploratie is er geen verschil. Alle groepen geven aan de avatar te hebben opgemerkt.

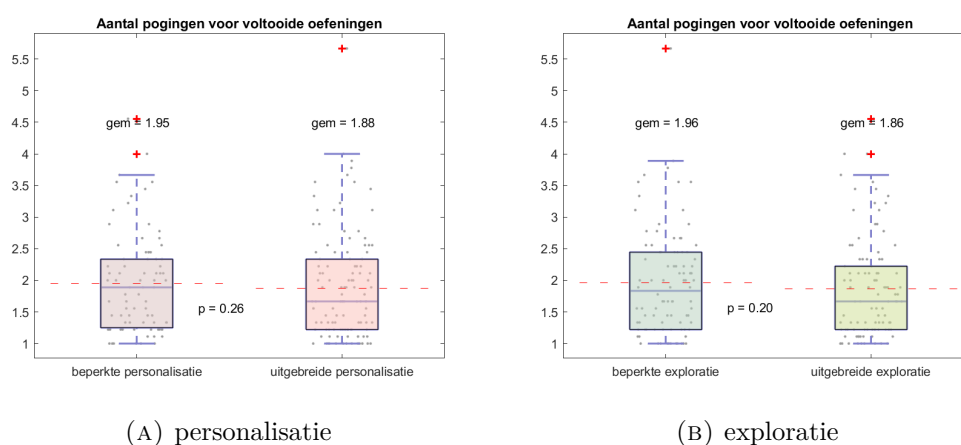
$$H : \mu_{beperkte} \neq \mu_{uitgebreide}$$

5.5 Effect op prestaties

Van de 208 leerlingen die het volledige onderzoek hebben voltooid hebben 196 leerlingen alle 9 oefeningen opgelost. In dit deel wordt gekeken naar aspecten met betrekking tot hoe ze de oefeningen hebben gemaakt.

5.5.1 Aantal pogingen

Figuur 5.11 toont het aantal pogingen die een leerling gemiddeld nodig had om een oefening op te lossen. Zowel voor avatar personalisatie, als voor exploratie, zijn er geen significante verschillen tussen de groepen wat betreft het aantal pogingen per oefening. Gemiddeld hebben de leerlingen net geen 2 pogingen per oefening nodig. Over alle leerlingen heeft 75% minder dan 2,5 pogingen nodig per oefening.



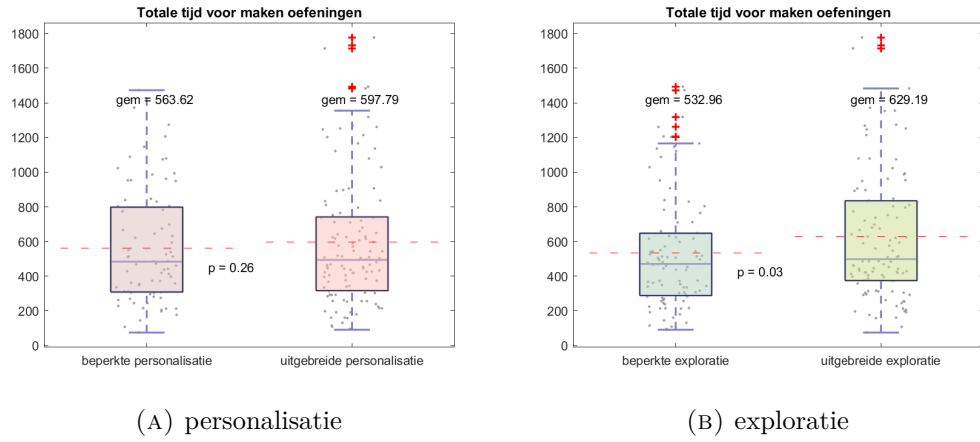
FIGUUR 5.11: Gemiddeld aantal pogingen per voltooide oefening voor de beperkte en uitgebreide variant van de twee elementen. Bij beide elementen is er geen significant verschil tussen de varianten. De leerlingen hadden per oefening ongeveer 1,9 pogingen nodig.

$$H : \mu_{beperkte} > \mu_{uitgebreide}$$

5.5.2 Totale tijd oefeningen

Figuur 5.12 toont de totale tijd die een leerling spendeerde aan het maken van oefeningen. Er is geen significant verschil tussen de totale tijd die leerlingen uit de BEPERKTE PERSONALISATIE-groep gebruikten voor het maken van de oefeningen tegenover leerlingen uit de UITGEBREIDE PERSONALISATIE-groep. Bij de exploratie is er wel een verschil. Hier blijkt dat de groep met UITGEBREIDE EXPLORATIE significant meer tijd spendeert aan het maken van oefeningen ($p = 0.03$) dan de BEPERKTE EXPLORATIE-groep. Deze groep gebruikt ongeveer 1/5 meer tijd, of 100 seconden extra, om alle oefeningen op te lossen.

5. RESULTATEN

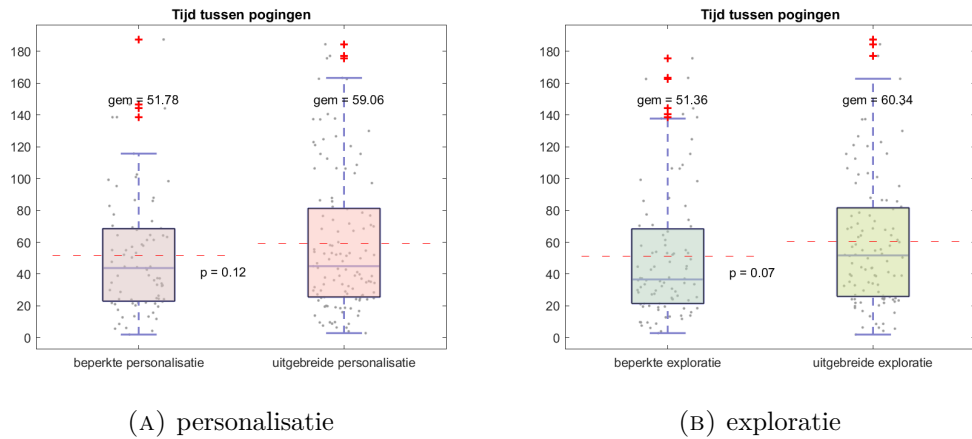


FIGUUR 5.12: Totale tijd gespendeerd aan het maken van oefeningen voor de beperkte en uitgebreide variant van de twee elementen. Voor de personalisatie is er geen significant verschil tussen de varianten. Bij de exploratie doet de groep met UITGEBREIDE EXPLORATIE er gemiddeld ongeveer 100 seconden langer over om alle oefeningen op te lossen.

$$H : \mu_{beperkte} < \mu_{uitgebreide}$$

5.5.3 Tijd tussen pogingen

Figuur 5.13 toont de gemiddelde tijd tussen 2 pogingen om een oefening op te lossen. Net zoals bij de totale tijd is er bij de personalisatie geen significant verschil in de gemiddelde tijd tussen pogingen. Ook bij de exploratie is er geen significant verschil.

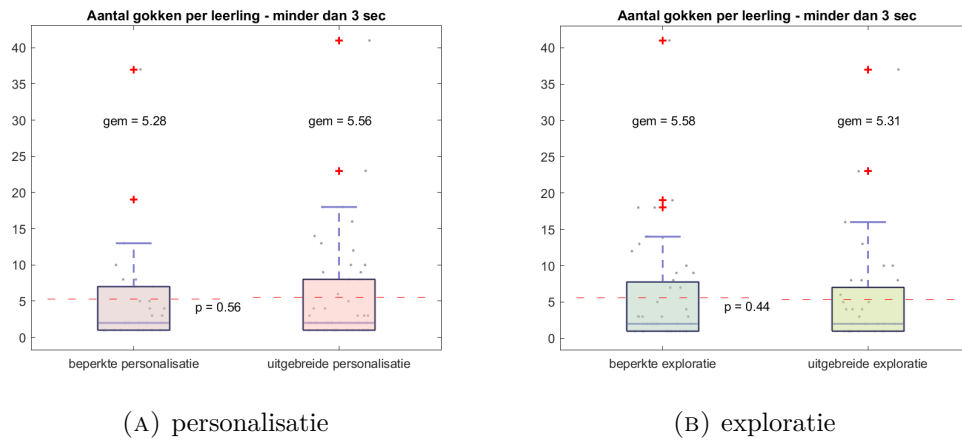


FIGUUR 5.13: Gemiddelde tijd tussen pogingen voor het oplossen van een oefening voor de beperkte en uitgebreide variant van de twee elementen. Voor beide elementen is er geen significant verschil tussen de varianten.

$$H : \mu_{beperkte} < \mu_{uitgebreide}$$

Gokken

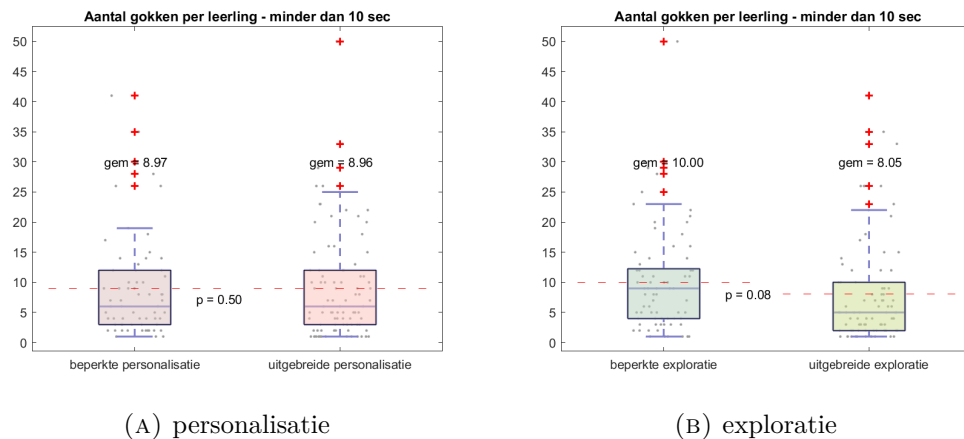
Figuur 5.14 toont het aantal keer dat een leerling in minder dan 3 seconden een antwoord gaf. Er is geen significant verschil bij de leerlingen met personalisatie, noch bij de leerlingen met exploratie.



FIGUUR 5.14: Aantal gokken ($< 3\text{sec}$) per leerling voor de beperkte en uitgebreide variant van de twee elementen. Voor beide elementen is er geen significant verschil tussen de varianten.

$$H : \mu_{\text{beperkte}} > \mu_{\text{uitgebreide}}$$

Figuur 5.15 toont het aantal keer dat een leerling in minder dan 10 seconden een antwoord gaf. In de veronderstelling dat een leerling meer dan 10 seconden nodig heeft om een antwoord uit te werken, zijn deze antwoorden ook te beschouwen als gokken. Bij de personalisatie is er geen verschil. Bij de exploratie lijkt de groep met beperkte exploratie wel vaker te gokken. Dit verschil is echter niet significant ($p = 0.08$).



FIGUUR 5.15: Aantal gokken ($< 10\text{sec}$) per leerling voor de beperkte en uitgebreide variant van de twee elementen. Voor beide elementen is er geen significant verschil tussen de varianten.

$$H : \mu_{\text{beperkte}} > \mu_{\text{uitgebreide}}$$

5.6 Andere groepen

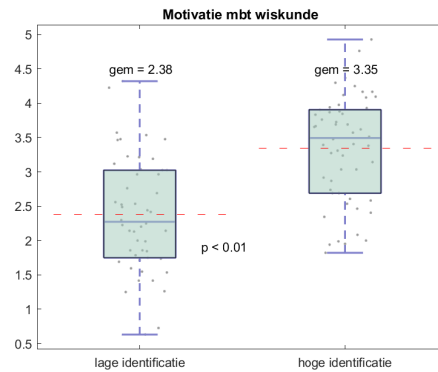
In deze sectie kijken we naar de resultaten omtrent motivatie, prestaties en perceptie voor groepen opgedeeld volgens de score die leerlingen haalden op enkele indicatoren: identificatie met de avatar, voorkeur voor de kaart en ervaring van keuze bij het maken van de oefeningen. Hierbij kijken we telkens naar de leerlingen in het 75e percentiel en vergelijken we hun scores met de leerlingen in het 25e percentiel.

5.6.1 Groepen op basis van identificatie

Voor de groep HOGE IDENTIFICATIE kijken we naar de leerlingen met een identificatiescore ≥ 3.57 . De groep LAGE IDENTIFICATIE zijn de leerlingen met een score in het 25e percentiel, ofwel ≤ 2.14 .

Intrinsieke motivatie

Figuur 5.16 toont de zelfgerapporteerde intrinsieke motivatie met betrekking tot wiskunde na het gebruik van de app. Er is hier een significant verschil $p < 0.01$ in motivatie. De groep met een HOGE IDENTIFICATIE geeft aan meer gemotiveerd te zijn dan de groep met LAGE IDENTIFICATIE.



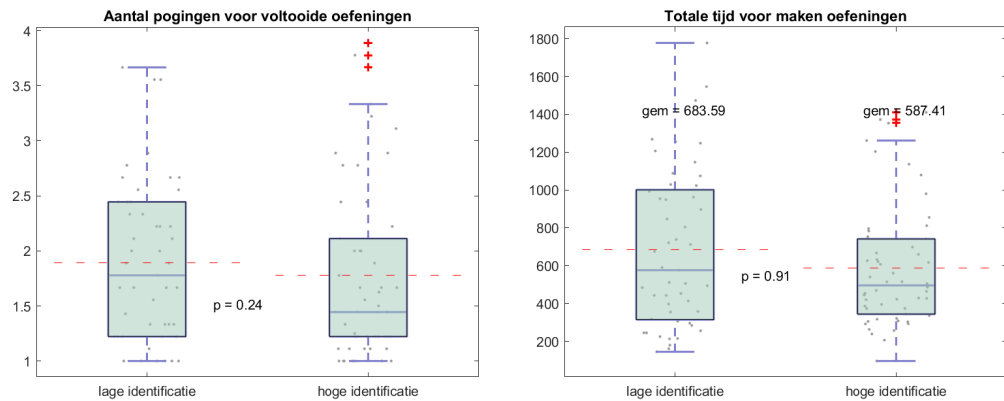
FIGUUR 5.16: Intrinsieke motivatie met betrekking tot wiskunde na gebruik van de app bij de identificatie-groepen. De groep met HOGE IDENTIFICATIE geeft een significant hogere intrinsieke motivatie aan dan de groep met LAGE IDENTIFICATIE.

$$H : \mu_{lage} < \mu_{hoge}$$

Prestaties

Figuur 5.17 toont de verschillende aspecten van de prestaties. Voor zowel aantal pogingen (fig. 5.17a), totale tijd (fig. 5.17b) en gemiddelde tijd (fig. 5.17c) is er geen significant verschil tussen de 2 groepen. Bij het aantal gokken in minder dan 3 seconden is er wel een significant verschil met $p = 0.02$ (fig. 5.17d). De groep met een LAGE IDENTIFICATIE geeft veel vaker een antwoord in minder dan 3 seconden dan de groep met HOGE IDENTIFICATIE. Hieruit blijkt dus dat de groep met HOGE IDENTIFICATIE minder vaak gokt.

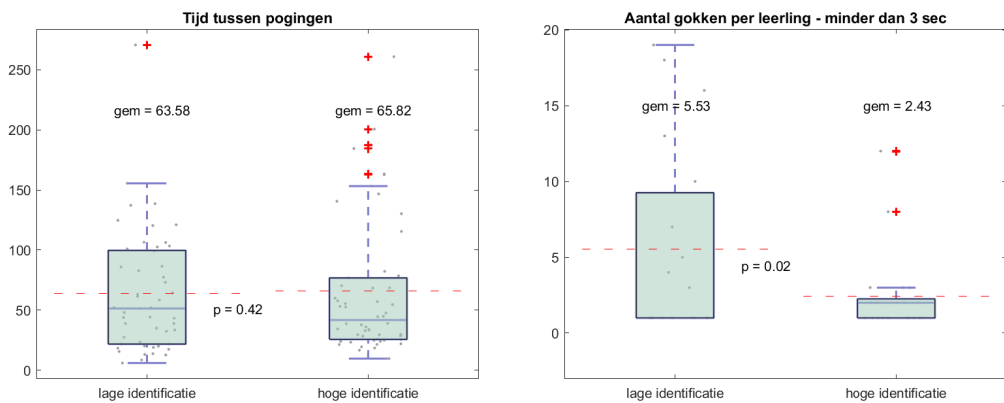
5. RESULTATEN



(A) Gemiddeld aantal pogingen per voltooide oefening. (B) Totale tijd gespendeerd aan het maken van oefeningen.

$$H : \mu_{lage} > \mu_{hoge}$$

$$H : \mu_{lage} < \mu_{hoge}$$



(C) Gemiddelde tijd tussen pogingen.

(D) Aantal gokken (< 3sec) per leerling.

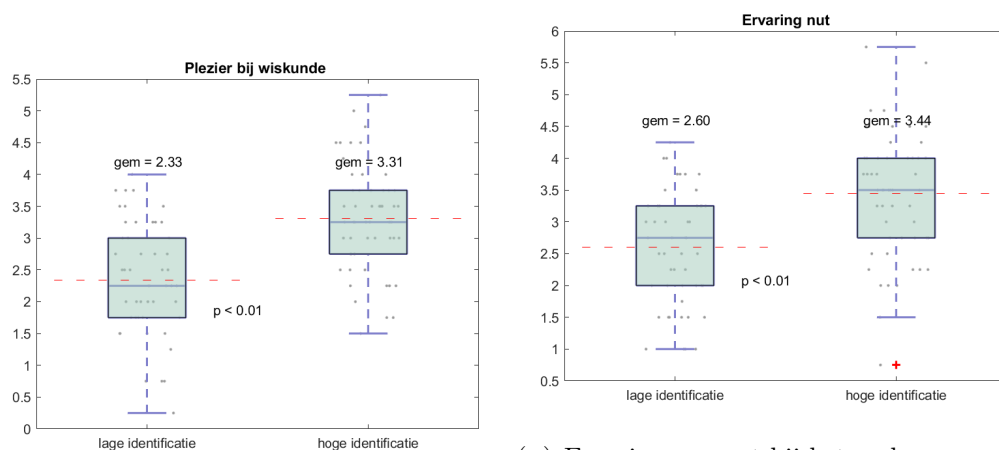
$$H : \mu_{lage} < \mu_{hoge}$$

$$H : \mu_{lage} > \mu_{hoge}$$

FIGUUR 5.17: Effect op prestaties bij de identificatie-groepen. De groep met HOGE IDENTIFICATIE geeft significant minder antwoorden in minder dan 3 seconden dan de groep met LAGE IDENTIFICATIE. Voor de overige factoren zijn er geen significante verschillen.

Perceptie

Figuur 5.18 toont de verschillende aspecten van de perceptie van het maken van wiskunde-oefeningen. Voor zowel plezier (fig. 5.18a), ervaring van nut (fig. 5.18b) en ervaring van keuze tijd (fig. 5.18c) is er een significant verschil tussen de 2 groepen ($p < 0.01$). Hieruit blijkt dus dat voor elk aspect van motivatie dat gemeten is, de groep met hoge identificatie een hogere score geeft.

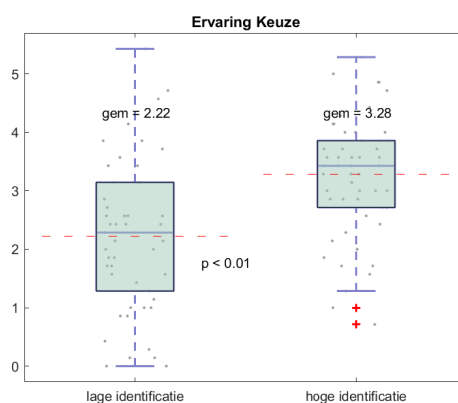


(A) Ervaring van plezier bij het maken van wiskunde-oefeningen.

$$H : \mu_{lage} < \mu_{hoge}$$

(B) Ervaring van nut bij het maken van wiskunde-oefeningen. Voor elke factor zien we dat de groep met HOGE IDENTIFICATIE een significant hogere score haalt dan de groep met LAGE IDENTIFICATIE.

$$H : \mu_{lage} < \mu_{hoge}$$



(C) Ervaring keuze bij het maken van wiskunde-oefeningen.

$$H : \mu_{lage} < \mu_{hoge}$$

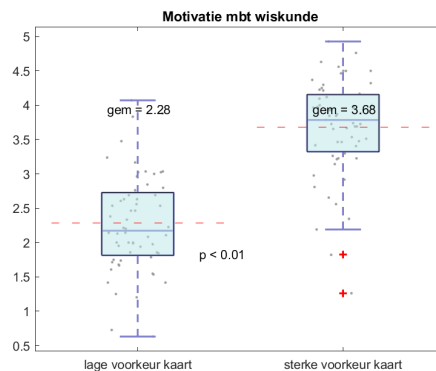
FIGUUR 5.18: Effect op perceptie met betrekking tot wiskunde bij de identificatie-groepen.

5.6.2 Groepen op basis van voorkeur kaart

Zoals beschreven in sectie 3.3 is de groep **STERKE VOORKEUR KAART** gedefinieerd als de leerlingen wiens voorkeur voor de kaart in het 75e percentiel valt. Voor onze data zijn dit de leerlingen met een voorkeur-score ≥ 4.00 . De groep **LAGE VOORKEUR KAART** zijn de leerlingen met een score in het 25e percentiel, ofwel ≤ 2.75 .

Intrinsieke motivatie

Figuur 5.19 toont de zelfgerapporteerde intrinsieke motivatie met betrekking tot wiskunde na het gebruik van de app. Er is hier een significant verschil $p < 0.01$ in motivatie. De groep **STERKE VOORKEUR KAART** geeft aan meer gemotiveerd te zijn dan de groep **LAGE VOORKEUR KAART**.

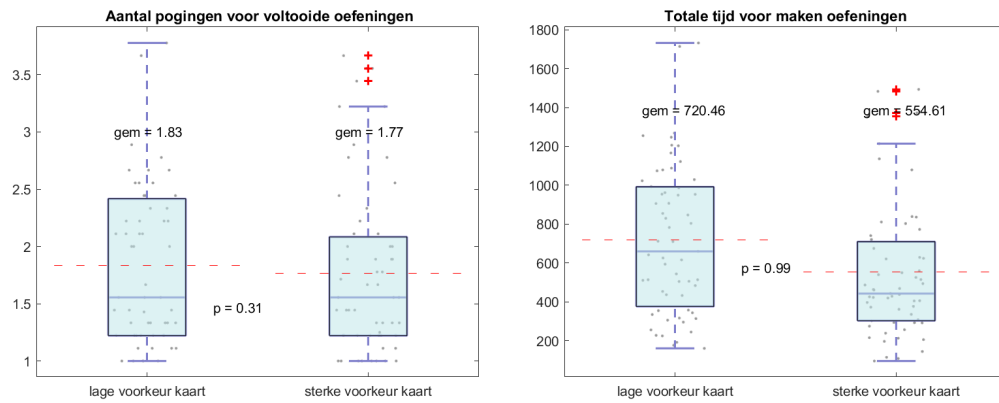


FIGUUR 5.19: Intrinsieke motivatie met betrekking tot wiskunde bij de voorkeur-groepen na gebruik van de app. De leerlingen uit de groep **STERKE VOORKEUR KAART** zijn significant meer gemotiveerd dan de leerlingen uit de groep **LAGE VOORKEUR KAART**

$$H : \mu_{lage} < \mu_{hoge}$$

Prestaties

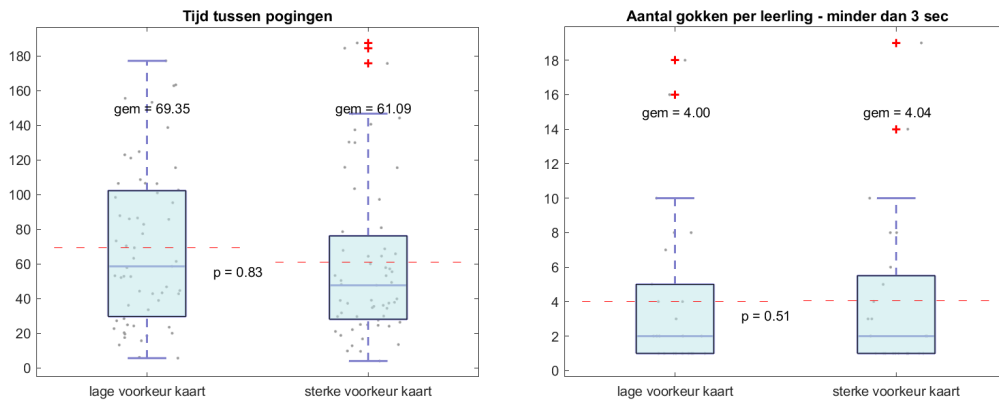
Figuur 5.20 toont de verschillende aspecten van de prestaties. Voor zowel aantal pogingen (fig. 5.20a), gemiddelde tijd (fig. 5.20c) en aantal gokken (fig. 5.20d) is er geen significant verschil tussen de 2 groepen. Bij de totale tijd (fig. 5.20b) blijkt dat de groep **LAGE VOORKEUR KAART** meer tijd spendeert aan het maken van oefeningen dan de groep **STERKE VOORKEUR KAART**. Indien de hypothese is omgedraaid ($H : \mu_{lage} < \mu_{hoge}$) is er wel een significant verschil ($p < 0.01$).



(A) Gemiddeld aantal pogingen per voltooide oefening. (B) Totale tijd gespendeerd aan het maken van oefeningen.

$$H : \mu_{lage} > \mu_{hoge}$$

$$H : \mu_{lage} < \mu_{hoge}$$



(C) Gemiddelde tijd tussen pogingen.

(D) Aantal gokken (< 3sec) per leerling.

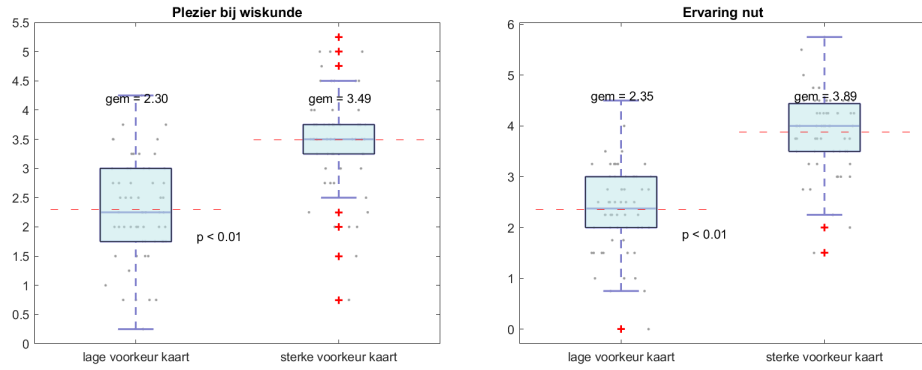
$$H : \mu_{lage} < \mu_{hoge}$$

$$H : \mu_{lage} > \mu_{hoge}$$

FIGUUR 5.20: Effect op prestaties bij de voorkeur-groepen. De groep LAGE VOORKEUR KAART spendeert significant langer aan het oplossen van alle oefeningen dan de groep STERKE VOORKEUR KAART. Voor de overige factoren zijn er geen significante verschillen.

Perceptie

Figuur 5.21 toont de verschillende aspecten van de perceptie van het maken van wiskunde-oefeningen. Voor zowel plezier (fig. 5.21a), ervaring van nut (fig. 5.21b) en ervaring van keuze (fig. 5.21c) is er een significant verschil tussen de 2 groepen ($p < 0.01$). Hieruit blijkt dus voor elk aspect van motivatie dat gemeten is dat de groep STERKE VOORKEUR KAART een hogere score geeft.

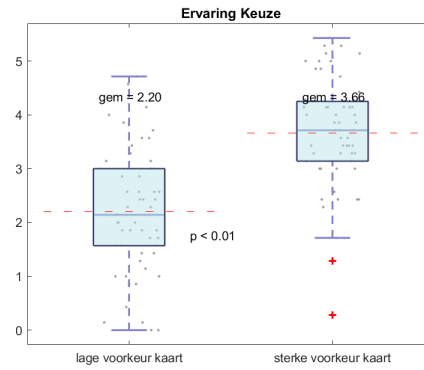


(A) Ervaring van plezier bij het maken van wiskunde-oefeningen.

$$H : \mu_{lage} < \mu_{hoge}$$

(B) Ervaring van nut bij het maken van wiskunde-oefeningen.

$$H : \mu_{lage} < \mu_{hoge}$$



(C) Ervaring keuze bij het maken van wiskunde-oefeningen.

$$H : \mu_{lage} < \mu_{hoge}$$

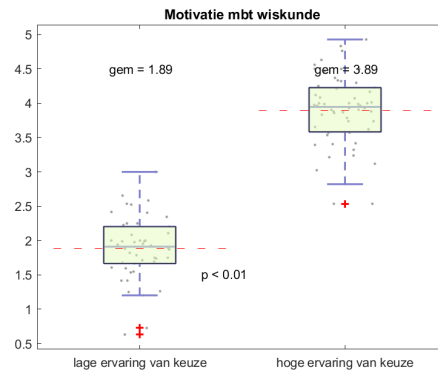
FIGUUR 5.21: Effect op perceptie met betrekking tot wiskunde bij de voorkeur-groepen. Voor elke factor zien we dat de groep **STERKE VOORKEUR KAART** een significant hogere score haalt dan de groep **LAGE VOORKEUR KAART**.

5.6.3 Groepen op basis van ervaring van keuze

Zoals beschreven in sectie 3.3 is de groep **HOG E ERVARING KEUZE** gedefinieerd als de leerlingen wiens ervaring van keuze in het 75e percentiel valt. Voor onze data zijn dit de leerlingen met een score ≥ 3.71 . De groep **LAGE ERVARING KEUZE** zijn de leerlingen met een score in het 25e percentiel, ofwel ≤ 2.14 .

Intrinsieke motivatie

Figuur 5.22 toont de zelfgerapporteerde intrinsieke motivatie met betrekking tot wiskunde na het gebruik van de app. Er is hier een significant verschil $p < 0.01$ in motivatie. De groep **HOG E ERVARING KEUZE** geeft aan meer gemotiveerd te zijn dan de groep **LAGE ERVARING KEUZE**.



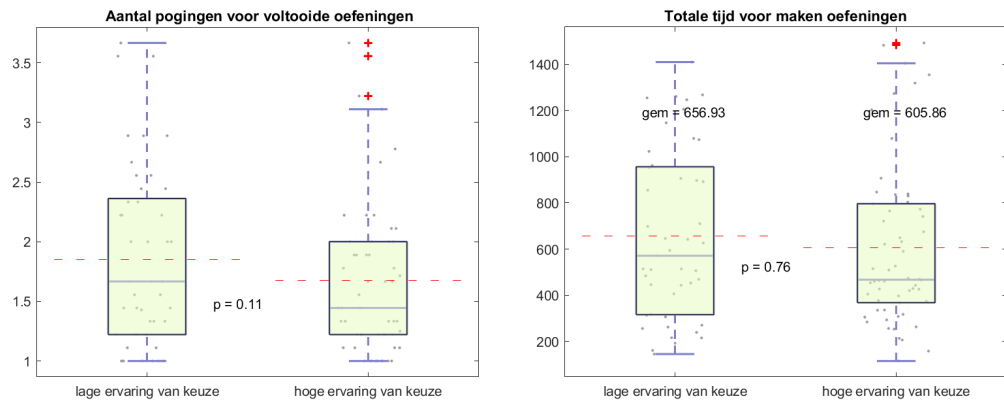
FIGUUR 5.22: Intrinsieke motivatie met betrekking tot wiskunde bij de keuze-groepen. De groep met HOGE ERVARING KEUZE geeft een significant hogere intrinsieke motivatie aan dan de groep met LAGE ERVARING KEUZE.

$$H : \mu_{lage} < \mu_{hoge}$$

Prestaties

Figuur 5.23 toont de verschillende aspecten van de prestaties. Voor zowel aantal pogingen (fig. 5.23a), totale tijd (fig. 5.23b) en gemiddelde tijd (fig. 5.23c) is er geen significant verschil tussen de 2 groepen. Bij het aantal gokken in minder dan 3 seconden lijkt de groep HOGERE ERVARING KEUZE minder vaak een antwoord te geven in minder dan 3 seconden dan de groep LAGE ERVARING KEUZE. Er is hier echter geen sprake van een significant verschil ($p = 0.06$).

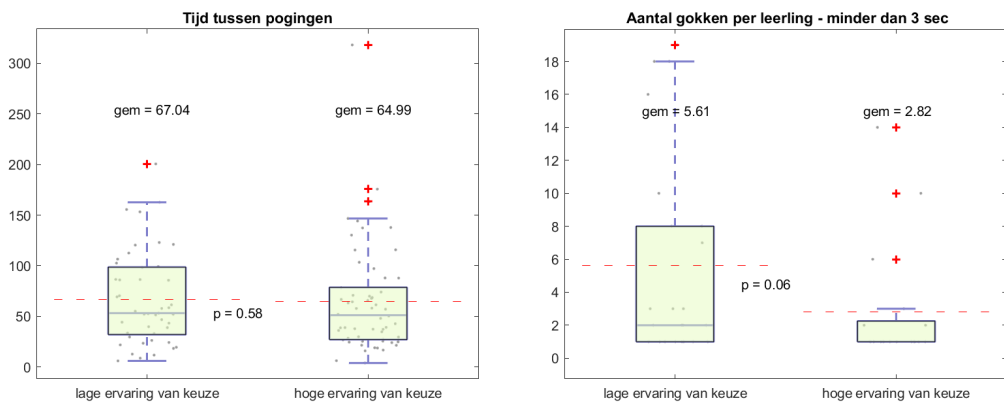
5. RESULTATEN



(A) Gemiddeld aantal pogingen per voltooide oefening. (B) Totale tijd gespendeerd aan het maken van oefeningen.

$$H : \mu_{lage} > \mu_{hoge}$$

$$H : \mu_{lage} < \mu_{hoge}$$



(C) Gemiddelde tijd tussen pogingen.

(D) Aantal gokken (< 3sec) per leerling.

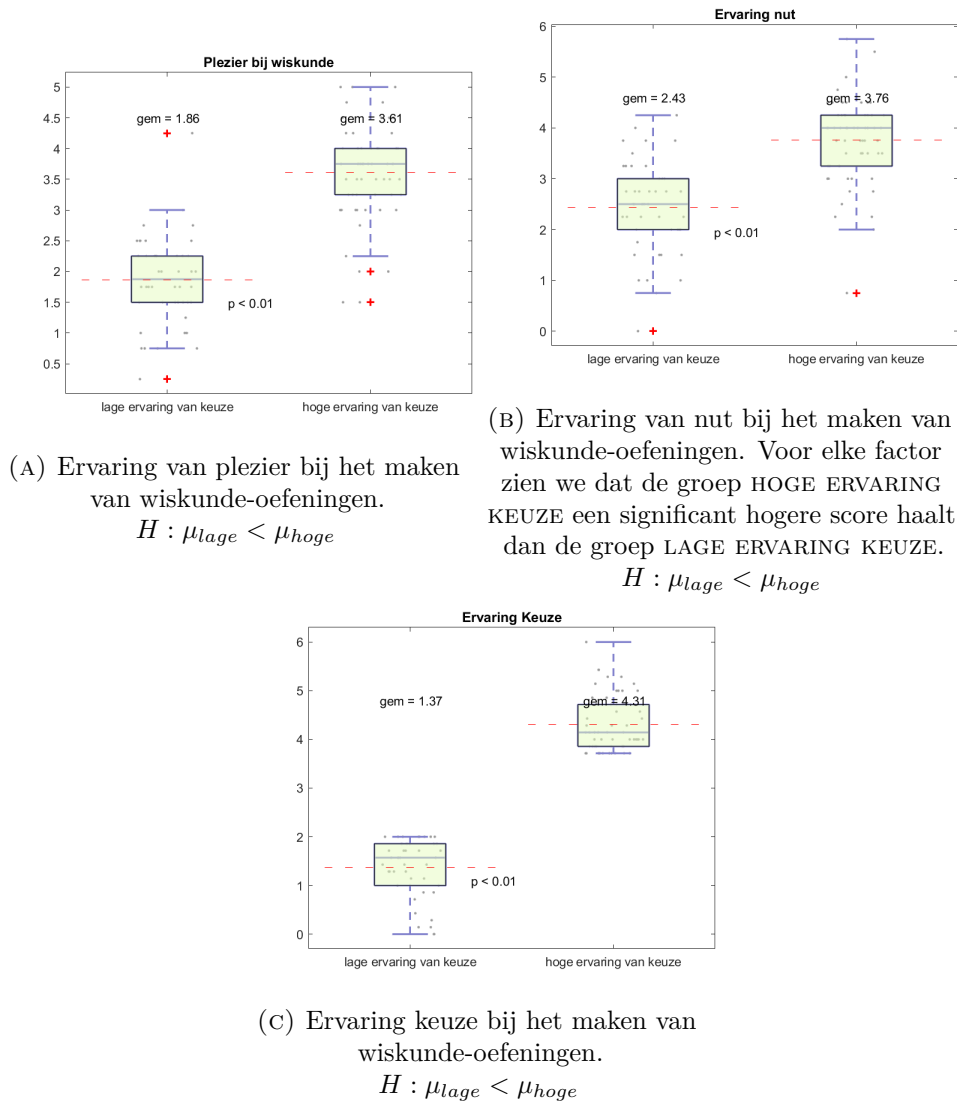
$$H : \mu_{lage} < \mu_{hoge}$$

$$H : \mu_{lage} > \mu_{hoge}$$

FIGUUR 5.23: Effect op prestaties bij de keuze-groepen. Er zijn geen significante verschillen tussen de groepen.

Perceptie

Figuur 5.23 toont de verschillende aspecten van de perceptie van het maken van wiskunde-oefeningen. Voor elk van de aspecten omtrent perceptie scoort de groep HOGE ERVARING KEUZE significant hoger dan de groep LAGE ERVARING KEUZE.



FIGUUR 5.24: Effect op perceptie met betrekking tot wiskunde bij de keuze-groepen.

5.6.4 Correlaties

In dit deel wordt gekeken naar de correlaties tussen enkele factoren. Hiervoor wordt gebruikt gemaakt van dezelfde 3 factoren die in sectie 5.6 zijn gebruikt om subgroepen te maken: mate van identificatie, mate van voorkeur voor de kaart en ervaring van keuze. Daarnaast wordt gekeken ook naar de motivatie voor het gebruik van de app, en motivatie na het gebruik van de app.

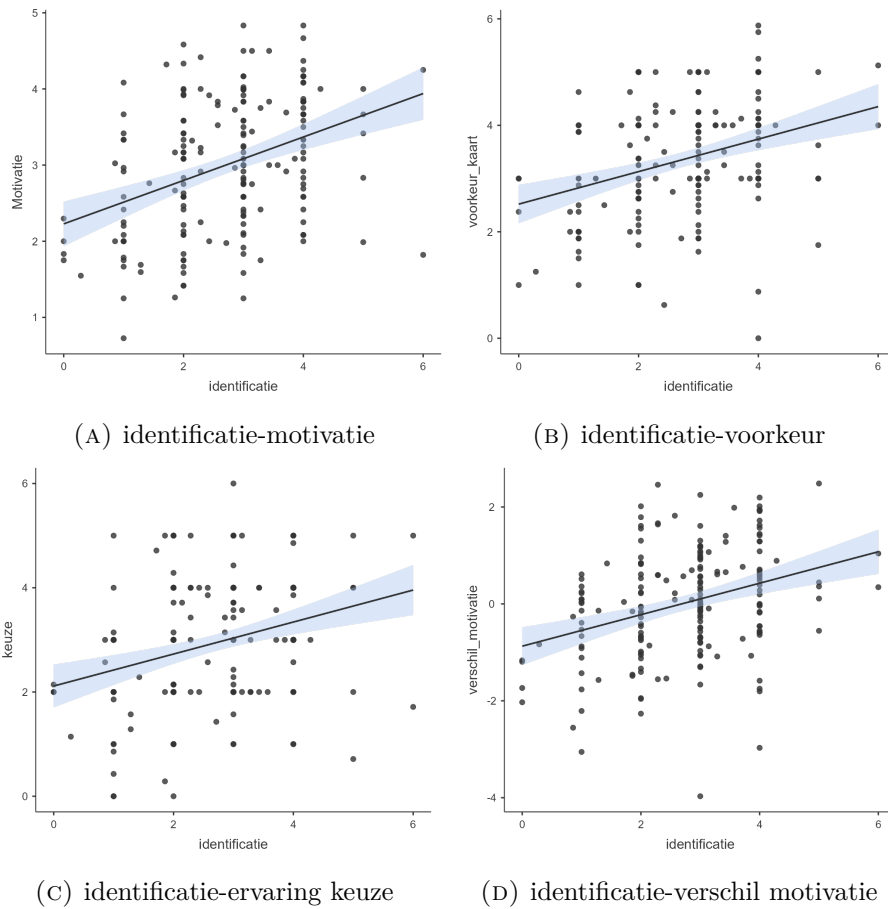
Identificatie

Tabel 5.3 geeft de correlatie tussen mate van identificatie en intrinsieke motivatie, tijd tussen pogingen, voorkeur voor de kaart, ervaring van keuze en verschil in

	Intrinsieke motivatie	Tijd tussen Pogingen	Voorkeur	Ervaring Keuze	Vershil Motivatie
verwachte correlatie	+	–	+	+	+
Pearson's r	0.378	–0.084	0.335	0.299	0.330
p-waarde	< 0.01	0.12	< 0.01	< 0.01	< 0.01

TABEL 5.3: Correlaties van de mate van identificatie met de avatar. Voor intrinsieke motivatie, voorkeur, ervaring van keuze en verschil in motivatie zien we een positieve correlatie met de identificatie met de avatar.

motivatie. Er is een significante positieve correlatie tussen identificatie met de avatar en intrinsieke motivatie, voorkeur, ervaring van keuze en verschil in motivatie voor wiskunde vóór tegenover na gebruik van de app. Voor de tijd tussen de pogingen is er geen significante correlatie. Figuur 5.25 geeft deze correlaties weer in een spreidingsdiagram. Voor de positieve correlaties ligt de Pearson correlatiecoëfficiënt rond de 0.3. In het kader van dit onderzoek wordt dit beschouwd als een matige correlatie.



FIGUUR 5.25: Spreidingsdiagrammen van de significante correlaties van de mate van identificatie met de avatar. De trendlijn wordt gegeven door de zwarte lijn met daarrond in het blauw het 95%-betrouwbaarheidsinterval.

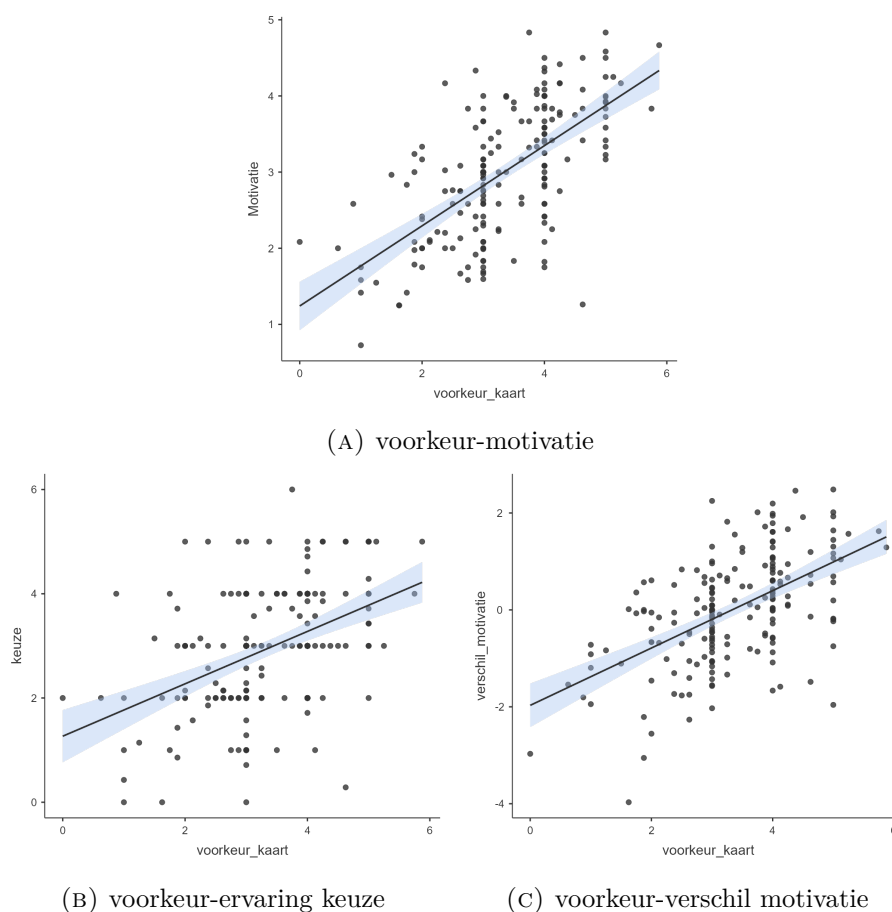
Voorkeur

Tabel 5.4 geeft de correlatie tussen de voorkeur voor de kaart en intrinsieke motivatie, tijd tussen pogingen, ervaring van keuze en verschil in motivatie. Er is een significante positieve correlatie tussen identificatie met de avatar en motivatie, ervaring van keuze en verschil in motivatie. Voor de tijd tussen de pogingen is er geen significante correlatie. Figuur 5.26 geeft deze correlaties weer in een spreidingsdiagram.

Voor de correlatie met motivatie valt op. De Pearson correlatiecoëfficiënt is hier 0.6. In het kader van dit onderzoek wordt dit beschouwd als een sterke correlatie.

	Intrinsieke motivatie	Tijd tussen Pogingen	Ervaring Keuze	Vershil Motivatie
verwachte correlatie	+	–	+	+
Pearson's r	0.636	–0.027	0.447	0.548
p-waarde	< 0.01	0.35	< 0.01	< 0.01

TABEL 5.4: Correlaties van de mate van voorkeur voor de kaart. Voor intrinsieke motivatie, ervaring van keuze en verschil in motivatie zien we een positieve correlatie met de voorkeur voor de kaart.



FIGUUR 5.26: Spreidingsdiagrammen van de significante correlaties van de mate van voorkeur voor de kaart. De trendlijn wordt gegeven door de zwarte lijn met daarrond in het blauw het 95%-betrouwbaarheidsinterval.

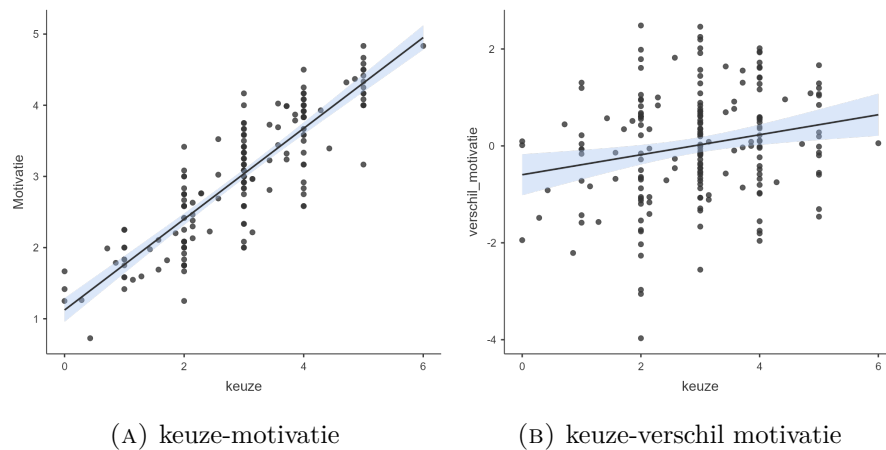
Ervaring van keuze

Tabel 5.5 geeft de correlatie tussen de ervaring van keuze bij het maken van de wiskunde-oefeningen en motivatie, tijd tussen pogingen en verschil in motivatie. Er is een significante positieve correlatie tussen ervaring van keuze en motivatie alsook verschil in motivatie. Voor de tijd tussen de pogingen is er geen significante correlatie. Figuur 5.27 geeft deze correlaties weer in een spreidingsdiagram.

Voor de correlatie met verschil in motivatie bedraagt de Pearson correlatiecoëfficiënt is hier 0.2. In het kader van dit onderzoek wordt dit beschouwd als een zwakke correlatie. Net zoals bij de voorkeur voor de kaart (sect 5.6.4) valt de correlatie met motivatie op. De Pearson correlatiecoëfficiënt is hier 0.9. In het kader van dit onderzoek wordt dit beschouwd als een sterke correlatie.

	Motivatie	Tijd tussen Pogingen	Vershil Motivatie
verwachte correlatie	+	–	+
Pearson's r	0.867	–0.005	0.215
p-waarde	< 0.01	0.47	< 0.01

TABEL 5.5: Correlaties van de ervaring van keuze. Voor intrinsieke motivatie en verschil in motivatie zien we een positieve correlatie met de ervaring van keuze bij het maken van de wiskunde-oefeningen



FIGUUR 5.27: Spreidingsdiagrammen van de significante correlaties van de ervaring van keuze. De trendlijn wordt gegeven door de zwarte lijn met daarrond in het blauw het 95%-betrouwbaarheidsinterval.

Motivatie vóór gebruik app

Tabel 5.6 geeft de correlatie tussen de zelfgerapporteerde motivatie vóór gebruik van de app en gemiddeld aantal pogingen per oefening, totale tijd oefeningen, tijd tussen pogingen en aantal gokken ($<3s$).

Er is een significante positieve correlatie tussen de zelfgerapporteerde motivatie voor gebruik van de app en totale tijd alsook tijd tussen pogingen. Tussen de zelfgerapporteerde motivatie voor gebruik van de app en aantal pogingen alsook gokken is er een significante negatieve correlatie.

Voor al deze correlaties is de Pearson correlatiecoëfficiënt laag. In het kader van dit onderzoek wordt dit beschouwd als een zwakke correlatie. Vooral de correlatie met het aantal gokken valt op. Hier bedraagt de correlatiecoëfficiënt slechts -0.05 .

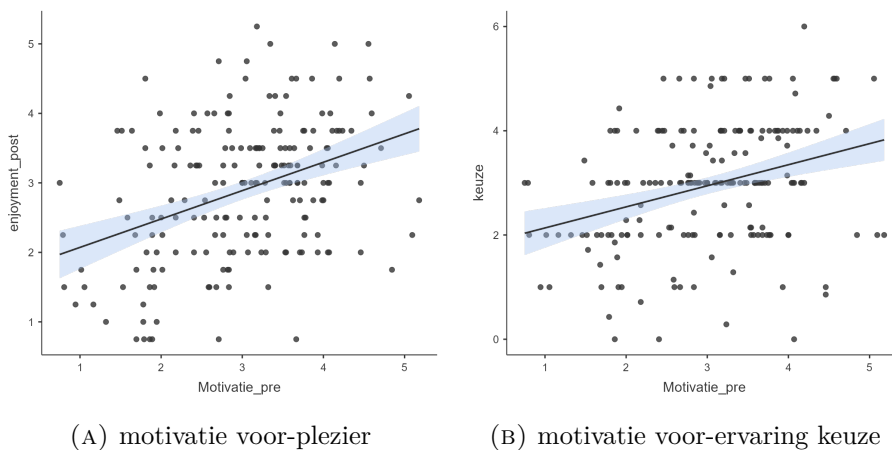
Tabel 5.7 geeft de correlatie tussen de zelfgerapporteerde motivatie vóór gebruik van de app en identificatie met de avatar, plezier, ervaring van keuze en voorkeur voor kaart. Er is een significante positieve correlatie tussen de zelfgerapporteerde motivatie voor gebruik van de app en plezier alsook ervaring van keuze. Voor de identificatie alsook de voorkeur is er geen significante correlatie. Figuur 5.28 geeft deze correlaties weer in een spreidingsdiagram. Voor de positieve correlaties ligt de Pearson correlatiecoëfficiënt rond de 0.3. In het kader van dit onderzoek wordt dit beschouwd als een matige correlatie.

	Aantal Pogingen	Totale Tijd oefeningen	Tijd tussen Pogingen	Gokken (<3s)
verwachte correlatie	—	+	+	—
Pearson's r	−0.162	0.155	0.212	−0.053
p-waarde	0.01	0.02	< 0.01	0.02

TABEL 5.6: Correlaties van de motivatie vóór gebruik van de app. Voor het aantal pogingen zien we een negatieve correlatie met de motivatie vóór het gebruik van de app. Bij de tijd tussen pogingen zien we een positieve correlatie met de motivatie vóór het gebruik van de app.

	Identifica- tie	Plezier	Ervaring van Keuze	Voorkeur
verwachte correlatie	—	+	+	—
Pearson's r	−0.063	0.384	0.318	−0.060
p-waarde	0.19	< 0.01	< 0.01	0.20

TABEL 5.7: Correlaties van de motivatie vóór gebruik van de app. Voor de ervaring van plezier en de ervaring van keuze zien we een positieve correlatie met de motivatie vóór het gebruik van de app



FIGUUR 5.28: Spreidingsdiagrammen van de significante correlaties van de motivatie vóór gebruik van de app. De trendlijn wordt gegeven door de zwarte lijn met daarrond in het blauw het 95%-betrouwbaarheidsinterval.

Motivatatie na gebruik app

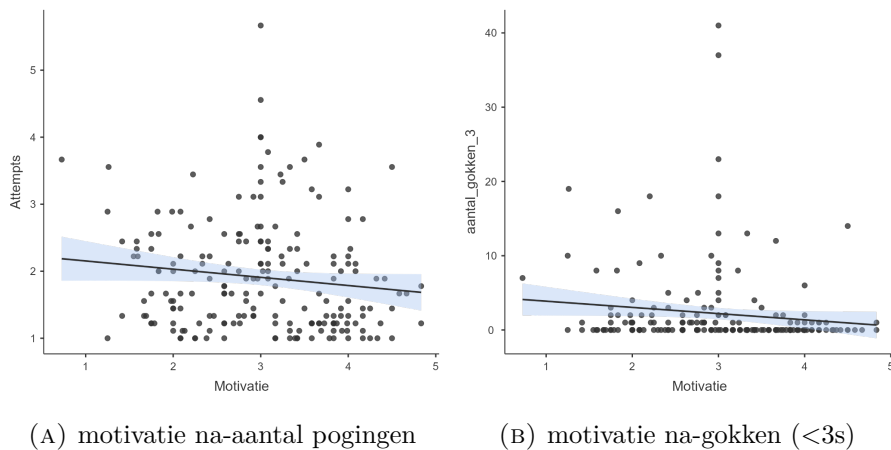
Tabel 5.8 geeft de correlatie tussen de zelfgerapporteerde motivatie voor gebruik van de app en gemiddeld aantal pogingen per oefening, totale tijd oefeningen, tijd tussen pogingen en aantal gokken (<3s).

Er is een significante negatieve correlatie tussen de zelfgerapporteerde motivatie na gebruik van de app en aantal pogingen alsook het aantal gokken. Tussen de zelfgerapporteerde motivatie na gebruik van de app en totale tijd alsook de tijd tussen pogingen is er geen significante correlatie.

Figuur 5.29 geeft deze correlaties weer in een spreidingsdiagram. Voor de positieve negatieve ligt de Pearson correlatiecoëfficiënt rond de -0.1 . In het kader van dit onderzoek wordt dit beschouwd als een lage correlatie.

	Aantal Pogingen	Totale Tijd oefeningen	Tijd tussen Pogingen	Gokken (<3s)
verwachte correlatie	—	+	+	—
Pearson's r	−0.127	−0.063	0.035	−0.133
p-waarde	0.04	0.81	0.31	0.03

TABEL 5.8: Correlaties van de motivatie na gebruik van de app. Voor het aantal pogingen en het aantal gokken zien we een negatieve correlatie met de motivatie na het gebruik van de app



FIGUUR 5.29: Spreidingsdiagrammen van de significante correlaties van de motivatie na gebruik van de app. De trendlijn wordt gegeven door de zwarte lijn met daarrond in het blauw het 95%-betrouwbaarheidsinterval.

5.7 Thematische analyse

In deze sectie bekijken we de antwoorden op de open vragen. Bij de groep met HOGE IDENTIFICATIE zien we 2 thema's die vaak terugkomen met betrekking tot de avatar.

- Ongeveer 32% gaf aan **gemotiveerd** te zijn door de *emoties* van de avatar.
- Ongeveer 18% vond het **persoonlijker** omdat de avatar *op hen leek*.

De volgende quotes zijn antwoorden van leerlingen uit de groep met HOGE IDENTIFICATIE met betrekking tot de avatar:

- *De avatar leek op mij, dus wanneer ik het juiste antwoord had, lacht mijn avatar (dus ik eigenlijk ook).*
- *Het maakte het persoonlijker en leuker als je een oefening voltooide.*
- *Het zorgt wel dat ik mijn avatar niet wil teleurstellen dus ik denk beter na en ik maak minder snel fouten.*

Voor de groep met LAGE IDENTIFICATIE merken we dat de antwoorden vaak veel korter of afwezig zijn. We zien hier echter ook 2 thema's die betrekking hadden op de avatar:

- Ongeveer 24% gaf aan het jammer te vinden dat er **weinig opties** waren of dat je achteraf **niets meer kon aanpassen**.
- Ongeveer 7% gaf aan **niet op de avatar te letten**.

De volgende quotes zijn antwoorden van leerlingen uit de groep met LAGE IDENTIFICATIE met betrekking tot de avatar:

- *het leek niet bepaald op mij dus er was weinig nut van*

5. RESULTATEN

- *ik kon de avatar niet aanpassen en er waren maar 8 al opvoorhand gemaakte avatars.*
- *Niet veel want ik zag hem nergens staan.*

Voor de leerlingen met een HOGE VOORKEUR VOOR DE KAART zien we 2 grote thema's met betrekking tot de kaart of werkvorm:

- Ongeveer 47% was nieuwsgierig en wou **doelbewust de kaart vrijspelen**.
- Ongeveer 15% vond het **praktischer om digitaal** te werken.

De volgende quotes zijn antwoorden van leerlingen uit de groep met HOGE VOORKEUR met betrekking tot de kaart of werkvorm:

- *je wilt de kaart ontdekken en daarom blijf je oefeningen maken*
- *het was leuk om oefeningen op de kaart te maken en telkens nieuwe stukken land te ontdekken.*
- *Je kan gemakkelijker/vlotter de oefeningen maken en het is wat leuker dan de saaie handboek.*

Bij de groep met een LAGE VOORKEUR VOOR DE KAART komen 3 grote thema's vaak aan bod:

- Ongeveer 43% van deze leerlingen geeft aan dat ze **werken op papier praktischer** vinden dan op een computer.
- Ongeveer 23% geeft aan dat ze **meer keuze hebben aan oefeningen** in een handboek.
- Ongeveer 13% vind het fijner dat ze in een **handboek meer info** krijgen bij de oefeningen.

De volgende quotes zijn antwoorden van leerlingen uit de groep met LAGE VOORKEUR met betrekking tot de kaart of werkvorm:

- *Het (handboek) is op papier en voor wiskunde vind ik dat wel handiger.*
- *Het (handboek) is overzichtelijker, je kan er makkelijker op terugkijken.*
- *De oefeningen staan in het handboek meer uitgebreid. Hier kun je een soort van gokken als je het niet weet.*

Hoofdstuk 6

Discussie

In dit hoofdstuk worden de resultaten uit Hoofdstuk 5 besproken. Hierbij relateren we ze aan de bestaande literatuur besproken in Hoofdstuk 2.1.2.

6.1 Vrijheid van exploratie

In dit onderdeel bespreken we de resultaten die betrekking hebben op OV 1: *Zorgt de vrijheid om een kaart te ontdekken voor een verhoging van de zelf-gerapporteerde motivatie om wiskunde-oefeningen te maken?*

Uit de resultaten blijkt **geen significante correlatie** tussen vrijheid van exploratie en de zelfgerapporteerde **intrinsieke motivatie** na gebruik van de app. Hoewel we zouden verwachten dat de uitgebreide exploratie leerlingen meer autonomie biedt in hun leerproces, en volgens de SDT zou leiden tot een hogere intrinsieke motivatie voor wiskunde, zien we dit niet terug in de resultaten. Mogelijks is de vrijheid zoals geïmplementeerd in dit onderzoek onvoldoende om leerlingen echte autonomie te laten ervaren. De groep UITGEBREIDE EXPLORATIE heeft tijdens het gebruik van de app nog steeds geen keuze over welk gedrag ze stellen omtrent het maken van de wiskunde-oefeningen. Ondanks de extra mogelijkheden tot exploratie hebben de leerlingen geen optie om iets anders te doen dan oefeningen te maken.

Daarnaast is ook voor de groep met BEPERKTE EXPLORATIE nog steeds een vorm van exploratie aanwezig. Het is mogelijk dat de aanwezigheid van exploratie een effect heeft, maar dat het verschil tussen beide groepen in dit onderzoek te klein was om tot significante verschillen te leiden.

Op basis van onze resultaten kunnen we **niet stellen** dat de UITGEBREIDE EXPLORATIE zoals vormgegeven in dit onderzoek **leidt tot een hogere zelfgerapporteerde motivatie** voor wiskunde.

Wanneer we kijken naar het verschil in de **ervaring van keuze** tussen de groep met BEPERKTE EXPLORATIE en de groep met UITGEBREIDE EXPLORATIE zien we in de resultaten geen significant verschil. Dit ligt in lijn met de vorige bevinding omtrent de motivatie voor wiskunde. De vragenlijst met betrekking tot ervaring van

keuze betreft de keuze tot het maken van wiskunde-oefeningen. Hoewel de leerlingen mogelijks meer keuze ervaren in de exploratie, is er geen indicatie dat dit ook leidt tot een hogere ervaring van keuze voor het maken van de wiskunde-oefeningen.

Voor DV 1: *Zorgt uitgebreide exploratie van de kaart voor een hogere ervaring van keuze bij het maken van oefeningen?*, besluiten we het volgende:

Uit de resultaten kunnen we dus **niet stellen** dat **uitgebreide exploratie** aan de hand van de toevoeging van keuze in exploratie **zorgt voor een hogere ervaring van keuze** bij het maken van oefeningen.

Als we kijken naar de leerlingen die **een hoge ervaring van keuze** rapporteerden tegenover de leerlingen die aangaven een lage ervaring van keuze te hebben, zien we in de resultaten wel een effect op de motivatie. Hier zien we een zeer sterke positieve correlatie tussen ervaring van keuze en de zelfgerapporteerde intrinsieke motivatie voor wiskunde. Deze correlatie komt overeen met wat we verwachten uit de literatuur. De SDT stelt dat **autonomie** een psychologische basisbehoefte is. Wanneer leerlingen keuze ervaren, ervaren ze zichzelf als de oorsprong van hun gedrag. Ondanks dat de taak hier wordt opgedragen door de lesgever, zien we dat er nog steeds leerlingen zijn die een hoge ervaring van keuze hebben.

Hoewel het niet de uitgebreide exploratie is die leidt tot een hogere ervaring van keuze, zien hier wel een positieve correlatie met de intrinsieke motivatie voor wiskunde. Daarnaast zien we ook een significante positieve correlatie met het verschil in motivatie voor en na het gebruik van de app. Bij de groep met een lage ervaring van keuze zien we dat de zelfgerapporteerde motivatie gedaald is na het gebruik van de app. Hieruit besluiten we dat onze implementatie van gamificatie niet zonder gevaar is.

Voor DV 2: *Is er een correlatie tussen ervaring van keuze en de zelf-gerapporteerde motivatie om wiskunde-oefeningen te maken?*, en DV 3: *Is er een correlatie tussen de ervaring van keuze en het verschil in motivatie voor en na het gebruik van de app?*, besluiten we het volgende:

Uit de resultaten blijkt wel dat er een **sterke correlatie** is tussen de **ervaring van keuze** bij het maken van oefeningen en de zelf-gerapporteerde **motivatie** om wiskunde-oefeningen te maken. Ook is het er een **sterke correlatie** met het **verschil in motivatie** voor en na het gebruik van de app.

6.2 Vrijheid van avatar-personalisatie

In dit onderdeel bespreken we de resultaten die betrekking hebben op OV 2: *Zorgt de personalisatie van een avatar voor een verhoging van de zelfgerapporteerde motivatie om wiskunde-oefeningen te maken?*

Net zoals bij de exploratie vinden we hier **geen significante correlatie** tussen de zelf-gerapporteerde **intrinsieke motivatie** en de personalisatie terug uit de resultaten. Omdat de uitgebreide personalisatie leerlingen de kans geeft om een sterkere visuele

gelijkenis te creëren, zouden we op basis van de literatuur verwachten dat dit een positief effect heeft op de motivatie. Dit blijkt niet het geval in ons onderzoek. De toevoeging van uitgebreide opties in personalisatie heeft geen significante correlatie met de zelf-gerapporteerde motivatie om wiskunde-oefeningen te maken.

We kunnen dus **niet stellen** dat de **uitgebreide personalisatie** zoals vormgegeven in dit onderzoek leidt tot een **hogere zelfgerapporteerde motivatie** voor wiskunde.

Uit de observaties tijdens het onderzoek zagen we dat in de meeste gevallen de leerlingen zichzelf ook effectief nabootsten in hun avatar. Uit de literatuur vermoeden we dat de vrijheid van personalisatie een positieve correlatie heeft met de **identificatie met de avatar**, aangezien dit de mogelijkheid tot visuele gelijkenis vergroot. Dit blijkt ook uit de resultaten. We zien een significante positieve correlatie tussen de vrijheid van exploratie en de identificatie met de avatar.

Voor DV 4: *Zorgt uitgebreide personalisatie van een avatar voor hogere identificatie met de avatar?*, besluiten we het volgende:

De resultaten van het onderzoek impliceren dat **uitgebreide personalisatie** van een avatar zorgt voor **hogere identificatie** met de avatar.

Ook als we kijken naar de leerlingen die **een hoge identificatie** met de avatar rapporteerden tegenover de leerlingen die aangaven een lage identificatie met de avatar te hebben, zien we in de resultaten een positieve correlatie met de motivatie. Deze correlatie ligt in de lijn met de literatuur. De SDT stelt dat verbondenheid een psychologische basisbehoefte is. Door te voldoen aan deze basisbehoefte zal, volgens de OIT, de motivatie toenemen in de richting van intrinsieke motivatie. Daarnaast zien we net zoals bij de ervaring van keuze een significante positieve correlatie met het verschil in motivatie voor en na het gebruik van de app. Ook hier is bij de groep met een lage identificatie de motivatie gedaald na het gebruik van de app.

Voor DV 5: *Is er een correlatie tussen identificatie met de avatar en de zelf-gerapporteerde motivatie om wiskunde-oefeningen te maken?*, en DV 6: *Is er een correlatie tussen identificatie met de avatar en het verschil in motivatie voor en na het gebruik van de app?*, besluiten we het volgende:

Er blijkt een **sterke correlatie** tussen de **identificatie** met de avatar en de zelfgerapporteerde **motivatie** om wiskunde-oefeningen te maken. Ook is er een sterke correlatie met het **verschil in motivatie** voor en na het gebruik van de app.

We zien dat de uitgebreide personalisatie leidt tot een hogere identificatie en dat hoge identificatie leidt tot hogere motivatie. Wel zagen we geen directe significante correlatie tussen de uitgebreide personalisatie en de motivatie. Het is duidelijk dat er andere factoren die ook bepalend zijn voor de intrinsieke motivatie voor wiskunde.

In het onderzoek identificeren we er drie. Uit de vorige sectie zagen we dat **ervaring van keuze met betrekking tot het maken van de oefeningen** (1) een zeer sterke indicator is voor de intrinsieke motivatie voor wiskunde. Uit deze sectie besluiten we dat ook de **identificatie met de avatar** (2) een sterke indicator is voor de motivatie.

Uit de resultaten zien we dat de leerlingen met een sterke **voorkeur voor de kaart** (3) significant meer gemotiveerd zijn voor het maken van wiskunde-oefeningen dan de leerlingen met een 'lage voorkeur'. De positieve correlatie is hier zelfs groter dan bij de identificatie. De voorkeur voor het maken van oefeningen op de kaart in plaats van uit een handboek kan vele oorzaken hebben. Ook hier is er een significante positieve correlatie met het verschil in motivatie voor en na het gebruik van de app. Wanneer we Mathe Carta analyseren met behulp van het MDA framework zijn er verschillende factoren die bepalen of een leerling Mathe Carta, en dus het gebruik van de kaart, als **leuk** beschouwt. Zo hebben we gekozen voor een beweging-*mechanic* gebaseerd op klikken, wordt de kaart ontdekt vanuit een 2D *top-down* perspectief en heeft de kaart een specifieke stijl. Deze *mechanics* zijn gekozen om verschillende redenen. Naast technische beperkingen zijn de *aesthetics* die we in Mathe Carta zijn bekomen ontwikkeld op basis van het iteratief proces beschreven in sectie 4.1. Dit proces biedt echter geen garantie dat het bekomen resultaat motiverend en boeiend is voor elke leerling. Zo zien we dat voor sommige leerlingen dat de intrinsieke motivatie voor wiskunde is gedaald na het gebruik van de app.

Wanneer we door het gebruik van gamificatie de **identificatie** met de avatar, de **voorkeur** voor de kaart of de ervaring van *keuze* kunnen **verhogen** zien we een **positief effect** op de zelf-gerapporteerde motivatie voor het maken van wiskunde-oefeningen.

Wanneer dit echter leidt tot een **lage** identificatie, voorkeur of ervaring van keuze zien we een **negatief effect** op de zelf-gerapporteerde motivatie.

Dit toont aan dat bij de implementatie van gamificatie in een educatieve context het zeer belangrijk is om na te gaan wat de impact is op leerlingen. Wanneer we naar de resultaten van dit onderzoek kijken zouden we simpelweg kunnen stellen dat de verhoging van identificatie met de avatar een positieve impact heeft op de motivatie. Dus zouden leerlingen baat hebben bij een systeem waarbinnen ze zich sterk kunnen identificeren. Wanneer de effectieve implementatie er echter voor zorgt dat sommige leerlingen zich niet niet identificeren met de avatar kunnen we bij hen een negatieve impact op de motivatie teweeg brengen.

We stellen geen rechtstreekse invloed van exploratie en avatar-personalisatie op de intrinsieke motivatie voor wiskunde vast. Wel blijken er drie **indicatoren** te zijn met een grote invloed op de motivatie: **ervaring van keuze** met betrekking tot het maken van oefeningen, **identificatie** met de avatar en **voorkeur** voor de kaart. Ondanks dat deze indicatoren niet altijd rechtstreeks te linken zijn aan beperkte of uitgebreide exploratie of personalisatie, is er wel een sterk vermoeden dat de aanwezigheid van de avatar alsook van de exploratie een invloed heeft op de

indicatoren en bijgevolg op de motivatie.

6.3 Prestaties

In dit onderdeel bespreken we de resultaten die betrekking hebben op **OV 3**: *Hoe beïnvloeden personalisatie van een avatar en exploratie de prestaties m.b.t het maken van wiskunde-oefeningen?*. Zoals besproken in sectie 2.3.1 bestaat de vrees dat de toevoeging van gamificatie leerlingen kan afleiden van het leerproces. Daarom kijken we naar enkele indicatoren die ons een idee kunnen geven van hoe de leerlingen de oefeningen maken. Hiervoor proberen we vooral een beeld te vormen van hoe vaak de leerlingen gaan 'gokken' in plaats van de oefening uit te werken.

Voor **personalisatie** zien we geen significante verschillen in de resultaten. Zowel het aantal pogingen per oefening, de gemiddelde tijd tussen pogingen als de totale tijd gespendeerd aan het maken van oefeningen zijn gelijkaardig. Ook bij het aantal gokken zien we geen verschil. We kunnen dus stellen dat uit onze resultaten er **geen aanwijzing** is dat het toevoegen van extra personalisatie-opties een **invloed** heeft op **hoe de leerlingen de oefeningen maken**.

Voor **exploratie** zien we dat de groep met uitgebreide exploratie significant **meer tijd** spendeert aan het maken van oefeningen. Echter voor het aantal pogingen per oefening en de gemiddelde tijd tussen pogingen, alsook voor het aantal gokken zien we geen significant verschil. Op basis van deze resultaten stellen we dat er **geen aanwijzing** is dat de uitgebreide exploratie een **negatieve invloed** heeft op hoe de leerlingen de oefeningen maken. De hogere totale tijd zou een indicator kunnen zijn dat leerlingen zich meer inspinnen bij het maken van de oefeningen.

Op basis van de resultaten is er **geen aanwijzing** dat **personalisatie** van de avatar of vrijheid van **exploratie** een **negatief effect** hebben op de **prestaties**.

Wanneer we kijken naar de groepen op basis van de indicatoren zien we wel verschillen. Zo zijn leerlingen met een hoge **identificatie** beduidend **minder geneigd tot gokken**. Een mogelijke verklaring hiervoor vinden we terug in het **succesvol** willen zijn in de rol die ze vervullen. Uit de literatuur blijkt dat spelers meer plezier ervaren als ze de rol waarmee ze zich identificeren succesvol kunnen invullen. Binnen Mathe Carta wordt het al dan niet succesvol voltooien van een oefening versterkt door de gezichtsuitdrukking van de avatar.

Uit de **thematische analyse** bleek dat de leerlingen met **hoge identificatie** belang hechten aan de **emoties** van de avatar. We vermoeden dat ze hierdoor minder gokken om de avatar niet 'droevig' te maken. Bij deze groep gaven de leerlingen aan dat net omdat de avatar **op hen leek**, de ervaring persoonlijk aanvoelde. Bij de groep met **lage identificatie** kwam dan weer vaak aan bod dat zij **niet genoeg opties** hadden om zich te herkennen in hun avatar.

Deze resultaten vormen een argument voor het **belang van brede representatie-mogelijkheden** bij de personalisatie van een avatar. Het al dan niet kunnen herkennen in de avatar lijkt van groot belang voor de identificatie met de avatar. Voor de leerlingen die zich **sterker identificeren** met de avatar zijn de **emoties van de avatar belangrijk**. Vermoedelijk zijn ze hierdoor **minder geneigd tot gokken** om te voorkomen dat de avatar een droevige emotie toont.

Bij de groep met een **sterke voorkeur** voor het maken van **oefeningen op de kaart** zien we dat deze beduidend **minder tijd spenderen** aan het maken van oefeningen. We zien echter geen significante verschillen in het aantal pogingen of aantal gokken. Een mogelijke verklaring hiervoor zien we in de antwoorden op de open vragen.

De leerlingen met een **lage voorkeur** voor de kaart **misten de praktische voordelen** van een handboek en papier terwijl de leerlingen met een **hoge voorkeur** net de **voordelen van het digitaal werken** aanhaalden. Dit is een mogelijke verklaring waarom de groep met een lage voorkeur meer tijd nodig had.

Daarnaast waren de leerlingen met een hoge voorkeur gemotiveerder om de **kaart te ontdekken**. Mogelijk zorgde dit ervoor dat ze de oefeningen sneller wilden oplossen. Uit onze resultaten zien we echter niet dat dit heeft geleid tot meer gokken.

Op basis van deze resultaten wordt het belang van de **praktische implementatie** duidelijk. Wanneer de implementatie van de gamification ervoor zorgt dat het minder praktisch is om de oefeningen te maken, kan dit eventuele positieve effecten op de prestaties teniet doen.

Tot slot kijken we naar de leerlingen die een **hoge ervaring van keuze** rapporteerden tegenover de leerlingen die aangaven een lage ervaring van keuze te hebben zien we in de resultaten een effect op de prestaties. Leerlingen met een hoge ervaring van keuze zijn beduidend **minder geneigd tot gokken**. Dit komt overeen met wat we verwachten uit de SDT. Leerlingen die keuze ervaren bij het maken van oefeningen ervaren dit als een expressie van hun eigenwaarde. Hierdoor verwachten we dat ze de oefeningen ook effectief zullen maken in plaats van te gokken.

Hoewel het niet de uitgebreide exploratie is die leidt tot een **hogere ervaring van keuze**, zien we bij de leerlingen die hier hoog op scoren wel een **positieve correlatie met de prestaties**.

6.4 Beperkingen van het onderzoek

In deze sectie bespreken we enkele beperkingen van het onderzoek. Deze beperkingen hebben meerdere oorzaken. Zo zijn sommige het gevolg van keuzes gemaakt door

praktische beperkingen, terwijl andere pas na het analyseren van de resultaten aan het licht zijn gekomen.

1. De game-elementen zijn **sterk afhankelijk** van de **manier waarop ze geïmplementeert zijn**. We hebben bij Mathe Carta voor een specifieke **stijl** gekozen waarin we de grafische elementen hebben uitgewerkt. Omdat we met visuele elementen werken kan deze stijl een grote impact hebben op hoe leerlingen de elementen ervaren. Dit werd ook aangehaald door enkele proefpersonen in de *think-aloud* sessies. Zo kwam er de opmerking dat *de kaart heel leuk was, maar niet meer voor mijn leeftijd*. We zagen in de resultaten dat de voorkeur voor het maken van oefeningen op de kaart een invloed heeft op de prestaties en de intrinsieke motivatie voor wiskunde. Door de visuele stijl aanpasbaar te maken of verder af te stellen op het doelpubliek kunnen mogelijk meer winsten worden geboekt op vlak van motivatie en prestaties
2. Binnen dit onderzoek is het **onderscheid** tussen de **beperkte en uitgebreide game-elementen gelimiteerd**. Dit was een bewuste keuze die we hebben gemaakt om de beperkte groep niet te benadelen in hun algemeen leerproces. Hierdoor is de invloed van de individuele voorkeur voor een avatar of exploratie mogelijk sterker dan de invloed van het al dan niet beperkt zijn van het element.
3. Voor de uitgebreide personalisatie gebruikten we **discrete personalisatie**. De leerlingen kregen enkele opties die ze konden combineren. Het was echter niet mogelijk om parameters als kleur, haarlengte of andere zelf aan te passen. Hierdoor was het ook bij de uitgebreide personalisatie voor sommige leerlingen niet mogelijk om een volledige weergave van zichzelf te maken. We zagen dat het gebrek aan voldoende opties een thema was dat vaak werd aangehaald bij de groep met beperkte identificatie. Het is mogelijk dat voor sommige leerlingen in de groep met uitgebreide personalisatie de **opties onvoldoende** waren om tot een avatar te komen die op hen lijkt. Hierdoor kan het zijn dat het gewenste effect van de uitgebreide personalisatie, namelijk meer visuele gelijkenis met de avatar, uitbleef.
4. De **exploratie** gebeurde op een **vrij statische manier**. De leerlingen keken steeds vanuit een vast perspectief neer op de kaart. Er waren beperkte opties om de kaart te verkennen, namelijk door in te zoomen en te slepen, maar deze waren pas zeer laat in het ontwikkelingsproces toegevoegd. Hierdoor waren deze niet erg gebruiksvriendelijk. We zagen dan ook in de loggegevens dat deze amper gebruikt werden. Ook was het zo dat voor de groep met uitgebreide exploratie de **vrijheid beperkt** was. De avatar kon enkel bewegen over de vaste paden. Hierdoor was het niet mogelijk om "op verkenning" te gaan op de kaart. Dit kan er mogelijk tot geleid hebben dat het verschil in de ervaring van keuze niet zeer groot was tussen de groep met beperkte en de groep met uitgebreide exploratie.
5. Voor de eerste klasgroep (24 leerlingen) in het onderzoek bleken de **oefeningen te moeilijk** te zijn. Hierdoor waren ze weinig gemotiveerd om de oefeningen te

maken. Wel zagen we bij deze leerlingen geen grote afwijkingen ten opzichte van de andere groepen met betrekking tot het effect van de avatar-personalisatie en de exploratie. We vermoeden dat de impact hiervan beperkt is.

6. Het **aantal oefeningen was zeer beperkt**. Dit was nodig om het volledige onderzoek binnen 1 lesuur te laten plaatsvinden. Hierdoor kunnen we echter enkel conclusies trekken op basis van een korte ervaring.
7. Niet alle klassen werkten onder dezelfde omstandigheden. Zo waren er klassen waar de oefeningen individueel en in volledige stilte moesten gebeuren, terwijl in andere klassen veel werd samengewerkt. Omdat de avatar inspeelt op een sociaal element van verbondenheid, kan de invloed verschillend zijn wanneer het sociale element al wordt ingevuld door klasgenoten. Mogelijk kan het al dan niet samenwerken met anderen een invloed hebben op hoe sterk de leerlingen zich aangetrokken voelen tot de avatar. Omdat we tijdens het onderzoek hier geen controle over hadden, kunnen we onze resultaten niet relateren aan het al dan niet samenwerken met anderen.

De beperkingen die we terugvinden in het onderzoek geven aanleiding tot mogelijk toekomstig onderzoek. Gezien de **grote invloed van ervaring van keuze** op de intrinsieke motivatie is er onderzoek wenselijk naar **hoe gamification deze ervaring kan vergroten**.

Daarnaast kan het interessant zijn om dieper in te gaan op het verband tussen **personalisatie** en intrinsieke motivatie, aangezien er in dit onderzoek geen rechtstreeks verbanden kon worden aangetoond. Zo kan gekeken worden naar **welke elementen van personalisatie belangrijk** zijn op tot identificatie te komen. Bijvoorbeeld door te kijken naar de rol van gender, haarkleur of huidkleur. Ook zou het verschil tussen discrete personalisatie en **meer vrije continue personalisatie** een invloed kunnen hebben.

Analoog is ook voor **exploratie** verder onderzoek aangewezen. Zo kan gekeken worden naar de invloed van **verschillende grafische stijlen** op de motivatie of naar het effect van verschillende **gradaties in vrijheid**. Zo kan door bijvoorbeeld de exploratie uit te breiden met meer paden en kruisingen of meer exploratie-opties, er een mogelijke invloed op de motivatie onderzocht worden.

Tot slot merkten we het belang van **digitaal tegenover analoog werken** op. Alle leerlingen hadden steeds de mogelijkheid om de oefeningen op papier uit te werken, alsook hun handboek te raadplegen voor extra informatie. Dit werd hen bij aanvang van het onderzoek expliciet meegedeeld. Uit observaties bleek echter dat in de praktijk de meeste leerlingen dit niet deden. Wanneer leerlingen aan een computer of laptop werkten, was er vaak weinig plek om een handboek of papier te gebruiken. Het kan daarom interessant zijn om te kijken hoe de **integratie van digitaal oefenen met het gebruik van papier** kan worden gestimuleerd. Dit door zowel de praktische beperkingen aan te pakken als de drempel om materialen boven te halen te verlagen.

Hoofdstuk 7

Conclusie

In dit onderdeel vatten we de bevindingen van het onderzoek samen. Hiervoor kijken we eerst naar de onderzoeksvragen en formuleren we vervolgens de bijdrage aan het mens-machine-interactie domein.

De SDT stelt dat autonomie een psychologische basisbehoefte is voor voldoening. Hierdoor hadden we het vermoeden dat de toevoeging van **vrijheid in exploratie** tijdens het maken van wiskunde-oefeningen in verband zou staan met de **intrinsieke motivatie voor wiskunde**. Dit verband vonden we **niet terug in de resultaten** van het onderzoek. Er is ook geen verband gevonden met de ervaring van keuze bij het maken van oefeningen.

We zagen wel dat er een **sterke correlatie** is tussen de **ervaring van keuze** bij het maken van oefeningen en de zelf-gerapporteerde intrinsieke **motivatie** om wiskunde-oefeningen te maken. Er is ook een sterke correlatie met het verschil in motivatie voor en na het gebruik van de app. Hier zien we de autonomie uit de SDT wel terugkomen. De ervaring van autonomie bij het maken van de oefeningen is wel degelijk belangrijk, maar het is niet zo dat meer keuze bij exploratie deze ervaring verhoogt.

In de resultaten van dit onderzoek werd **geen verband** gevonden tussen de **personalisatie** van een avatar en de zelf-gerapporteerde **intrinsieke motivatie** om wiskunde-oefeningen te maken. We hadden dit wel verwacht aangezien volgens de SDT verbondenheid een psychologische basisbehoefte is voor voldoening.

De resultaten van het onderzoek impliceren **wel** dat **uitgebreide personalisatie** van een avatar zorgt voor **hogere identificatie** met de avatar. Ook blijkt er een **sterke correlatie** te bestaan tussen de **identificatie** met de avatar en de zelf-gerapporteerde **intrinsieke motivatie** om wiskunde-oefeningen te maken en is er een sterke correlatie met het verschil in motivatie voor en na het gebruik van de app. De identificatie met de avatar is dus wel degelijk van belang voor de intrinsieke motivatie. Mogelijk is de implementatie van de personalisatie in dit onderzoek niet sterk genoeg om een significant effect op de motivatie te zien.

Zowel voor de exploratie en de personalisatie werd in dit onderzoek **geen direct verband** gevonden met de **prestaties** m.b.t het maken van wiskunde-oefeningen. De resultaten suggereren wel dat hoge identificatie met de avatar het aantal gokken

vermindert en er is lichte aanwijzing dat de uitgebreide exploratie ervoor zorgt dat leerlingen meer tijd besteden aan het maken van de oefeningen.

7.1 Bijdrage aan het mens-machine-interactie domein

De resultaten van dit onderzoek doen de volgende bijdragen aan het domein van mens-machine-interactie:

1. Aan de hand van de bestaande literatuur werd een manier beschreven om een **onderscheid** te maken tussen **gamification en educational games**. Hierbij wordt het onderscheid gemaakt op basis van het ontwikkelingsproces. Dit onderscheid laat een bredere opvatting van gamification toe waarbij ook uitwerkingen die visueel erg op een game lijken als gamification beschouwd kunnen worden.
2. In dit onderzoek identificeren we drie indicatoren die een sterke invloed hebben op de intrinsieke motivatie en prestaties:
 - **identificatie** met de avatar
 - persoonlijke **voorkeur** voor werken met een kaart of handboek
 - **ervaring van keuze** bij het maken van wiskunde-oefeningen
3. De verwachte rechtstreekse invloed van beperkte tegenover uitgebreide exploratie en personalisatie op de intrinsieke motivatie kan niet worden aangetoond. Er is wel een sterk vermoeden dat de aanwezigheid van zowel de exploratie als de avatar een effect heeft op de drie indicatoren en dus op de motivatie.

Bijlagen

Bijlage A

Vragenlijsten

Pre-study Vragenlijst	
Enjoyment of mathematics items	
Q1	Ik voel me gelukkiger in de wiskundeles dan in een andere les
Q2	Ik vind het meestal leuk om wiskunde-oefeningen te maken
(R) Q3	Als ik wiskunde-oefeningen maak doe ik dat niet omdat ze leuk zijn
(R) Q4	Als ik wiskunde-oefeningen maak doe ik dat niet omdat ze makkelijk zijn
Q5	Ik maak wiskunde-oefeningen uit persoonlijke interesse
Q6	Ik vind wiskunde interessant
Q7	Ik vind wiskunde uitdagend
(R) Q8	Ik vind wiskunde saai
(R) Q9	Ik vind wiskunde niet leuk
Affective mathematics self-concept items	
Q10	Ik ontdek graag nieuwe wiskundige concepten
Q11	Ik los graag nieuwe wiskundige problemen op
(R) Q12	Ik heb graag dat mijn leerkracht me een formule geeft waarmee ik oefeningen kan oplossen
(R) Q13	Ik heb niet graag dat mijn leerkracht me uitdagende oefeningen geeft

TABEL A.1: Pre-study Vragenlijst

Post-study Vragenlijst

Herneming Enjoyment

- Q1 Ik vond het leuk om de oefeningen in de applicatie te maken
- (R) Q2 Als ik de wiskunde-oefeningen maakte, deed ik dat niet omdat ze leuk waren
- (R) Q3 Als ik de wiskunde-oefeningen maakte, deed ik dat niet omdat ze makkelijk waren
- Q4 Ik maakte de oefeningen uit persoonlijke interesse

Nut van de applicatie

- Q5 Ik heb het gevoel dat ik goed heb geoefend
- (R) Q6 Ik heb het gevoel dat ik met een handboek meer oefeningen zou maken
- (R) Q7 Ik heb niet het gevoel dat ik met de kaart meer oefeningen zou maken
- Q8 Ik vond het nuttig om de oefeningen op de kaart te maken

Identificatie

- Q9 Mijn avatar is vergelijkbaar met mij
- Q10 Ik lijk fysiek op mijn avatar
- Q11 Ik herken mij in mijn avatar
- (R) Q12 Mijn avatar lijkt fysiek niet op mij
- Q13 Ik voel teleurstelling wanneer mijn avatar falen ervaart
- (R) Q14 Mijn avatar is geen weergave van mezelf
- Q15 Ik voel me blij als mijn avatar succes ervaart

Ervaring van keuze

- Q16 Ik geloof dat ik een keuze had bij het maken van de wiskunde-oefeningen
- (R) Q17 Het voelde niet alsof het mijn eigen keuze was om de wiskunde-oefeningen te maken
- (R) Q18 Ik had geen keuze over het maken van de wiskunde-oefeningen
- (R) Q19 Het voelde alsof ik de wiskunde-oefeningen moest maken

(R) Q20	Ik maakte de wiskunde-oefeningen omdat ik geen keuze had
(R) Q21	Ik maakte de wiskunde-oefeningen niet omdat ik dat wilde
(R) Q22	Ik maakte de wiskunde-oefeningen omdat ik moest
Voorkeur kaart	
Q23	Ik maakte de oefeningen om de kaart te ontdekken
(R) Q24	Ik vond de kaart niet interessant
(R) Q25	Ik vond de kaart saai
Q26	Ik vond de kaart leuk
Q27	Ik vond het fijn om de kaart te ontdekken
Q28	Ik vond het leuker om oefeningen te maken op de kaart dan uit een handboek
(R) Q29	Ik zou in de toekomst niet liever oefeningen maken op de kaart
(R) Q30	Ik zou in de toekomst liever oefeningen maken uit een handboek
Avatar opgemerkt	
Q31	Ik heb mijn avatar vaak gezien
(R) Q32	Ik heb niet gemerkt dat het gezicht van mijn avatar veranderde
Algemeen over app	
Q33	Er waren genoeg opties om mezelf in de avatar te herkennen
Q34	Ik heb bewust naar de tekeningen op de kaart gekeken

TABEL A.2: Post-study Vragenlijst

Bijlage B

Berichtgeving onderzoek

In dit deel van de appendix bestaat uit de documenten gebruikt bij de rekrutering van deelnemers. Het eerste document is de flyer die zowel fysiek als digitaal werd verspreid onder leerkrachten. Het tweede document is de informatiebrochure die werd bezorgd aan leerkrachten. Het derde document is een gelijkaardige informatiebrochure die werd bezorgd aan ouders. Vervolgens is er het document voor geïnformeerde toestemming dat leerlingen moesten lezen en ondertekenen voor eventuele deelname aan het onderzoek. Tot slot is er het document met informatie over beschermende maatregelen met betrekking tot COVID-19 dat eveneens aan de betrokken partijen werd bezorgd.

Mathe Carta

Ontdek de wereld van de wiskunde.
Stap voor stap.



Wat?

Onderzoek voor thesis
computerwetenschappen

*"Ontdekking gebruiken om
de intrinsieke motivatie voor
het maken van wiskunde
oefeningen te verhogen."*

Mathe Carta, een applicatie
waarin jongeren een
kaart ontdekken terwijl ze
wiskunde oefeningen maken.



Wie?

Klassen uit de 2^{de} of 3^{de} graad
ASO of TSO



Hoe?

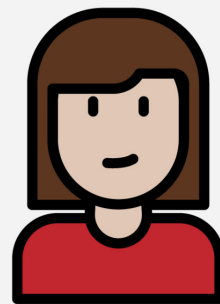
1 lesuur in januari of februari
digitaal of in de klas



Meer info?

barbara.ameloot@student.kuleuven.be
04 87 47 10 48
www.mathecarta.be

KU LEUVEN



Mijn naam is Barbara. Ik ben een masterstudent computerwetenschappen met een passie voor educatie.

Voor mijn thesis onderzoek ik hoe game-elementen jongeren kunnen aansporen om wiskunde leuker te vinden.

Motivatie is een zeer belangrijke factor die bepalend is voor de wiskunde prestaties van jongeren. Met de Mathe Carta applicatie onderzoek ik de impact van autonomie en identificatie op intrinsieke motivatie.

Elke leerling is uniek. Met dit onderzoek hoop ik bij te dragen aan de brede waaier van tools waarmee leerkrachten aan de slag kunnen gaan.

Ben jij een leerkracht en wil je me hierbij helpen? Laat me dan zeker iets weten!

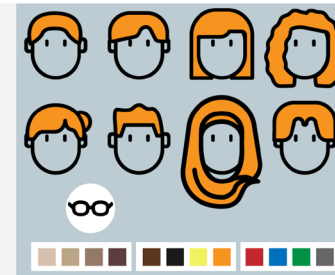
Mathe Carta

Ontdek de wereld van de wiskunde.
Stap voor stap.

Start

Stel eerst je avatar samen.

Mathe Carta



Deelbaarheid en de Euclidische deling

Bepaal $k \in \mathbb{R}$ zodat bij euclidische deling van
 $A(x) = 2x^3 - kx^2 + 4x - 3$ door $D(x) = x - 2$
de rest gelijk zou zijn aan 9.

- a) $k = -1$ c) $k = 2$
b) $k = 1$ d) $k = 3$

Controleer

Terug



Instemmingsverklaring leerkrachten

Ik ga als wiskundeleerkracht akkoord met onderstaande uitspraken:

1. Ik ben betrokken bij het wetenschappelijk onderzoek voor de masterproef van Barbara Ameloot, masterstudent burgerlijk ingenieur computerwetenschappen aan KU Leuven. Ik begrijp hoe het onderzoek verloopt na het lezen van de uitleg op (<https://www.mathecarta.be/verloop.html>)
2. Ik bied mijn leerlingen de kans om gebruik te maken van het online wiskunde-platform Mathe Carta tijdens een van mijn lessen wiskunde. Het gaat daarbij over een supplementaire oefeningen-les die aansluit bij mijn geziene leerstof.
3. Ik ben ervan op de hoogte dat leerlingen die Mathe Carta willen gebruiken vragenlijsten moeten invullen, wat 5-10 minuten kan duren. Vervolgens zal aan de leerlingen na 20-30 minuten gebruik te maken van Mathe Carta gevraagd worden om nog vragenlijsten in te vullen.
4. Ik begrijp dat leerlingen die Mathe Carta gebruiken meewerken aan het onderzoek van Barbara Ameloot. Daarom verplicht ik mijn leerlingen niet om deel te nemen en zet ik ze ook niet onder druk om dat te doen (bijvoorbeeld door hen te evalueren terwijl ze Mathe Carta gebruiken). Tijdens mijn les met Mathe Carta voorzie ik oefeningen op papier voor leerlingen die zich niet willen deelnemen of die daartoe geen toestemming krijgen van hun ouders.

Naam:

School:

Datum:

Handtekening voor akkoord:

THESISONDERZOEK WISKI

Beste ouder,

Ik ben een masterstudent computerwetenschappen aan KU Leuven en voor mijn masterproef bouwde ik een online wiskunde-platform Mathe Carta. De wiskunde leerkracht van uw zoon/dochter is bereid een van de gebruikelijke lesuren wiskunde op te vullen met oefeningen maken op Mathe Carta. Uw minderjarige zoon/dochter kan echter alleen gebruik maken van mijn platform als hij/zij vrijwillig deelneemt aan mijn onderzoek en daarvoor uw goedkeuring krijgt.

Gelieve de informatiebrochure te lezen en daarna te beslissen of u de toestemmingsverklaring ondertekend. U mag weigeren om uw toestemming te verlenen zonder daarvoor een reden op te geven. In dat geval zal de wiskundeleerkracht oefeningen op papier voorzien voor uw zoon/dochter tijdens het lesuur waarin met Mathe Carta wordt gewerkt. Als u de toestemmingsverklaring wel ondertekent, dan moet uw zoon/dochter dit document terugbezorgen aan zijn/haar wiskundeleerkracht.

Alvast bedankt voor uw tijd en medewerking!
Barbara Ameloot

INFORMATIEBROCHURE

U kunt hier lezen hoe het onderzoek verloopt. De tekst staat ook op <https://www.mathecarta.be/verloop.html>

Doel van het onderzoek

Binnen het onderzoeksdomein Mens-Machine Interactie wordt onderzocht of gamification (het toepassen van game-designelementen in niet-game contexten) gebruikers intrinsiek kan motiveren om bepaalde taken uit te voeren of hun gedrag aan te passen.

Er bestaat reeds veel onderzoek naar de impact van gamification op de motivatie van leerlingen. We zien echter dat de impact varieert tussen individuele leerlingen. Hierbij bestaan er steeds leerlingen die, bij game elementen die doorgaans een positieve impact hebben op motivatie, een negatieve impact ervaren.

Als we kijken naar de huidige digitale oefenprogramma's, zien we dat beloningssystemen en competitie veruit de meest toegepaste game elementen zijn. Hier bestaat ook veel onderzoek naar. Doordat de meeste digitale oefenprogramma's deze zelfde game elementen gebruiken, wordt steeds dezelfde groep leerlingen, zij die hier een negatieve impact door ervaren, benadeeld.

Om de grote variëteit aan leerlingen en leerstijlen te ondersteunen is het van belang om ook andere game elementen te onderzoeken. Volgens de SDT (Self-Determination Theory) spelen identificatie en autonomie een belangrijke rol bij het verhogen van intrinsieke motivatie voor een specifieke taak. In traditionele games herkennen we deze elementen in het gebruik van avatars en ontdekkingsvrijheid. Naar deze game elementen is echter binnen de educatieve context nog maar zeer weinig onderzoek gedaan

Dit onderzoek wil testen of het gebruik van deze game elementen de intrinsieke motivatie voor het maken van wiskunde oefeningen kan verhogen.

Hoe verloopt het onderzoek?

Wanneer je de website opent krijg je eerst enkele vragenlijsten die je moet invullen. Dit duurt ongeveer 5-10 min. Deze vragenlijsten bevragen wat jouw gevoel is bij wiskunde. Daarna kan je een avatar selecteren. Je kan zelf kiezen hoe de avatar eruit ziet, deze mag op jou lijken, maar dat hoeft niet. Daarna krijg je een kaart te zien. Door op de kaart te klikken kan je oefeningen maken. Alle digitale activiteiten omtrent het oplossen van oefeningen worden op de achtergrond bijgehouden en later door mij anoniem geanalyseerd. Aan het einde van het onderzoek moet je een vragenlijst invullen die peilt naar jouw ervaring op Mathe Carta. Deze vragenlijsten invullen, neemt ongeveer 10-15 min in beslag. Jouw antwoorden zijn heel belangrijk voor mijn onderzoek.

Wat gebeurt er met mijn gegevens?

Alle gegevens worden veilig bijgehouden en zijn alleen toegankelijk voor mij en mijn begeleiders. De anonieme resultaten van het onderzoek worden enkel gebruikt voor wetenschappelijke doeleinden: ze worden gepubliceerd in een openbare thesistekst. Na het onderzoek worden de gegevens anoniem opgeslagen op een beveiligde server van KU Leuven.

Ben ik verplicht om deel te nemen aan het onderzoek?

Nee, Je neemt volledig vrijwillig deel aan het onderzoek. Je kan op elk moment jouw deelname stopzetten zonder daarvoor een reden op te geven en zonder daarvan enig nadeel te ondervinden. Je krijgt een andere opdracht wanneer lessen met Mathe Carta zijn voorzien (bijvoorbeeld evenwaardige oefeningen op papier).

COVID-19 voorzorgsmaatregelen (Enkel in schoolverband)

Indien de maatregelen het toelaten, kan ik fysiek aanwezig zijn tijdens de studie om eventuele vragen te kunnen beantwoorden en een vlot verloop van de studie te vergemakkelijken. Natuurlijk worden alle voorzorgsmaatregelen van de school nageleefd tijdens het onderzoek.

Heb je nog vragen?

Je kan steeds contact opnemen met mij via barbara.ameloot@student.kuleuven.be.

Geïnformeerde toestemming (Leerling)

Titel van het onderzoek: Winning over the math haters: applying gamification to foster intrinsic motivation

Naam + contactgegevens onderzoekers:

Barbara Ameloot (barbara.ameloot@student.kuleuven.be),

Jeroen Ooge (jeroen.ooge@student.kuleuven.be),

Prof. Dr. Katrien Verbert (katrien.verbert@cs.kuleuven.be),

Prof. Dr. Vero Vanden Abeele (vero.vandenabeele@kuleuven.be)

Doel en methodologie van het onderzoek:

Om te kijken of de vrijheid om een kaart te ontdekken en de vrijheid tot personalisatie van een avatar leiden tot een grotere motivatie onder leerlingen, bouwde Barbara voor haar thesis de online wiskunde applicatie Mathe Carta. De website bevat oefeningen over onderwerpen geselecteerd door de leerkrachten. Met haar onderzoek wil Barbara te weten komen of leerlingen gemotiveerder worden om extra oefeningen te maken naargelang ze bepaalde varianten van het online platform gebruiken.

Duur van het experiment: 3 weken , 7/02/2022 – 30/2/2022

- Ik begrijp wat van mij verwacht wordt tijdens dit onderzoek.
- Ik weet dat ik zal deelnemen aan volgende proeven of testen:

Beantwoorden van vragenlijsten

Maken van oefeningen op een online leerplatform, Mathe Carta

- Ik weet dat er risico's of ongemakken kunnen verbonden zijn aan mijn deelname:

Niet van toepassing

- Ikzelf of anderen kunnen baat bij dit onderzoek hebben op volgende wijze:

Jij kan tijdens de studie gratis gebruikmaken van het oefeningenplatform Mathe Carta dat kwalitatieve oefeningen bevat die normaal te vinden zijn op een betalend alternatief, namelijk Polpo van Die Keure. Door oefeningen te maken op Mathe Carta kan jij op een leuke manier jouw wiskundige kennis versterken zonder schoolse prestatiedruk.

- Ik weet dat er een beloning of compensatie gekoppeld is aan mijn deelname aan het onderzoek:

Gebruik maken van oefeningen gegeven door uitgeverij Die Keure.

- Ik begrijp dat mijn deelname aan deze studie vrijwillig is. Ik heb het recht om mijn deelname op elk moment stop te zetten. Daarvoor hoef ik geen reden te geven en ik weet dat daaruit geen nadeel voor mij kan ontstaan.

Voor de verdere verwerking van de verzamelde gegevens geldt het algemeen belang als rechtsgrond volgens de AVG/GDPR. Stopzetting van deelname aan de studie houdt dus in dat de eerder verzamelde gegevens nog verder rechtsgeldig kunnen worden betrokken in de studie en niet moeten worden verwijderd door KU Leuven.

- De resultaten van dit onderzoek kunnen gebruikt worden voor wetenschappelijke doeleinden en mogen gepubliceerd worden. Mijn naam wordt daarbij niet gepubliceerd, anonimiteit en de vertrouwelijkheid van de gegevens is in elk stadium van het onderzoek gewaarborgd.
- Ik wil graag op de hoogte gehouden worden van de resultaten van dit onderzoek. De onderzoeker mag mij hiervoor contacteren op het volgende e-mailadres:

.....

- Voor vragen evenals voor de uitoefening van mijn rechten (inzage gegevens, correctie ervan,...) weet ik dat ik na mijn deelname terecht kan bij:

Barbara Ameloot: barbara.ameloot@student.kuleuven.be

- Meer informatie met betrekking tot privacy in onderzoek kan ik terugvinden op www.kuleuven.be/privacy. Verdere vragen over privacyaspecten kan ik richten tot de data protection officer: dpo@kuleuven.be
- Voor eventuele klachten of andere bezorgdheden omtrent ethische aspecten van deze studie kan ik contact opnemen met de Sociaal-Maatschappelijke Ethische Commissie van KU Leuven: smec@kuleuven.be
- Ik weet dat ik bij onderstaande terecht kan indien ik na het onderzoek ongemakken of moeilijkheden ervaar als gevolg van de thema's die in het onderzoek aan bod kwamen:

Barbara Ameloot: barbara.ameloot@student.kuleuven.be Of **De Wiskunde leerkracht**

Ik heb bovenstaande informatie gelezen en begrepen en heb antwoord gekregen op al mijn vragen betreffende deze studie. Ik stem toe om deel te nemen.

Belangrijk: als je 15 jaar of jonger bent, dan moeten je ouders dit document verplicht ondertekenen.

Datum:

Handtekening proefpersoon:

Handtekening onderzoeker:

Handtekening(en) ouder(s):

(verplicht voor leerlingen 15 jaar en jonger)

Beschermende maatregelen met betrekking tot COVID-19

Titel van de studie:

Winning over the math haters: applying gamification to foster intrinsic motivation

Opdrachtgever:

KU Leuven

Naam + contactgegevens promotor en onderzoeker(s):

Barbara Ameloot (barbara.ameloot@student.kuleuven.be),

Jeroen Ooge (jeroen.ooge@kuleuven.be),

Prof. Dr. Katrien Verbert (katrien.verbert@cs.kuleuven.be),

Prof. Dr. Vero Vanden Abeele (vero.vandenabeele@kuleuven.be)

Onderzoeksinstelling:

KU Leuven

Om verdere verspreiding van COVID-19 tegen te gaan en uw veiligheid tijdens het onderzoek te waarborgen, informeren we u over de volgende maatregelen. De onderzoekers zullen zich inspannen om deze steeds in de mate van het mogelijke te volgen. Met vragen hierover kan u contact opnemen met de onderzoekers. Ook tijdens het onderzoek kan u steeds terecht bij de onderzoekers met vragen of bezorgdheden met betrekking tot deze maatregelen. Indien u tijdens het onderzoek ongemak ervaart, staat het u ook steeds vrij om uw deelname aan het onderzoek te beëindigen.

Algemene richtlijnen

- In dit onderzoek zullen steeds alle maatregelen rond COVID-19 die opgelegd zijn door de nationale en regionale wetgeving worden opgevolgd.

Voorwaarden voor deelname aan het onderzoek

- Onderzoekers die in de twee weken voorafgaand aan het onderzoek mogelijke symptomen van COVID-19 ervaren (hoesten, koorts, reuk of smaakverlies, vermoeidheid) zullen afzien van hun actieve medewerking aan dit onderzoek. Ook indien een gezinslid dergelijke symptomen vertoont, zal de onderzoeker afzien van zijn/haar actieve medewerking aan dit onderzoek.
- Aan deelnemers die in de twee weken voorafgaand aan het onderzoek mogelijke symptomen van COVID-19 ervaren (hoesten, koorts, reuk of smaakverlies, vermoeidheid) zal worden gevraagd af te zien van hun medewerking aan dit onderzoek. Ook indien een gezinslid dergelijke symptomen vertoont, zal worden gevraagd om uw deelname af te zeggen of uit te stellen naar een later te bepalen tijdstip.
- Aan personen die deel uitmaken van een risicogroep met betrekking tot COVID-19 en die wensen deel te nemen aan dit onderzoek zal worden gevraagd om niet deel te nemen of om hun deelname uit te stellen tot een later te bepalen tijdstip.

Maatregelen voorafgaand aan het onderzoek

- De ruimte waarin het onderzoek plaatsvindt zal voorafgaand aan het onderzoek grondig verlucht worden.
- Delen van de infrastructuur die vaak aangeraakt worden, zoals deurklinken, tafels, stoelen en computers zullen voorafgaand aan het onderzoek ontsmet worden. Er zal in de mate van het mogelijke gebruik gemaakt worden van makkelijk afwasbare stoelen of banken.
- In het gebouw zal de weg naar de ruimte waar het onderzoek plaatsvindt duidelijk aangeduid worden op een manier die contact met personen die zich in een andere richting verplaatsen zo veel mogelijk vermijdt.
- Er wordt voldoende tijd voorzien tussen uw deelname en die van anderen zodat u niet met meer personen in contact komt dan strikt noodzakelijk en zodat de ruimtes tussen

verschillende [sessies/interviews/onderzoeken] voldoende verlucht kunnen worden. Om deze maatregelen te kunnen volgen vragen we u om stipt op het afgesproken tijdstip aanwezig te zijn.

Maatregelen tijdens het onderzoek

- We verzoeken zowel onderzoekers als deelnemers om steeds een afstand van minstens 1,5 meter te bewaren tot de andere betrokkenen.
- We verzoeken zowel onderzoekers als deelnemers om tijdens het onderzoek steeds een mondmasker dragen. We vragen aan u, als deelnemer, om al voor aankomst uw eigen mondmasker aan te doen en dit gedurende de volledige duur van het onderzoek aan te houden.
- Gedurende het onderzoek zullen de deur en/of het raam steeds openstaan om de ruimte ook tijdens het onderzoek continu te verluchten.
- Aan alle betrokkenen, zowel u, andere deelnemers, als de onderzoekers zal gevraagd worden om voor, na en desgevallend tijdens het onderzoek de handen te wassen.
- Plexiglasschermen zullen geplaatst worden tussen u en andere deelnemers of tussen u en de onderzoeker indien het niet mogelijk is om gedurende een langere tijd de afstand van 1,5 meter te bewaren.
- Alcoholgel of -spray zal voorzien worden zodat alle betrokkenen hun handen kunnen ontsmetten voor, tijdens en na het onderzoek.
- Er zal geen eten of drank aangeboden worden voor, tijdens of na het onderzoek. Indien gewenst kan u zelf een flesje water meenemen.

Bibliografie

- [1] Agentschap voor Hoger Onderwijs, Volwassenenonderwijs, Kwalificaties en Studietoelagen. Afdeling Kwalificaties en Curriculum (2015). Peiling wiskunde in de derde graad aso, kso en tso.
- [2] Araya, R., Arias Ortiz, E., Bottan, N. L., and Cristia, J. P. (2019). Does gamification in education work?: Experimental evidence from chile.
- [Azgaar] Azgaar. Azgaar’s fantasy map generator. <https://azgaar.github.io/Fantasy-Map-Generator>.
- [4] Blohm, I. and Leimeister, J. M. (2013). Gamification. *Business & Information Systems Engineering*, 5(4):275–278.
- [5] Chapman, J. and Rich, P. (2017). Identifying motivational styles in educational gamification. *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences (2017)*.
- [6] Chapman, J. R. and Rich, P. J. (2018). Does educational gamification improve students motivation? if so, which game elements work best? *Journal of Education for Business*, 93(7):315322.
- [7] Cohen, J. (2001). Defining identification: A theoretical look at the identification of audiences with media characters. *Mass Communication and Society*, 4(3):245–264.
- [Creative Commons] Creative Commons. <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>.
- [9] Deci, E. L. and Ryan, R. M. (1985). The general causality orientations scale: Self-determination in personality. *Journal of research in personality*, 19(2):109–134.
- [10] Hammoudi, M. M. (2020). Measurement of students mathematics motivation and self-concept at institutions of higher education: evidence of reliability and validity. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(1):63–86.
- [11] Hefner, D., Klimmt, C., and Vorderer, P. (2007). Identification with the player character as determinant of video game enjoyment. In Ma, L., Rauterberg, M., and Nakatsu, R., editors, *Entertainment Computing – ICEC 2007*, pages 39–48, Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg.

- [12] Hunicke, R., Leblanc, M., and Zubek, R. (2004). Mda: A formal approach to game design and game research. *AAAI Workshop - Technical Report*, 1.
- [ic2icon] ic2icon. The noun project. <https://thenounproject.com/browse/collection-icon/avatars-124953/?p=1>.
- [14] Kato, S. (2021). Practicing the right math: Enhancing trust in an e-learning platform using an explainable recommender system.
- [15] Li, D., Liao, A., and Khoo, A. (2012). Playeravatar identification in video gaming: Concept and measurement. *Computers in Human Behavior*, 29.
- [16] Looy, J. V., Courtois, C., Vocht, M. D., and Marez, L. D. (2012). Player identification in online games: Validation of a scale for measuring identification in mmogs. *Media Psychology*, 15(2):197–221.
- [17] Lopez, C. E. and Tucker, C. S. (2019). The effects of player type on performance: A gamification case study. *Computers in human behavior*, 91:333–345.
- [18] Marczewski, A. (2015). *User Types HEXAD*, pages 65–80.
- [19] Oudeyer, P.-Y., Gottlieb, J., and Lopes, M. (2016). Intrinsic motivation, curiosity, and learning. pages 257–284.
- [20] Post, L., Kester, L., Admiraal, W., Lockhorst, D., and Bulder, E. (2020). *Gamification in Digitale Oefenprogramma's. Overzichtstudie. Eindrapportage*.
- [21] Ryan, R. and Deci, E. (2002). An overview of self-determination theory: An organismic dialectical perspective. *Handbook of Self Determination Research*, pages 3–36.
- [22] Ryan, R. M. and Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25:54–67.
- [23] Seaborn, K. (2021). Removing gamification: A research agenda.
- [24] Thiebes, S., Lins, S., and Basten, D. (2014). Gamifying information systems a synthesis of gamification mechanics and dynamics. *ECIS 2014 Proceedings - 22nd European Conference on Information Systems*.
- [25] Tondello, G., Wehbe, R., Diamond, L., Busch, M., Marczewski, A., and Nacke, L. (2016). The gamification user types hexad scale.
- [26] van Roy, R. and Zaman, B. (2018). Need-supporting gamification in education: An assessment of motivational effects over time. *Computers & Education*, 127:283–297.
- [27] Verstraeten, M. (2021). Winning over math haters: Applying tailored gamification to foster intrinsic motivation.

- [28] Walliman, D. (2016). Map of mathematics poster.
- [29] Weitze, C. (2016). Designing for learning and play - the smiley model as framework. *Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD & A, special issue: Player and Learner eXperience, 2016*, 29.