

A photograph of blue curtains with tassels and a chandelier hook, partially covering the top and left side of the page. The curtains are a deep blue color and have a textured, slightly wrinkled appearance. A brass-colored chandelier hook is visible in the top right corner. The tassels are made of a lighter blue or white material and are attached to the bottom of the curtains.

# Een wiskundig drama

**Robbe Calcoen**

**2021 – 2022**

**Educatieve bachelor voor  
secundair onderwijs**

**Thomas More Mechelen**

**Promotor: Conny Van den Brande**



## Woord vooraf

Chinees filosoof Kuang zei in de loop van de derde eeuw voor Christus: "Vertel het me en ik vergeet het; leer het me en ik herinner me het misschien, betrek me erbij en ik leer" (O'Toole, 2019). Dat betrekken van leerlingen in het leerproces ligt me nauw aan het hart. Het is dan ook één van de drijfveren om drama met wiskunde te combineren.

Bij deze wil ik graag mijn promotor en andere begeleiders bedanken voor de fijne samenwerking tijdens dit proces. Tevens wil ik de respondenten uit Wenen bedanken voor de bijkomende informatie die zij mij bezorgd hebben.

## Samenvatting

Wiskunde wordt door leerlingen als een solitaire bezigheid gezien (Samaey, 2019). Het wordt als saai en moeilijk voorgesteld in de maatschappij (Hoogervorst, 2019). Om deze misvattingen weg te werken, zou drama ingezet kunnen worden binnen de wiskundeles. Het doel van dit onderzoek is om te achterhalen of dit mogelijk is en of dit het gewenste effect heeft. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: Heeft de implementatie van drama in de wiskundeles een impact op het gevoel van minder wiskundig gerichte leerlingen uit de tweede graad voor het vak wiskunde?

Om een antwoord te formuleren op de onderzoeksvraag is een model voor drama-wiskundelessen ontwikkeld op basis van wat goed wiskunde- en dramaonderwijs is. Vervolgens werd een drama-wiskundeworkshop gecreëerd voor elf leerlingen uit het derde jaar sportwetenschappen. Voor en na de workshop vulden ze een enquête in over hun gevoel ten opzichte van het vak wiskunde. De verschillen tussen de twee momenten werden geanalyseerd. Tot slot werd ook een hulpmiddel voor leerkrachten ontwikkeld om eigen drama-wiskundelessen te maken.

Uit de antwoorden op de enquêtes bleek dat leerlingen een hoger welbevinden en meer betrokkenheid bereikten tijdens de drama-wiskundeles. Het gevoel van leerlingen ten opzichte van het vak wiskunde veranderde niet significant na één dramaworkshop.

Op basis hiervan wordt aanbevolen om drama systematisch toe te passen binnen wiskundelessen aan de hand van het online hulpmiddel. Hier moet dan gekeken worden wat het effect van drama is op het gevoel van leerlingen op lange termijn. Eventueel vervolgonderzoek zou zich kunnen richten op andere initiatieven om het negatieve gedachtepatroon dat leerlingen bij wiskunde hebben weg te werken.

# Inhoudsopgave

Woord vooraf .....	3
Samenvatting.....	4
Inhoudsopgave.....	5
Inleiding .....	7
1. Literatuuronderzoek .....	8
1.1 Wiskunde in de tweede graad .....	8
1.1.1 Inhouden wiskunde .....	9
1.1.1.1 Getallenleer.....	10
1.1.1.2 Relaties en verandering.....	10
1.1.1.3 Meetkunde.....	10
1.1.1.4 Data en onzekerheid .....	11
1.1.1.5 Abstractie.....	11
1.1.1.6 Problem solving.....	11
1.1.2 Moeilijkheden in wiskunde .....	11
1.1.2.1 Dalende PISA-resultaten voor wiskunde .....	12
1.1.2.2 Wiskundige geletterdheid in Vlaanderen.....	12
1.1.2.3 Mogelijke oorzaken voor de moeilijkheden in wiskunde.....	13
1.1.3 Kenmerken van goed wiskundeonderwijs .....	14
1.1.3.1 Wiskunde als verhaal .....	14
1.1.3.2 Wiskunde uit de wereld .....	14
1.1.3.3 Modellen voor wiskundeonderwijs .....	15
1.2 Drama .....	17
1.2.1 Drama op school .....	17
1.2.2 Leereffecten van drama.....	18
1.2.3 Drama in een les .....	19
1.2.3.1 Didactiek voor dramaonderwijs.....	19
1.2.3.2 Werkvormen voor dramaonderwijs .....	21
1.3 Drama in het wiskundeonderwijs .....	22
1.3.1 Gelijkenissen .....	22
1.3.2 Wat al bestaat .....	23
1.4 Conclusie.....	24
2. Methodologie .....	25
2.1 Doelgroep .....	25
2.2 Instrumenten .....	25

2.3	Werkwijze .....	26
3.	Beschrijving van de toepassing .....	28
3.1	Het model .....	28
3.2	De workshop .....	29
3.3	De resultaten.....	34
3.3.1	Resultaten van de voormeting.....	34
3.3.2	Resultaten van de nameting .....	34
3.3.3	Feedback door de leerkracht .....	35
3.3.4	Toetsing van de leerstof .....	35
3.4	Een eigen drama-wiskundeles.....	36
4.	Besluit.....	38
5.	Reflectie.....	39
	Literatuurlijst.....	40
	Overzicht van de bijlagen .....	44

#### Lijst met figuren

Figuur 1. 1:	De kaart van de wiskunde .....	8
Figuur 1. 2:	Oppervlakte van een driehoek .....	14
Figuur 1. 3:	The strands of mathematical proficiency .....	15
Figuur 1. 4:	Cirkelmodel. ....	20
Figuur 1. 5:	Meervoudige intelligenties Gardner .....	22
Figuur 2. 1:	Oefening gelijkvormigheidskenmerken .....	26
Figuur 3. 1:	Grafiek 'ik kom graag naar de wiskundeles' .....	34
Figuur 3. 2:	Analyse oefening .....	35
Figuur 3. 3:	Website een wiskundig drama .....	36
Figuur 3. 4:	Waarschuwing Word-bestand.....	37

#### Lijst met tabellen

Tabel 1. 1:	Leerplannen wiskunde voor de tweede graad doorstroomfinaliteit.....	9
Tabel 2. 1:	Enquête voormeting .....	25
Tabel 2. 2:	Enquête nameting .....	26

## Inleiding

"Nederlands en wiskunde? Dat is een eigenaardige combinatie." Het is een reactie die ik steeds krijg, wanneer ik vertel voor welke vakkencombinatie ik gekozen heb binnen de educatieve bachelor. Voor mezelf is dat echter niet zo een vreemde combinatie. Beide hebben me altijd geïnteresseerd.

Het lesgeven zelf en het spreken voor een groep zat ook altijd al in me. Zo heb ik vroeger dictie en theater gevolgd en heb ik als veertienjarige enkele luister-cd's ingesproken voor een leerboek Nederlands van de lagere school.

In 2021 nam ik deel aan een online internationale week in Wenen over '*drama in education*'. Een week waarin ons werd getoond hoe we drama konden implementeren in de lessen. De week was voornamelijk gericht op de studenten die voor leerkracht lager onderwijs kozen. Het was echter vrij snel duidelijk hoe ik deze technieken zou kunnen gebruiken tijdens een les Nederlands. Of en hoe dit in een wiskundeles kon aangebracht worden, prikkelde me. Hiermee konden ze me niet meteen helpen.

Ik wist zeker dat ik ermee aan de slag zou gaan toen mijn docente wiskunde, mevrouw Conny Van den Brande, me vertelde dat een student ooit een theatervoorstelling had gemaakt over wiskunde. Het was dus mogelijk om de twee schijnbaar zo uit elkaar liggende werelden samen te brengen. Dat moet wel kunnen, want zo zit ik zelf ook in elkaar.

Uiteraard is het fijn om twee zaken die je graag doet te combineren, maar heeft het ook nut? Heeft de implementatie van drama in de wiskundeles een impact op het gevoel van minder wiskundig gerichte leerlingen uit de tweede graad voor het vak wiskunde?

Om dit te weten te komen moeten we enkele onderliggende vragen beantwoorden. Welk gevoel hebben leerlingen uit de tweede graad bij het vak wiskunde? En met welke problemen kampen deze leerlingen uit de tweede graad bij het vak wiskunde?

Daarnaast is het ook belangrijk te onderzoeken wat drama is? Welke impact heeft drama in een schoolse context? En tot slot hoe kunnen we drama implementeren in de wiskundeles? Aan het einde van deze bachelorproef hoop ik een antwoord gevonden te hebben op al deze vragen.

# 1. Literatuuronderzoek

Grondig literatuuronderzoek is noodzakelijk voordat het effect van drama binnen de wiskundeles kan nagegaan worden. Eerst komen wiskunde in de tweede graad (zie 1.1) en drama (zie 1.2) afzonderlijk aan bod. Om de twee te combineren, dienen de concepten zelf duidelijk te zijn en afgebakend te worden.

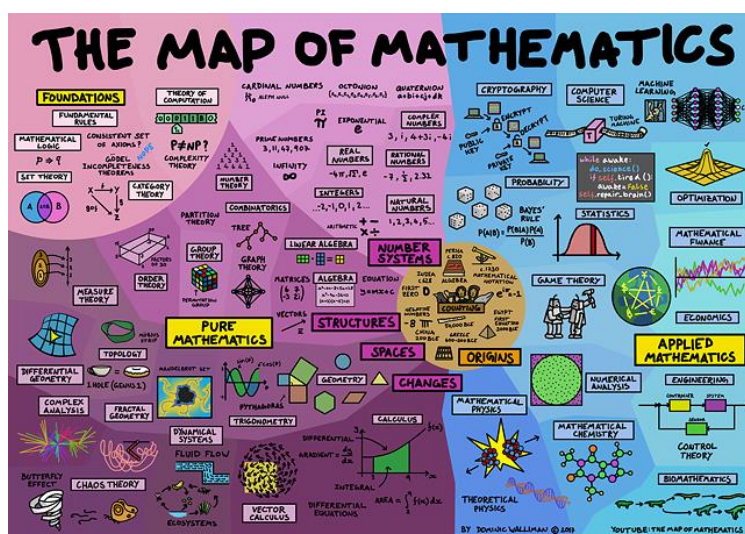
De inhouden die leerlingen aangeboden krijgen (zie 1.1.1) en de problemen die leerlingen daarmee ervaren (zie 1.1.2) worden verduidelijkt. Enkele modellen voor goed wiskundeonderwijs (zie 1.1.3) worden ook uiteengezet in het eerste hoofdstuk. In het tweede hoofdstuk van de literatuurstudie komt aan bod wat drama is, welke rol het speelt in het onderwijs (zie 1.2.1), welke leereffecten het kan hebben (zie 1.2.2) en hoe het in lessen geïntegreerd kan worden (zie 1.2.3).

Aan de hand van die informatie wordt de link tussen de twee vakgebieden belicht (zie 1.3). De gelijkenissen worden besproken (zie 1.3.1). Tevens worden de reeds bestaande initiatieven om drama en wiskunde te verbinden in dit laatste hoofdstuk behandeld (zie 1.3.2).

## 1.1 Wiskunde in de tweede graad

In 1586 verving de Vlaamse Simon Stevin het woord mathematica door wiskunst, wat later wiskunde werd. Het bestaat uit het bijvoeglijk naamwoord 'wis', dat 'zeker' of 'stellig' betekent, en het zelfstandig naamwoord 'kunst'. Kunst of kunde geeft aan dat het om een wetenschap, een vaardigheid of kennis gaat. Wiskunde is de wetenschap die zeker is. Het omvat de kennis die bewezen kan worden door berekeningen (Schoonheim, 2020).

Uit deze definitie vloeit voort dat wiskunde enorm breed is. Dat blijkt ook uit Figuur 1.1 (Domain of Science, 2017). In het onderwijs worden een aantal onderwerpen belicht. Voor kinderen uit de lagere school is wiskunde enkel het uitvoeren van eenvoudige berekeningen en de kennis over enkele meetkundige figuren. In het middelbaar onderwijs wordt deze nauwe invulling van wiskunde verbreed. Het leerstofaanbod blijft echter nog steeds voornamelijk aan de zijde van de zuivere wiskunde.



Figuur 1. 1: De kaart van de wiskunde (Domain of Science, 2017)



Dit hoofdstuk gaat in op de leerinhouden waarmee leerlingen te maken krijgen in de tweede graad van het secundair onderwijs in het vak wiskunde. De focus ligt hierbij op de finaliteit doorstroom en de nieuwe eindtermen die sinds september 2021 van tel zijn in het eerste leerjaar van de tweede graad.

Daarnaast worden de moeilijkheden voor leerlingen in het vak wiskunde aangestipt en wordt besproken wat de kenmerken van goed wiskundeonderwijs zijn.

### 1.1.1 Inhouden wiskunde

De Vlaamse Vereniging WiskundeLeraars vat de nieuwe eindtermen voor de tweede graad samen in zes componenten die de Vlaamse Overheid vastlegde in de eindtermen (Van Twembeke, 2021). Zij onderscheiden **getallenleer**, **relaties en verandering**, **meetkunde**, **data en onzekerheid**, **abstractie** en **problem solving**. In de eindtermen zijn deze categorieën ook terug te vinden onder de eindtermen inzake wiskunde, natuurwetenschappen, technologie en STEM. Eindtermen 6.1 tot 6.22 omvatten de doelstellingen voor het vak wiskunde (Vlaamse Overheid, 2021).

De eindtermen die elke leerling moet behalen, vertalen de onderwijskoepels in leerplannen voor de verschillende richtingen. Voor de tweede graad doorstroomfinaliteit heeft het Katholiek Onderwijs Vlaanderen vijf verschillende leerplannen wiskunde ontwikkeld. Een basisleerplan (B) met doelen die elke leerling moet behalen. Daarnaast ontwierp het KOV een leerplan met cesuurdoelen (C). Deze cesuurdoelen zijn afsplitsingen van de specifieke eindtermen van de derde graad. Ze bereiden leerlingen enerzijds voor op de derde graad. Anderzijds kunnen deze doelen een aanwijzing zijn om leerlingen het advies te geven te heroriënteren in deze derde graad. Het leerplan verdiepte basis (VB) is een tussenvorm van de twee eerdergenoemde leerplannen. Tot slot kregen de studierichtingen architecturale en beeldende vorming en beeldende en audiovisuele vorming aparte leerplannen. Zij moeten een ander type cesuurdoelstellingen behalen en zijn respectievelijk gebaseerd op het leerplan verdiepte basis (VB+C') en het basisleerplan (B+C'). Afhankelijk van de studierichting moet dus met een ander leerplan gewerkt worden. In tabel 1.1 staat dit overzichtelijk weergegeven (KOV, 2021a).

Tabel 1. 1: Leerplannen wiskunde voor de tweede graad doorstroomfinaliteit (KOV, 2021a)

<b>Leerplan B</b> Dans Humane wetenschappen Maatschappij- en welzijnswetenschappen Muziek Woordkunst-drama	<b>Leerplan VB</b> Bedrijfswetenschappen Biotechnische wetenschappen Bouwwetenschappen Freinetpedagogie Moderne talen Sportwetenschappen Topsport-Economie Topsport-Natuurwetenschappen Yeshiva	<b>Leerplan C</b> Economische wetenschappen Grieks-Latijn Latijn Natuurwetenschappen Technologische wetenschappen
<b>Leerplan B+C'</b> Beeldende en audiovisuele vorming	<b>Leerplan VB+C'</b> Architecturale en beeldende vorming	

In de leerplannen wiskunde van het KOV staan de componenten **getallenleer**, **meetkunde**, **data en onzekerheid** en **problemen oplossen** centraal. De component relatie en verandering staat in dit leerplan onder de titel **algebra en functieleer**, abstractie onder **discrete wiskunde en logica** en onder **wiskundig redeneren, argumenteren en communiceren**. De component computationeel denken

die ook in het leerplan is terug te vinden, sluit aan bij de sleutelcompetentie 'digitale competenties'. Het gaat om het ontwerpen van algoritmes om problemen digitaal op te lossen. Welke inhouden onder elke component vallen, wordt in wat volgt beschreven (KOV, 2021a).

#### 1.1.1.1 Getallenleer

"De leerlingen rekenen met reële getallen." (Vlaamse overheid, 2021)

De leerlingen bekijken getallen met eindig en oneindig doorlopende decimale vorm met of zonder repeterend deel. Ze leren deze reële getallen ordenen op een getallenas. De derdemachtswortel doet ook zijn intrede in de tweede graad. De leerlingen moeten alle hoofdbewerkingen kunnen toepassen op de reële getallen. Een belangrijke toevoeging is dat dit alles zowel met als zonder context moet worden gerealiseerd.

Het rekenen met complexe getallen is in de tweede graad enkel weggelegd voor leerlingen die de cesuurdoelen opnemen (Van Twembeke, 2021).

#### 1.1.1.2 Relaties en verandering

Dit is een component waar sterk op gefocust wordt in de tweede graad. Zo leren leerlingen om formules om te vormen. Ze komen te weten hoe ze eerstegraadsvergelijkingen, -ongelijkheden en tweedegraadsvergelijkingen met één onbekende algebraïsch en grafisch kunnen oplossen. Het algebraïsch oplossen van tweedegraadsongelijkheden behoort tot de cesuurdoelen. Alle leerlingen leren ook eerstegraadsvergelijkingen met twee onbekenden oplossen aan de hand van een stelsel. Telproblemen gaan ze in de tweede graad oplossen met behulp van boom- en venndiagrammen. Een compleet nieuw onderdeel doet hier ook zijn intrede in de leerplannen: de grafen. Dit wordt ook wel de wiskunde van de toekomst genoemd (Van Twembeke, 2021).

#### 1.1.1.3 Meetkunde

Onder de component meetkunde vallen in de tweede graad de stelling van Thales, de stelling van Pythagoras en het gebruik van goniometrische getallen (sinus, cosinus en tangens) in een rechthoekige driehoek. De gelijkvormigheidsskenmerken van een driehoek en homothetieën schuiven sinds de vernieuwing van het leerplan ook naar de tweede graad.

Verder krijgen vectoren een belangrijke rol in het leerplan. Leerlingen leren hoofdbewerkingen uitvoeren op vectoren (som, verschil en scalair product). Deze moeten ook in context aangeboden worden (KOV, 2021a).

Merkwaardige lijnen in een driehoek en van de omschreven cirkel van een driehoek worden behandeld. Leerlingen onderzoeken de onderlinge ligging van vlakken en rechten. Leerlingen die de cesuurdoelen moeten behalen, maken ook kennis met de goniometrische getallen van georiënteerde hoeken, enkele belangrijke goniometrische formules en de sinus- en cosinusregel (Van Twembeke, 2021).

In de tweede graad wordt tevens de basis gelegd voor de analytische meetkunde. Opstellen van cartesische vergelijkingen van rechten en de afstand berekenen tussen een punt en een rechte komen

hier bijvoorbeeld aan bod (KOV, 2021a). Het gebruik van parametrische en vectoriële vergelijkingen hiervoor behoort opnieuw tot de cesuurdoelen (Van Twembeke, 2021).

#### 1.1.1.4 Data en onzekerheid

In deze component wordt de basis gelegd voor eenvoudige statistiek. Met een spreidingsdiagram onderzoeken leerlingen het verband tussen twee grootheden. Een belangrijk onderdeel hier is dat leerlingen kritisch leren kijken naar grafieken en cijfers die ze te zien krijgen in het dagelijkse leven (Vlaamse Overheid, 2021).

#### 1.1.1.5 Abstractie

Logica doet zijn intrede in het wiskundeonderwijs. Hierbij wordt verder gebouwd op wat de leerlingen in de eerste graad geleerd hebben. De leerlingen gaan waarheidstabellen opstellen en interpreteren (Vlaamse Overheid, 2021).

Een andere vorm van abstractie in de wiskunde is het maken van een bewijs of het beargumenteren van wiskundige redeneringen. De leerkracht mag zelf beslissen welke bewijzen hij met de leerlingen behandelt. Het is echter niet voldoende dat leerlingen bewijzen van buiten kunnen leren. Ze moeten ze zelf kunnen beredeneren. Om dit te bekomen, kan de leerkracht de opgave in de evaluatiefase licht veranderen (bijvoorbeeld letters aanpassen) (Van Twembeke, 2021).

#### 1.1.1.6 Problem solving

Dit is een overkoepelende eindterm voor het vak wiskunde. Leerlingen moeten wiskundige problemen kunnen aanpakken door te mathematiseren, demathematiseren en door gebruik te maken van heuristieken (Vlaamse Overheid, 2021).

### 1.1.2 Moeilijkheden in wiskunde

Aangezien de nieuwe eindtermen dit jaar ingevoerd werden in het eerste jaar van de tweede graad is nog geen informatie beschikbaar over de moeilijkheden waarop leerlingen botsen bij de nieuwe doelen voor het vak wiskunde. De problemen en moeilijkheden bij het oude curriculum vormen het begin van deze paragraaf. Het valt immers nog af te wachten of deze problemen verdwijnen en welke nieuwe problemen ontstaan door de modernisering.

Het feit dat sommige leerlingen moeite hebben met wiskunde is ontegensprekelijk. Dat blijkt uit de PISA-resultaten van 2018 en een onderzoek van de KU Leuven in opdracht van de Vlaamse Overheid in 2011.

### 1.1.2.1 Dalende PISA-resultaten voor wiskunde

PISA staat voor 'Programme for International Student Assessment'. Het betreft een driejaarlijks vergelijkend onderzoek dat de leesvaardigheid, wiskundige en wetenschappelijke geletterdheid van 15-jarigen in verschillende landen test. De laatste resultaten zijn van 2018. Elke cyclus wordt één hoofddomein in de kijker gezet en uitgebreider getest. In 2022, omdat het onderzoek door de pandemie moest worden uitgesteld, zal dit domein wiskunde zijn (Erau, 2021).

In 2019 ontstond grote ophef door de mindere PISA-resultaten voor wiskunde. Vijftien jaar geleden behoorde Vlaanderen tot de wereldtop voor wiskunde. Nu staat Vlaanderen op een tiende plaats. Wat echter wel opvalt is dat slechts half zo veel leerlingen excelleren in wiskunde dan in 2003, 18,8% in 2018 versus 34,4%. Ook het aantal leerlingen dat tot de laagpresteerders behoort, is gestegen. Zo behaalt 17,3% van de Vlaamse jongeren het referentieniveau niet. Dit is evenveel als in 2003. Een andere bevinding is dat geslachtsverschillen enorm meespelen. Op elk niveau voor wiskundige geletterdheid scoren jongens beter dan meisjes. In maar vijf landen is dat verschil groter dan in Vlaanderen (De Winne, 2019).

Enkele jaren geleden ontstonden grofweg twee kampen. Zij die vinden dat ingezet moet worden op excelleren, de anderen die willen inzetten op gelijke kansen. Voormalig minister voor onderwijs, Hilde Crevits, kwam met een beleid dat op beide wilde inzetten. Zoals hierboven vermeld was het gevolg dat zwakkere leerlingen het niet beter doen en een pak minder leerlingen excelleren.

Vanlommel (2019) wijt dit ten eerste aan het feit dat steeds meer leerlingen wiskunde krijgen van leerkrachten die geen wiskunde hebben gestudeerd. Dat is nefast, want onderzoek toont aan dat een leerkracht veel bepalender is voor leerresultaten dan het onderwijssysteem. Een tweede verklaring is volgens Vanlommel dat steeds minder uren wiskunde gegeven worden. Het is voor haar geen verrassing dat het niveau achteruitgaat, wanneer minder uren gegeven worden. Een derde mogelijke verklaring voor de dalende prestaties is een probleem aan de basis. Leerlingen kunnen slecht vermenigvuldigen als ze uit de basisschool komen omdat het oefenen ervan niet meer hoeft zoals vroeger. Het hangt dus af van de inspanning van de juf of meester. Deze achterstand kan moeilijk worden rechtgezet. Wanneer een leerling de taal van de wiskunde niet spreekt, zal hij ook niet met die taal kunnen werken.

### 1.1.2.2 Wiskundige geletterdheid in Vlaanderen

3873 leerlingen uit 171 Vlaamse secundaire scholen namen in 2011 deel aan het onderzoek naar wiskundige geletterdheid (Deprez et al., 2012). Opmerkelijk was dat de meeste leerlingen zeiden dat wiskunde niet één van hun beste vakken was. 30% van de geteste leerlingen gaf aan echt moeite te hebben met wiskunde.

Ook de motivatie voor wiskunde is niet optimaal. De meeste leerlingen zeggen dat ze wiskundehuiswerk maken en naar de leerkracht wiskunde luisteren omdat ze hier zelf voor kiezen of omdat dit van hen verwacht wordt. Beduidend minder leerlingen geven aan dit te doen omdat ze het leuk vinden. De houding die leerlingen aannemen ten opzichte van wiskunde is nauw verbonden met de prestaties van die leerlingen.

Daarnaast heeft ook de klassfeer een effect op de resultaten. Klassen die meer samenhangen presteren beter op deze test. Net zoals bij de PISA-resultaten werd duidelijk dat jongens gemiddeld hogere scores dan meisjes.

Het meest opvallende cijfer in de resultaten zelf was dat maar 42% van de leerlingen de eindtermen voor functies van de eerste en tweede graad behalen. Dit is dus voor de meeste leerlingen een struikelblok. Leerlingen uit de richting humane wetenschappen staan duidelijk minder positief tegenover wiskunde en hebben minder zelfvertrouwen voor het vak. Slechts één derde beheerst de eindtermen (KU Leuven, 2012).

### 1.1.2.3 Mogelijke oorzaken voor de moeilijkheden in wiskunde

Woo, ondertussen leraar wiskunde in Australië, had hetzelfde gevoel als veel leerlingen. Hij deed wiskunde, omdat dit moest. Het was voor hem een vak waarin hij formules vanbuiten moest leren om abstracte problemen, die niet 'echt' zijn, op te lossen. Na zijn middelbare schoolcarrière besloot hij voor leerkracht Engels en geschiedenis te studeren, maar door het grote tekort aan wiskundeleraren koos hij toch voor die discipline.

Aan de universiteit leerde hij voor zichzelf dat wiskunde enorm praktisch is en eigenlijk een andere manier is om de wereld te zien. Hij stelt zelfs dat wiskunde een zintuig is, dat verfijnd kan worden met behulp van oefening, om een realiteit waar te nemen die anders ondoordringbaar is. Net zoals dat bepaalde mensen een bril dragen omdat hun zicht minder goed is, zal bij andere mensen het '*wiskundezintuig*' minder ontwikkeld zijn. Dit impliceert ook dat niemand kan zeggen: "Wiskunde is niets voor mij." Zo zegt ook niemand dat zien of horen niets voor hen is (Woo, 2018).

Schanzer (2016) hield een TED talk over de reden waarom algebra en wiskunde in het algemeen zo moeilijk zijn. Hij wijt dit aan de abstractheid van wiskunde en hoe hiermee wordt omgegaan. In de lagere school staat wiskunde gelijk aan opgaven zoals: ' $4+2= \dots$ '. De leerlingen denken hierover na (tellen eventueel op hun vingers) en geven een antwoord. Het is een proces dat ze doorlopen. In het middelbaar en voornamelijk in de tweede graad krijgen leerlingen opgaven als:  $f(x) = x + 2$ . Dit lijkt voor leerlingen geen vraag. Wiskunde lijkt veranderd te zijn voor de leerlingen.

"Arithmetic is to math as spelling is to journalism." (Schanzer, 2016)

Wiskunde is abstract, cumulatief en wordt niet motiverend of inspirerend gepresenteerd. Deze redenen haalt Hoogervorst (2019) aan om te verklaren waarom leerlingen wiskunde zo moeilijk vinden. Wiskunde is niet meteen iets tastbaars. Hierdoor is het voor leerlingen die veel visualiseren een moeilijker vak. Wiskunde is een soort taalvak, het is de enige universele taal met haar eigen symbolen en systemen. Dit brengt met zich mee dat een volgend onderdeel steeds steunt op een vorig, alles bouwt voort op elkaar. Leerlingen die een bepaald onderdeel niet onder de knie hebben, kunnen nauwelijks verder in dat domein. Aan de verwondering en de schoonheid van die wiskundige taal wordt bovendien weinig aandacht geschonken. Leerlingen krijgen telkens te horen dat ze wiskunde gewoon moeten studeren voor op de toetsen en examens. Tot slot wekt wiskunde ook een negatief gedachtepatroon op in deze maatschappij waarin kinderen te horen krijgen dat wiskunde saai en moeilijk is. Dit heeft tot gevolg dat leerlingen sneller opgeven wanneer ze het niet begrijpen.

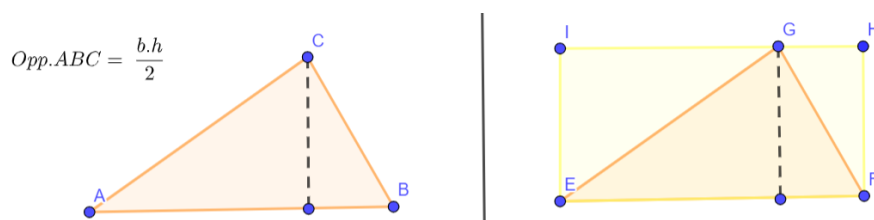
De fundamentele rol die wiskunde speelt in deze wereld wordt niet altijd overgebracht. Vaak komt dit doordat leerkrachten zelf geen achtergrond hebben in die gebieden. Anderzijds hebben leerlingen schrik en angst voor wiskunde. Alsof het iets is dat maar voor enkelingen is weggelegd. Leerlingen krijgen het gevoel dat creativiteit niet nodig is binnen de wiskunde, dat vooral snelheid belangrijk is en dat wiskunde een solitaire bezigheid is. Dit zijn allemaal misvattingen die ervoor zorgen dat leerlingen niet enthousiast worden over het wiskundeonderwijs (Samaey, 2019).

### 1.1.3 Kenmerken van goed wiskundeonderwijs

Bij het proberen wegwerken van problemen die leerlingen met het vak wiskunde hebben, is een visie op wat goed wiskundeonderwijs is belangrijk. Over wat goed wiskundeonderwijs is, bestaan veel invullingen. Bij het kiezen van een juiste strategie is het belangrijk om een doel voorop te stellen. De geselecteerde visies hebben allemaal tot doel om leerlingen meer inzichten te geven, hen enthousiast te maken en hen wiskunde te laten waarderen.

#### 1.1.3.1 Wiskunde als verhaal

Volgens Koelemeijer (2015) is de methode leidend. Wiskunde wordt geleerd om een goed examen af te kunnen leggen. Daarnaast stelt hij zich de vraag of het vanbuiten leren van formules, het automatiseren van regels en deze vervolgens toepassen in een geforceerde context nog wel wiskunde is. Hij is ook overtuigd van het feit dat de focus niet langer enkel op de bekwaamheid, maar ook op andere vakken en disciplines (kunst, literatuur, architectuur, muziek, geschiedenis en filosofie) moet liggen. Door deze andere disciplines te betrekken krijgen leerlingen een beeld van de cultuur als geheel, waar wiskunde een groot deel van uitmaakt. Om dit te bereiken, mogen leerkrachten de mogelijkheid dat leerlingen wiskunde leuk gaan vinden niet onderschatten. Leerkrachten moeten daarvoor afstappen van het aanleren van definities en regels en naar een wiskundeles gaan waarin de leerlingen samen met de leerkracht een verhaal doorlopen waarin ze de leerstof ontdekken en meer achtergrondinformatie krijgen over deze leerstof.



Figuur 1. 2: Oppervlakte van een driehoek (Geogebra, 2021)

Ook Lockhart (2009) deelt deze mening. Hij ziet wiskunde als een kunstvorm. Het is de taak van leerkrachten om de schoonheid ervan over te brengen aan de leerlingen. Figuur 1.2 toont twee manieren om de oppervlakte van een driehoek te berekenen. De meest voorkomende in het onderwijs is de linkse. De formule wordt aan de leerlingen aangeleerd. In de rechtse figuur leert de leerling zien dat de oppervlakte van de driehoek echt de helft van de oppervlakte van een rechthoek is. De loodlijn vanuit een punt G op het lijnstuk IH kan steeds getekend worden, waardoor duidelijk wordt dat de driehoek een tweede keer verschijnt in de rechthoek. Laat leerlingen nadenken, zelf strategieën bedenken en verwonderd raken door de kunst van de wiskunde is Lockharts filosofie.

#### 1.1.3.2 Wiskunde uit de wereld

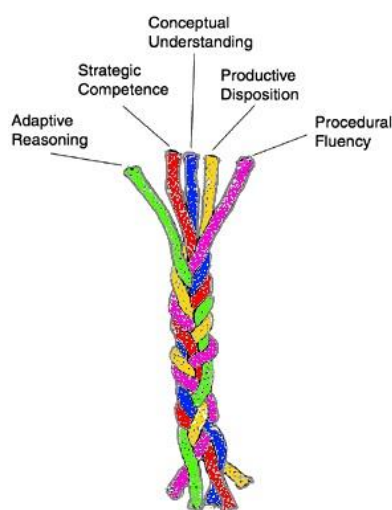
Wiskunde is saai, een cliché waar de wiskundewereld vanaf wil, want wiskunde is overal. Dat lijkt een paradox: wiskunde is alomtegenwoordig, het zit overal in, maar steeds minder mensen zien dit. De Vlaming is reeds overtuigd van het belang van wetenschap en techniek in deze maatschappij zegt Chombar, voorzitter van het STEM-platform (D'Haeninck, Harteel, Ruys & Spanhove, 2019). Dat komt omdat deze toepassingen tastbaar en zichtbaar zijn. Om deze reden richtten de vijf Vlaamse universiteiten Platform Wiskunde op. Zij doen dit omdat veel mensen inspanningen doen om de naam

en faam van wiskunde hoog te houden. Op dit nieuwe platform willen ze dit soort initiatieven bundelen en zichtbaarheid bieden. Voornamelijk duidelijk maken dat wiskunde voor elke student belangrijk is en het lerarentekort tegengaan waren de drijfveren om het platform op te richten (Grommen, 2019).

Het Katholiek Onderwijs Vlaanderen (2021b) heeft een soberdere visie op het wiskundeonderwijs. Ze verwachten dat in betekenisvolle contexten probleemoplossend gewerkt wordt. Ze vragen wel om antwoordgerichte leerstof zoals maaltafels en formules niet op een opgeleukte manier te geven, maar op een eenvoudig werkblaadje of whitebord. Waar wel veel aandacht aan wordt besteed is de connectie tussen taal en wiskunde. Leerkrachten moeten aandacht besteden aan vakterminologie en specifieke invullingen van alledaagse taal (voorbeeld: verdubbelen, benaderen...) door in interactie te gaan en leerlingen talig te ondersteunen.

### 1.1.3.3 Modellen voor wiskundeonderwijs

Een iets oudere visie voor wiskundeonderwijs waar nog steeds veel belang aan wordt gehecht is *the strands of mathematical proficiency* of de strengen van wiskundige bekwaamheid van Kilpatrick (2001, zie figuur 1.3).



Volgens Kilpatrick zijn deze vijf strengen met elkaar verweven en van elkaar afhankelijk in de ontwikkeling van wiskundige bekwaamheid. Deze bekwaamheid kan dus niet bekomen worden door te focussen op één van de strengen.

Het vermogen tot logisch denken, reflecteren en uitleg kunnen geven bevinden zich in de streng voor het adaptief redeneren. In de streng voor strategische competentie staat het formuleren en oplossen van wiskundige problemen centraal. De streng voor conceptueel begrip gaat over het begrip van wiskundige concepten, bewerkingen en relaties. Een vierde streng staat voor de productieve instelling. Het gaat over de gewoonte om wiskunde als verstandig, nuttig en de moeite waard te zien. Tot slot valt het flexibel en nauwkeurig toepassen van procedures onder de streng voor de procedurele vloeiendheid (Kilpatrick, 2001).

Figuur 1. 3: *The strands of mathematical proficiency* (Kilpatrick, 2001)

Ook Windels (2012) ontwikkelde een model voor goed wiskundeonderwijs, namelijk het 6E-model. Hij stelde het instructiemodel, bestaande uit zes leerstappen beginnende met de letter 'e', op met als doel effectief en moderniserend wiskundeonderwijs te realiseren.

1. Evalueren van begincompetenties: relevante leerinhouden worden in deze fase herhaald.
2. Engageren: de interesse en het engagement van leerlingen wordt opgewekt aan de hand van een realistische of vakoverschrijdende context.
3. Exploreren: aan de hand van concrete voorbeelden en vragen worden nieuwe concepten en eigenschappen duidelijk voor de leerlingen.
4. Empirische kennis toepassen: de leerlingen passen hun zojuist verworven kennis toe in eenvoudige en contextvrije opgaven.

5. Expliciteren: in deze fase worden definities gegeven en eigenschappen geformuleerd en bewezen.
6. Eindcompetenties consolideren: de nieuwe kennis en vaardigheden worden inge oefend, de leerlingen evalueren hun eigen leerwinst in deze fase.

Tot slot stelt ook Samaey (2019) dat het wiskundeonderwijs anders moet. Hij geeft het onderzoek van Boaler aan Stanford University inzake groeimentaliteit in de wiskundedidactiek als alternatief. Haar didactiek vertrekt vanuit een taak met lage ingang (makkelijk te begrijpen) en hoog plafond (vergt enig denkwerk). Belangrijk is dat de leerlingen deze taak moeten willen oplossen. Van daaruit ontstaat een groepsdiscussie waarbij leerlingen oplossingsstrategieën bedenken. Hierdoor leren ze discussies voeren, argumenteren, methodes vergelijken en oefenen ze hun taal. Door deze vorm van werken, leren leerlingen dat fouten maken een deel van het proces is en zelfs een waardevolle stap kan zijn in de richting van de oplossing. Deze strategie vergt uiteraard creativiteit en aanpassingsvermogen van de leerkracht. Met deze groeimentaliteit wil Boaler de angsten rond wiskunde een halt toeroepen.



## 1.2 Drama

Het woord 'drama' kan verschillende betekenissen hebben. Enerzijds is drama een literair genre. Dan gaat het om een geschreven stuk dat ontworpen is voor een theatervoorstelling, een script als het ware. Wanneer het gepresenteerd wordt, brengen acteurs de rollen en hun emoties over op het podium (Surbhi, 2020).

In die betekenis van het woord is drama een verzamelnaam voor de verschillende genres van toneelstukken. Enkele voorbeelden daarvan zijn een tragedie, komedie, klucht en een musical (van Boeschoten, 2002). Voor deze bachelorproef is een verdere verdieping in deze genres niet noodzakelijk.

Een tweede invulling van 'drama', diegene waar in deze bachelorproef de focus op ligt, is de oorspronkelijke, letterlijke betekenis. Het woord drama is afkomstig van het Griekse werkwoord '*dran'* (δρᾶν) wat doen, handelen of verrichten betekent (Harper, 2021). Hierbij ligt de nadruk dus op het actief bezig zijn. Via een spelvorm – een vertaling van het Engelse 'play' en niet 'game'- neemt iemand een rol aan, door welke het individu geconfronteerd wordt met zijn eigen gevoelens, fantasieën en gedachten. Doordat in drama steeds gewerkt wordt met concrete elementen (situaties, tijd, ruimte en personages...) is het een zeer directe expressievorm (Konings, 2021).

Vaak worden woorden als theater en drama door elkaar gebruikt. Dat is begrijpelijk aangezien drama een verzamelnaam is voor verschillende theatervormen. Bij het kijken naar de andere invulling moet rekening gehouden worden met twee belangrijke verschillen tussen de twee expressievormen.

Ten eerste is drama procesgericht, waar theater productgericht is. Bij theater is het doel om een voorstelling te creëren. Decor, kostumering en grime spelen dan ook een belangrijke rol binnen het eindproduct. Het applaus na een uitvoering is de afronding van het presentatiemoment. Bij drama gaat het om het proces, het stimuleren van creativiteit, het bewust worden van lichaamsexpressie en de groei van de spelers. Kostumering, decor en grime zijn geen essentiële onderdelen van een dramasessie. Na het applaus volgt steeds een nabespreking (Mesman, 2020).

Daarnaast is bij theater steeds een publiek van buitenaf aanwezig. Het steunt dan ook op de communicatie tussen de spelers en dat publiek. Bij drama kan ook een publiek aanwezig zijn, maar dit publiek zal uit de eigen groep komen. Dat komt doordat het bij drama gaat om de communicatie tussen de spelers onderling. Het is niet de bedoeling om een publiek te divertirten of te ontroeren (Cornelis, 2017). Hoewel bij beide de elementen van het theater centraal staan, zal bij theater het publiek de sensatie beleven, terwijl bij drama de deelnemers zelf deze sensatie beleven (Turecek, 2021).

In wat volgt, staat beschreven waar drama haar weg naar de schoolbanken vindt. Daarna worden de leereffecten die drama heeft op leerlingen belicht. Wat goed dramaonderwijs is en op welke manier drama wordt geïmplementeerd tijdens de lessen wordt tot slot behandeld.

### 1.2.1 Drama op school

Beeldende kunsten, muziek en theatereducatie, waaronder dans en drama vallen, zijn algemeen genomen de drie kunst disciplines. Deze kunstvakken hebben in het onderwijs een lage status. Binnen deze vakken heerst al een even hardnekkige hiërarchie. Beeldende vakken, zoals plastische

opvoeding en esthetica, staan bovenaan, gevolgd door muziek. Drama en dans bengelen onderaan de ladder (Bosch & Dieleman, 2018).

Waar de nieuwe eindtermen voor de tweede graad van het secundair onderwijs een nieuwe wind blazen in het wiskundeonderwijs, krijgen andere vakken veel minder aandacht. Zo vocht Hart voor Onderwijs, een vereniging kunstleerkrachten, de nieuwe eindtermen aan bij het Grondwettelijke Hof. STEM-vakken (techniek, wetenschappen en wiskunde) krijgen meer aandacht, waardoor in het lessenpakket nagenoeg geen ruimte meer is voor kunst en cultuur (Vermeersch, 2021).

Kritisch en creatief denken, mentale en lichamelijke gezondheid en digitale competenties zijn enkele thema's die extra aandacht zouden krijgen in de nieuwe eindtermen. Daarnaast was het ook de bedoeling om de duidelijke indeling in onderwijsvakken te doorbreken en meer vakoverschrijdend te werken (de Vlaamse Scholierenkoepel, 2019). Door deze muren tussen de vakken te doorbreken, zijn een heleboel vakken verzaamd en hebben deze meer uren nodig. De kunstvakken betalen hiervoor de prijs. Het gevolg is dat sommige kinderen, die thuis deze kansen niet krijgen, nooit in aanraking komen met kunstbeleving en creatie. De kunstvakken lijken enkel nog weggelegd te zijn voor de selecte groep leerlingen die kiest voor kunstsecundair onderwijs (Van Berlo, 2021).

Naast deze negatieve gevolgen van de onderwijsvernieuwing ontstonden ook positieve tendensen. Zoals reeds aangehaald is STEM enorm belangrijk geworden in het vernieuwde onderwijs, het is de toekomst van deze maatschappij. Nu doet ook STEAM zijn opmars, wat een acroniem is voor *Science, Technology, Engineering, Arts en Mathematics*. Met deze holistische aanpak kunnen de raakvlakken, die tot op heden onderbelicht zijn, tussen STEM-onderwijs en kunsteducatie ten volle benut worden (Arteveldehogeschool Gent, 2016).

STEAM is geen nieuw concept. Zo toonde Leonardo Da Vinci reeds dat kunst kan helpen en zelfs noodzakelijk is voor nieuwe, wetenschappelijke ontdekkingen. STEAM toont leerlingen dat leergebieden niet van elkaar gescheiden zijn. Ze bekijken de wereld zoals ze is. Goed zijn in wetenschappen en wiskunde betekent niet meer dat iemand niet creatief is (Wade-Leeuwen, Vovers & Silk, 2018). Hoewel STEAM haar weg naar de eindtermen nog niet gevonden heeft, kan dit wel een heropleving betekenen voor de kunsteducatie binnen het algemeen secundair onderwijs. Het zal alleen op een andere manier moeten worden aangepakt.

### 1.2.2 Leereffecten van drama

De kunstvakken en drama zijn duidelijk minder belangrijk in het onderwijs. In wat volgt, komen de leereffecten van deze discipline aan bod. Het zijn de redenen waarom drama eigenlijk niet uit het onderwijs weg te denken is. Belangrijk om te beseffen is dat de invulling van kunstvakken zeer vrij is. Daarom zijn ook de leereffecten sterk afhankelijk van de didactische methode en de opvattingen van de leerkracht. Eén van de effecten waar iedereen het over eens is, is het effect op het innovatieve vermogen zegt het Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek (2020). De creativiteit van de leerlingen gaat erop vooruit. Hieronder staan andere, misschien minder voor de hand liggende effecten van dramaonderwijs opgesomd (Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek, 2020).

Prins (2014) onderzocht de kracht van drama voor het onderwijs. Zij verweefde drie weken lang dramaopdrachten in alle lessen. Het gebruik van drama als verwerking van instructies uit verscheidene vakgebieden verhoogt de betrokkenheid en het welbevinden van de leerlingen. Daarnaast blijkt drama een stimulans voor het eigen maken van sociale vaardigheden. De durf van

leerlingen en hun zelfbewustzijn was toegenomen. Deze socio-emotionele ontwikkeling heeft ook een invloed op de cognitieve ontwikkeling.

Turecek (2021) stelt dat een emotionele component in het leren integraal leidt tot betere leerprestaties. Deze emotionele component is onlosmakelijk verbonden met dramaonderwijs. Leren aan de hand van drama is leren met het hele lichaam en alle zintuigen. Dat omvat ook de gevoelens en emoties van leerlingen.

Een voorbeeld ter illustratie is het Scandinavische onderwijssysteem. Vele experts prijzen hun modulaire onderwijssysteem volgens Van Berlo (2021). Opvallend is dat zij ook vier keer meer kunstvakken aanbieden aan leerlingen in de algemene vorming dan hier in Vlaanderen. Hierdoor stijgt het welbevinden van de leerlingen, waardoor duidelijk minder leerlingen kampen met schoolmoeheid. De resultaten voor wiskunde, wetenschappen en talen stijgen ook door de implementatie van de kunstvakken. Het welbevinden en de kunstvakken hebben dus wel degelijk een invloed op de cognitieve ontwikkeling van leerlingen (Van Berlo, 2021).

Bovendien hebben dramalessen een effect op de verbale vaardigheden van leerlingen, die meer getraind worden. Sociale vaardigheden zoals perspectiefwisseling, empathie en de regulering van emoties worden ook getraind, doordat leerlingen uitgedaagd worden zich te verplaatsen in een andere rol. Daardoor leren ze zich de emoties en gevoelens van anderen voorstellen. Dit zijn niet zozeer schoolse vaardigheden, maar wel vaardigheden die meteen bruikbaar zijn in de maatschappij en belangrijk zijn voor de vorming van leerlingen (Bosch & Dieleman, 2018).

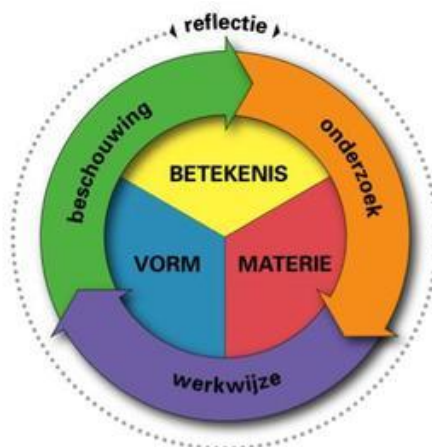
Leren aan de hand van drama heeft dus een heel aantal voordelen voor leerlingen. Het brengt hen tot op een optimaal punt om tot leren te komen. Het zorgt namelijk voor de uitdaging waaraan het prikkelgevoelige puberbrein nood heeft (Mieras, 2020).

### 1.2.3 Drama in een les

Zoals het NRO (2020) aanhaalde, hangen de leereffecten van dramaonderwijs af van de leerkracht en zijn opvattingen. Dat komt doordat een leerkracht veel vrijheid heeft in het kunstonderwijs, aangezien methodes weinig voorhanden zijn. Wat de leerkracht bestempelt als belangrijke kennis, vaardigheden en houdingen zal bepalend zijn. Eerst wordt het cirkelmodel, een didactisch model voor dramaonderwijs dat in Nederland ontwikkeld werd, behandeld. Het vaste stramien dat terug te vinden is in elke dramales en als leidraad gebruikt kan worden voor de ontwikkeling van nieuwe lessen komt ook aan bod. Tot slot worden een aantal werkvormen die bruikbaar zijn in het dramaonderwijs beschreven.

#### 1.2.3.1 Didactiek voor dramaonderwijs

Het cirkelmodel (zie figuur 1.3) is een vertrekpunt voor de didactiek van beeldend onderwijs. Bij het ontwerpen van een dramales moet de leerkracht zorgen dat elke component een concrete invulling krijgt. Betekenis, vorm en materie, de componenten in de binnencirkel worden ook product-componenten genoemd. Beschouwing, onderzoek en werkwijze zijn procescomponenten (De Vries, 2021).



Figuur 1. 4: Cirkelmodel (De Vries, 2014).

De productcomponenten staan voor wat uiteindelijk gepresenteerd wordt. De materie staat zowel voor het lichaam waarmee drama vorm krijgt, als voor de materialen die gebruikt worden. Kostumering, decor en rekvisieten behoren tot de materie. De manier waarop informatie wordt overgebracht, behoort tot de component vorm. Stem, gebaren en mimiek zijn enkele voorbeelden van zulke vormaspecten. Een derde productcomponent is betekenis. Dat is het thema, onderwerp of de inhoud van de oefening (De Nooij, 2021).

Bij drama moeten de leerlingen iets opbouwen, ze doorlopen een proces. Daarom zijn de procescomponenten niet weg te denken uit het cirkelmodel. Tijdens het onderzoek verkennen leerlingen de vormaspecten en materie. Dit gebeurt meestal tijdens een opwarming. De leerkracht laat de leerlingen in deze fase veel uitproberen. Hij kiest ook voor een gepaste werkwijze. Daaronder valt de manier waarop de materie moet worden ingezet. Zo kunnen de leerlingen oefenen in een betekenisvolle context. Tot slot kijken leerlingen naar hun eigen werk en het werk van anderen. Tijdens deze beschouwing worden leerlingen zich bewust van essentiële elementen binnen drama (De Vries, 2014).

In het cirkelmodel is reflectie overkoepelend voor alle andere componenten. Reflectie is het kloppende hart van het dramaonderwijs en verbindt alle verschillende componenten met elkaar. Om tot dieper leren te komen, moeten de leerlingen bekwaam worden gemaakt over het eigen handelen. Dit reflecteren kan bij het beschouwen van andermans werk of tijdens het eigen onderzoek (De Nooij, 2021).

Naast vaste componenten heeft een les dramatische expressie ook steeds **eenzelfde opbouw**. Zo start elke les met een **opwarming**. In deze fase gaat het om in de stemming te geraken om te kunnen spelen. Belangrijk is dat tijdens de opwarming de vormaspecten worden geoefend die leerlingen tijdens de gekozen werkwijze nodig hebben. Deze opwarming kan klassikaal, in groepen of een combinatie van beide zijn (Mesman, 2021).

Hierna volgt de **kern** van de dramalessen, die ook **experimenteerfase** wordt genoemd. In deze fase werken de leerlingen aan de vooropgestelde lesdoelen. Een duidelijke afbakening van de opdracht, die toch voldoende ruimte tot creativiteit biedt, is hier van groot belang. Het is aangewezen om alle leerlingen tegelijk te laten experimenteren, omdat ze zich dan minder bekeken voelen (Cornelis, 2017). Het is te allen tijde belangrijk dat kinderen kunnen experimenteren met hun gevoelens in een

veilige omgeving. Zonder deze veiligheid komt de leerling niet tot het gewenste resultaat (Bosch & Dieleman, 2018).

Uit de experimenteerfase vloeit een **presentatiemoment**. Om de veiligheid te bewaren, verplicht de leerkracht best geen leerlingen om iets op te voeren. Leerlingen leren in deze fase evenveel door te kijken als door zelf te spelen. Zoals in het cirkelmodel aangegeven, is **reflectie** een laatste en uiterst belangrijke fase. Als de leerlingen op voorhand weten waarover gereflecteerd wordt (bijvoorbeeld over een bepaald vormaspect), kunnen ze hiermee rekening houden tijdens het proces. Belangrijk blijft ook bij de reflectie dat de leerlingen zich veilig voelen. Focussen op de positieve zaken en opbouwende kritiek geven, zijn hierbij essentiële aandachtspunten (Cornelis, 2017).

### 1.2.3.2 Werkvormen voor dramaonderwijs

Werkwijze is één van de procescomponenten uit het cirkelmodel. De leerkracht kiest een werkvorm waarmee leerlingen de vooropgestelde vormaspecten oefenen en de materie in een zinvolle context gebruiken. Enkele vaak gebruikte werkvormen binnen de dramatische vorming worden hieronder beschreven.

**Pantomime** is een vorm van visueel theater. Het vormaspect stem wordt hierbij niet gebruikt. Met behulp van bewegingen, houdingen en mimiek worden situaties uitgebeeld. Leerlingen kunnen gestimuleerd worden om in deze bewegingen te overdrijven om zo de situatie duidelijker over te brengen. Belangrijk is dat bij pantomime geen gebruik wordt gemaakt van attributen. **Vertel-pantomime** werkt op dezelfde manier. Het enige verschil is dat één verteller een situatie voorleest of vertelt. De rest beeldt deze situatie zo goed mogelijk uit (Muzeem, 2021).

Bij **improvisatie** ligt het spelverloop niet van tevoren vast. De leerlingen kunnen dus niet op voorhand afspreken wat gezegd of gedaan zal worden. Ze zullen ter plekke iets moeten verzinnen en moeten proberen inspelen op wat de anderen zeggen. Een goede opwarming is hierbij belangrijk, omdat het 'niet weten wat komt' voor sommige leerlingen beangstigend kan zijn (Mesman, 2021).

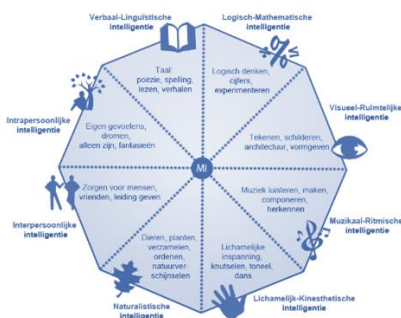
Bij een **tableau vivant** beelden de leerlingen een momentopname uit een scène uit. Alle leerlingen staan stil op het toneel. Omdat spreken en bewegen niet mag, is het een laagdrempelige vorm van drama (Roozendaal).

**Toneelspel** is een zeer ruime spelvorm waar 'doen alsof' centraal staat. De leerlingen testen vooraf uit en overleggen met elkaar. Ze spelen een situatie waarbij ze mogen spreken en bewegen. Theaterteksten kunnen in deze werkvorm ook geïntegreerd worden (Mesman, 2021).

Een laatste vorm is het **rollenspel** of **simulatiespel**. Met deze werkwijze oefenen de leerlingen bepaald gedrag. Ze proberen naar oplossingen te zoeken voor probleemsituaties door ze na te spelen. Zo gebruikt Svodobova (2021) rollenspel om leerlingen bewust te maken van pestgedrag. Leerlingen leren zelf nieuwe manieren om te reageren op dit soort gedrag, zowel in de rol van buitenstaander als in de rol van gepeste. Doordat elke leerling een rol speelt, blijft het een veilige omgeving.

## 1.3 Drama in het wiskundeonderwijs

Gardner (2007) ontkent het bestaan van één algemene vorm van intelligentie. Op basis van neurologisch onderzoek ontwikkelde hij de theorie van de meervoudige intelligenties. Gardner onderscheidt acht verschillende intelligentievormen die onafhankelijk van elkaar voorkomen, maar wel op elkaar kunnen inwerken. Deze zijn schematisch weergegeven in figuur 1.5 (Drenth & Resing, 2007).



Figuur 1. 5: Meervoudige intelligenties Gardner (SLO, 2012)

Tijdens de wiskundeles moeten leerlingen vrijwel altijd beroep doen op de logisch-mathematische intelligentie. Het omvat het proces om logisch te redeneren en abstract te denken. Door drama te implementeren zouden ook de lichamelijk-kinesthetische (lichaam gebruiken), de verbaal-linguïstische (taal gebruiken), de interpersoonlijke (in samenwerking met elkaar) en intrapersoonlijke (omgaan met eigen gevoelens) intelligentie aan bod komen. Hierdoor is de kans groter dat leerlingen betrokken geraken met de leerstof (Drenth & Resing, 2007).

Het integreren van drama in het wiskundeonderwijs is niet voor de hand liggend. Daarom komen in wat volgt de gelijkenissen tussen drama en wiskunde aan bod. Het kunnen de kapstokken zijn om een dramatische wiskundeles aan op te hangen. De reeds bestaande initiatieven en evenementen komen eveneens in dit hoofdstuk ook aan bod.

### 1.3.1 Gelijkenissen

Hoewel drama en wiskunde twee verschillende werelden lijken, komen ze toch op enkele vlakken overeen. Deze gelijkenissen worden in dit deel belicht. Een eerste overeenkomst is het proces dat zowel artistieke als wetenschappelijke disciplines doorlopen. Beide vertrekken vanuit een waarneming die vragen oproept die leerlingen moeten onderzoeken en waarop ze een antwoord moeten proberen formuleren. Ze moeten **probleemoplossend** en **kritisch denken**. In dit proces versterken wetenschap en kunst elkaar (Arteveldehogeschool Gent, 2016).

Hierboven wordt wiskunde tot de wetenschappelijke disciplines gerekend. Eerder verklaarde Lockhart (2009) wiskunde als kunstvorm te zien. In wiskunde draait het, net als bij kunstdisciplines, om verwonderd te geraken over iets. Deze **verwondering** moet leerlingen aanzetten om actief aan de slag te gaan met wiskunde en andere kunstvormen. Zo speelt ook **creativiteit** een belangrijke rol in beide werkvelden (Samaey, 2019).

In de modellen voor wiskundeonderwijs en lessen dramatische expressie zijn ook gelijkenissen terug te vinden. Zo moet interesse en engagement van leerlingen worden opgewekt binnen een

opwarmingsfase. Vanuit concrete voorbeelden of aan de hand van bepaalde spelvormen experimenteren leerlingen met nieuwe concepten en oefenen ze deze in (Windels, 2012). Doordat fouten maken een waardevol onderdeel is van het proces speelt ook reflectie een belangrijke rol in beide vakgebieden (Cornelis, 2017; Samaey, 2019).

### 1.3.2 Wat al bestaat

Drama en theater combineren met de wondere wereld van de wiskunde is niet nieuw. Zo speelt Nederlands wiskundige Beuving cabaretvoorstellingen over wiskunde. In 2016 werd Beuving zelfs bekroond tot cabaretier met het meest veelbelovende toekomstperspectief voor zijn voorstelling *Raaklijn*. De voorstellingen bekoren voornamelijk bezoekers met voorkennis en enige interesse voor het vak wiskunde (Verschaeren, 2016).

Vlaamse theaterhuizen De Tijd en Het Paleis brachten in 1999 dan weer een herwerking van het boek *De Telduivel* van Hans Magnus Ezensberger op de planken. De telduivel kwelt het hoofdpersonage Robert tijdens zijn dromen, maar fascineert hem ook met getallen. Verwondering stond centraal in dit teksttheater voor jongeren vanaf twaalf jaar (De Standaard, 1999).

Improvisatie, een spelvorm van drama blijkt daarnaast nuttig bij wetenschapscommunicatie. Daarom richtte Verhoeven ERLNMYR op: een bedrijf dat deelnemers improvisatietechnieken aanleert om te communiceren over hun vakgebied. Met behulp daarvan zouden sprekers zich beter kunnen inleven in de doelgroep, zichzelf durven zijn voor een groep en zou wetenschapscommunicatie tweerichtingsverkeer worden (Verhoeven, 2022).

Over de implementatie van drama binnen een les wiskunde is weinig terug te vinden. Dit kan zijn doordat drama niet duidelijk geïntegreerd wordt in de methodes wiskunde. Het kan uiteraard wel zijn dat leraren dit zelf toepassen in hun eigen klas. Zo ontwikkelde dramadocent Eigenbauer enkele spelvormen die hij toepast in de lessen die hij geeft aan toekomstige leerkrachten wiskunde in Wenen. Hoewel dit niet voor de hand ligt, vindt hij dit belangrijk omdat leerlingen deze presentatievaardigheden, zoals lichaamstaal ook nodig zullen hebben in het dagelijkse leven en hun toekomstige jobs (Eigenbauer, 2021).

Wel bestaat het denkkader voor horizontaal onderwijs, waarbij vakken geïntegreerd aangeboden worden op basis van hun raakvlakken. Horizontaal onderwijs kan ook gebruikt worden om cultuureducatie te verankeren in het onderwijs. De verbinding tussen de twee leergebieden kan puur thematisch zijn, zonder wederzijdse inhoudelijke verdieping. Bij een les over driehoeken improviseren de leerlingen een stuk waarbij ze enkel zinnen van drie woorden mogen gebruiken. Anderzijds kan deze verbinding met wederzijdse verdieping zijn: de betrokken leergebieden versterken elkaar. Zo kunnen leerlingen na een les over de stelling van Pythagoras een tableau vivant maken over het leven van die wiskundige (Kotte, 2017).

## 1.4 Conclusie

Aan het eind van deze literatuurstudie kunnen een aantal zaken geconcludeerd worden. Leerlingen blijken weinig intrinsieke motivatie te hebben om wiskunde te doen. Ze doen het omdat het nodig is, niet omdat ze het leuk vinden. Het negatieve gedachtepatroon, waarmee leerlingen kampen bij wiskunde, doet hier niet veel goeds aan. Leerlingen hebben vooral problemen met de leerstof over eerste- en tweedegraadsvergelijking. Ook het feit dat wiskunde abstract is, zorgt voor moeilijkheden.

Drama is een expressievorm waarbij via een spelvorm actief een rol wordt aangenomen, het proces centraal staat en de deelnemers zelf de sensatie beleven. Wanneer het in scholen toegepast wordt, kan het voor meer creativiteit, betrokkenheid en welbevinden zorgen bij leerlingen. De leerlingen leren omgaan met hun eigen emoties en ontwikkelen verbale en sociale vaardigheden. Wat de leereffecten zijn, hangt ook deels af van de aanpak en visie van de leerkracht.

Om drama in de wiskundeles te implementeren, moeten de gelijkenissen tussen de twee vakgebieden benut worden. Het kan leerlingen verwonderen, kritisch en probleemoplossend leren denken en aanzetten om creatief om te gaan met wat hen aangeboden wordt. Een lesverloop waarin aandacht besteed wordt aan de opwekking van interesse, het inoefenen van technieken en het reflecteren hierover is noodzakelijk. Om dit concreet te doen, kan gekeken worden naar wat reeds ontwikkeld is.

Of dit een impact heeft op het gevoel dat minder wiskundig gerichte leerlingen hebben bij het vak wiskunde en welke impact dit dan is, valt nog te onderzoeken in het vervolg van deze bachelorproef. Dit kan best getest worden bij een klas humane wetenschappen, omdat zij over het algemeen de minst positieve houding hebben tegenover het vak wiskunde. Daarnaast dringt ook de vraag of wiskundetheater dezelfde impact zou hebben als de implementatie van drama zich op.



## 2. Methodologie

In deze bachelorproef wordt gezocht naar een antwoord op de vraag: 'Heeft de implementatie van drama in de wiskundeles een invloed op het gevoel van minder wiskundig gerichte leerlingen uit de tweede graad bij het vak wiskunde?' Om dit te bepalen, is het noodzakelijk een goede drama-wiskundeles te ontwikkelen.

### 2.1 Doelgroep

Het ontwikkelde onderwijskundig product, namelijk een workshop werd bij een klasgroep van elf leerlingen uitgevoerd op maandag zeven maart tijdens het tweede lesuur. Dat was hun eerste les wiskunde na de krokusvakantie. Deze leerlingen volgen de richting sportwetenschappen in het eerste jaar van de tweede graad aan Don Bosco Haacht. De groep bestond uit tien jongens en één meisje. Zij volgen hun lessen wiskunde samen met zestien leerlingen die de richting humane wetenschappen volgen. Op de dag van de workshop zouden zij naar het medisch onderzoek gaan. De leerkracht wiskunde vermeldde dat het niveau van de twee klasgroepen ongeveer hetzelfde was.

### 2.2 Instrumenten

Om te bepalen wat de impact van drama is binnen de wiskundeles werd zowel kwantitatief als kwalitatief veldonderzoek uitgevoerd. Zo vulden de elf leerlingen zowel voor als na de workshop een korte digitale enquête in via Google Forms die bestond uit Likertschalen gaande van één tot vijf en enkele open vragen en ja/nee-vragen.

Aan het begin van de eerste les vulden de leerlingen een korte online bevraging in via Google Forms (zie tabel 2.1). In de enquête werd getoetst of de leerlingen wiskundig gericht zijn. Dat was belangrijk om na te gaan of ze behoren tot de populatie van minder wiskundig gerichte leerlingen. Ze gaven aan of ze wiskunde moeilijk vinden, of ze het vak interessant vinden en of ze het goed kunnen.

Daarnaast werd ook gepeild naar het gevoel dat ze hebben bij het vak. Ze moesten aangeven in welke mate ze graag naar de wiskundeles gaan. Een hoge score komt overeen met positief gevoel ten opzichte van het vak. Ze gaven aan hoe ze zich in de klas voelen en beschreven vervolgens wat wiskunde voor hen is in één woord. De vragen die peilen of de leerlingen wiskundig gericht zijn, vertellen ook meer over het gevoel van leerlingen. Prestatie en motivatie zijn namelijk nauw verbonden (Deprez et al., 2012).

Tabel 2. 1: Enquête voormeting

Voormeting	Antwoordcategorie
Ik vind wiskunde moeilijk.	Vijfpuntsschaal
Ik kom graag naar de wiskundeles.	Vijfpuntsschaal
Ik vind wiskunde interessant.	Vijfpuntsschaal
Ik ben goed in wiskunde.	Vijfpuntsschaal
Ik voel me goed in deze klas.	Vijfpuntsschaal
Als ik wiskunde voor mezelf in één woord moet omschrijven, noem ik het ...	Open vraag

Aan het einde van de les gaven de leerlingen aan of hun gevoel ten opzichte van het vak wiskunde veranderd is aan de hand van een tweede bevraging via Google Forms (zie tabel 2.2). Ze bepaalden of

wiskunde moeilijk is en of ze graag naar de wiskundeles komen. Deze antwoorden konden vergeleken worden met de antwoorden uit de voormeting. Daarnaast evalueren de leerlingen wat ze van de les vonden. Ze gaven aan of ze zulke lessen nog zouden willen krijgen, of ze iets bijgeleerd hadden en wat ze van de les vonden.

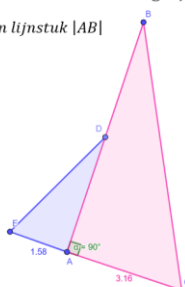
Tabel 2. 2: Enquête nameting

Nameting	Antwoordcategorie
Ik vind wiskunde moeilijk.	Vijfpuntsschaal
Ik kom graag naar de wiskundeles.	Vijfpuntsschaal
Ik zou graag vaker lessen zoals vandaag krijgen.	Ja/nee-vraag
Ik heb iets bijgeleerd tijdens de les.	Ja/nee-vraag
Vertel kort wat je vond van de les.	Open vraag

De les die daarop volgde, wanneer de klas opnieuw voltallig was, eindigde met een formatieve evaluatie. De leerlingen losten een oefening over gelijkvormige driehoeken op (zie figuur 2.1). Ze moesten bepalen of de gegeven driehoeken gelijkvormig waren. Vervolgens zouden ze het gelijkvormigheidskenmerk en de gelijkvormigheidsfactor bepalen. Hiermee kon nagegaan worden of de leerlingen op cognitief vlak een evolutie hadden doorgemaakt. De twee groepen hadden namelijk dezelfde beginsituatie, met het verschil dat elf van de 27 leerlingen de workshop drama gevolgd hadden. De oefening werd pas juist gerekend als alle gevraagde elementen aanwezig waren.

Zijn  $\triangle ABC$  en  $\triangle ADC$  gelijkvormig?  
Zo ja, geef het gelijkvormigheidskenmerk en de gelijkvormigheidsfactor.

Gegeven:  $D$  is het midden van lijnstuk  $[AB]$



Figuur 2. 1: Oefening gelijkvormigheidskenmerken

## 2.3 Werkwijze

In de literatuurstudie werd een antwoord gegeven op de vragen welk gevoel leerlingen over het algemeen hebben bij het vak wiskunde en met welke problemen ze kampen. In wat volgt wordt nagegaan of dit gevoel verandert en of deze problemen weggewerkt worden door de implementatie van drama. Daarom was het belangrijk te kijken wat drama is en wat de impact ervan zou kunnen zijn in een schoolse context. Om de twee gebieden te combineren werden de gelijkenissen tussen de twee onderzocht. Ook werd gekeken naar wat goed wiskunde- en dramaonderwijs is. Hier werden als het ware aandachtspunten geformuleerd voor een wiskundeles waarbij beroep gedaan wordt op drama.

Op basis van hoofdstukken '1.1.3 Kenmerken van goed wiskundeonderwijs' en '1.2.3 Drama in een klas' diende dus een model voor drama-wiskundelessen opgebouwd te worden. Dit model zou een leidraad

zijn voor het creëren van zulke lessen. Het is dan ook belangrijk dat rekening gehouden werd met de inzichten uit het literatuuronderzoek, zodat het een goede wiskundeles is, waarbij de voordelen van drama ten volle benut worden.

De leerlingen waren bij wiskunde aan het werk met de component meetkunde. Voor de krokusvakantie leerden de leerlingen over gelijkvormige driehoeken. In de komende lessen zouden ze zich verdiepen in projecties en homothetiën. Omdat enkel een deel van de leerlingen de drama-wiskundeles volgde, zou de workshop een vastzetting zijn van het reeds geziene deel, zodat de andere leerlingen geen achterstand opbouwden.

Na het invullen van de voormeting (zie bijlage 1) vond de workshop plaats, die ontwikkeld werd op basis van het nieuwe model voor drama-wiskundelessen (cfr. 3.1 het model). Deze ging over de gelijkvormigheidskenmerken bij driehoeken: een onderwerp dat ze voor de vakantie behandeld hadden. Tijdens de workshop komen de soorten driehoeken aan bod, daarna de termen congruentie en gelijkvormigheid om te eindigen met de gelijkvormigheidskenmerken.

Na de les vulden de leerlingen een nieuwe bevraging in (zie bijlage 2). Met deze bevraging werd nagegaan of het gevoel van de leerlingen gewijzigd is. Het ging natuurlijk om het gevoel ten opzichte van het vak wiskunde, niet ten opzichte van de dramas zelf. Na één keer drama te implementeren, waren grote verschillen vrij onwaarschijnlijk.

De volgende les, wanneer de klas opnieuw compleet was, eindigde met een formatieve evaluatie. De leerlingen kregen twee driehoeken te zien. Ze moesten zelf bepalen of de driehoeken gelijkvormig waren en het gelijkvormigheidskenmerk geven. Op een papier schreven ze hun naam en hun antwoord. Ze mochten het lokaal uit wanneer ze hun antwoord hadden afgegeven. De scores van de leerlingen die de dramas volgden, werden vergeleken met de scores van de andere leerlingen.

### 3. Beschrijving van de toepassing

De toepassing bestaat uit een aantal verschillende elementen die in het volgende deel beschreven worden. Eerst wordt het model aan de hand van welke de workshop is ontwikkeld, beschreven. Ook wordt kort gekeken hoe dit model tot stand gekomen is. Vervolgens wordt de workshop belicht die in de praktijk getest werd. Hiermee wordt aangetoond in welke mate de implementatie van drama in een wiskundeles mogelijk is. Verder worden de resultaten van de bevestigingen weergegeven. Tot slot wordt het ontwikkelde hulpmiddel voor leerkrachten besproken. Dit zou hen de mogelijkheid geven zelf een drama-wiskundeles te ontwikkelen.

#### 3.1 Het model

Op basis van de modellen uit de literatuurstudie, voornamelijk het 6E-model van Windels (2012) en de product- en procescomponenten uit het cirkelmodel voor didactiek van beeldend onderwijs (De Vries, 2021), werd een model opgesteld dat de twee didactieken combineert. Met de aandachtspunten voor goed wiskunde- en dramaonderwijs werd rekening gehouden. Zo gaan de leerlingen zelf op zoek naar antwoorden en wordt aandacht besteed aan de verschillende strengen van wiskundige bekwaamheid van Kilpatrick (2001). Zoals bij elke dramales staat een veilige omgeving creëren met behulp van een opwarming en veel aandacht voor reflectie centraal (Bosch & Dieleman, 2018; Cornelis, 2017). De gelijkenissen tussen de twee leergebieden, zoals verwondering en probleemoplossend denken worden in het model sterk aangesproken.

De benamingen van de fasen zijn vernoemd naar het proces om een voorstelling te brengen. Het schrijven van een script en het regisseren zijn niet opgenomen in dit proces, omdat drama niet vertrekt vanuit een voorgeschreven tekst. Bovendien zijn de leerlingen zelf verantwoordelijk voor hun eigen product. Ze moeten niet steeds sterk gestuurd, of 'geregisseerd' worden.

De eerste fase is **de auditie**. In deze fase is het belangrijk om de juiste doelen voorop te stellen en bepaalde verwachtingen die je hebt duidelijk te maken. In een drama-wiskundeles is het de bedoeling om eindtermen wiskunde te bereiken. Het kan gaan om het aanbrenge van een compleet nieuw thema of het inoefenen en vastzetten van reeds verworven theorieën. Daarom dient de beginsituatie bepaald te worden. Wat kennen of kunnen de leerlingen al?

De **eerste lezing** is de volgende fase in het model. Het gaat om een opwarmingsfase waarbij het gaat om het engagement van de leerlingen op te wekken. In deze fase is het belangrijk dat de leerlingen zich veilig voelen. Daarom is hier een groepsactiviteit aangeraden. Daarnaast is het belangrijk dat de leerkracht ook meedoet en zich volledig geeft, zodat leerlingen dat ook durven te doen. Zoals bij elke drama-activiteit zijn de productcomponenten materie (rekwisieten, klasindeling...), vorm (mime, improvisatie...) en betekenis (thema, inhoud...) niet weg te denken. De betekenis is in deze lessen steeds wiskundig gerelateerd. In deze 'eerste lezing' hoeft dat nog niet specifiek te zijn. Leerlingen meekrijgen in het verhaal is hier de boodschap.

Daarna volgt de **repetitie**, waar het echte oefenen begint. Nu ontdekken leerlingen nieuwe of reeds geziene concepten via een bepaalde (spel)vorm. Het is daarbij belangrijk om te werken met concrete voorbeelden. Wiskunde wordt vertaald naar alledaagse situaties waar leerlingen mee in contact komen. Opnieuw zal de betekenis van drama in deze fase wiskunde zijn. De leerstof die leerlingen zelf kunnen ontdekken en begrijpen, komt hier aan bod. Daarbij is het ook belangrijk om na te denken over de materie die nodig zal zijn.

De **generale repetitie** kan voortgaan op de repetitie, maar kan ook een compleet nieuwe dramavorm zijn. Vaak wordt in deze fase in kleine groepen verder gewerkt. Het is de bedoeling dat ze aan de hand van enkele voorwaarden iets creëren. Hierbij doen ze beroep op de kennis die ze reeds verworven hebben over het thema. De leerkracht kan ervoor kiezen om hen bijkomende informatie aan te bieden voor ze deze fase aanvatten. Opnieuw dient aandacht besteed te worden aan de vorm, materie en betekenis.

Vervolgens is het tijd voor de **première**. De verschillende groepen tonen aan de medeleerlingen wat ze hebben gecreëerd. Ze houden zich daarbij aan de vooropgestelde regels van de spelvorm.

Na elk presentatiemoment volgt het **applaus**. Deze fase is iets uitgebreider dan de naam doet klinken. Reflectie is namelijk een belangrijk deel van een dramales. Hierbij wordt nagegaan wat goed ging en wat minder goed ging. Uiteraard is het ook van belang om te reflecteren over de wiskunde in de opvoering. Leerlingen die naar het presentatiemoment hebben gekeken, kunnen expliciteren welke wiskundige begrippen of theorieën ze gezien hebben.

Tot slot volgen de andere **voorstellingen**. Het drama-gedeelte wordt hierbij achterwege gelaten en de verworven kennis en vaardigheden worden verder ingeoefend. De leerkracht kan bij het oefenen steeds verwijzen naar de geziene technieken.

## 3.2 De workshop

De eigenlijke workshop staat uitgeschreven op de volgende pagina's. Deze behandelt het onderwerp 'gelijkvormigheidskenmerken van driehoeken'. De workshop zou gebruikt kunnen worden om dit onderwerp te starten met een klas. In dit geval wordt de workshop aangesproken als vastzetting van de leerstof die de leerlingen voor de vakantie behandelden.

# Drama in de wiskundeles

## Gelijkvormige driehoeken uitgebeeld

### Auditie

#### Leerplandoelen (KOV, wiskunde VB)

##### 4.4 Meetkunde

##### 4.4.1 Gelijkvormigheid en de stelling van Thales

LPD 11 De leerlingen passen de gelijkvormigheidskenmerken van driehoeken toe om meetkundige problemen op te lossen.

#### Beginsituatie

De leerlingen leerden reeds over gelijkvormigheid van driehoeken tijdens de vorige lessen. Ze herhalen wat ze weten over gelijkvormige driehoeken. De leerkracht laat hen controleren of de gegeven driehoeken gelijkvormig zijn via een Geogebra-bestand (<https://www.geogebra.org/classic/bstt2qqk>). Daarbij zorgt de leerkracht ervoor dat ze alle overeenkomstige hoeken en zijden controleren. De leerkracht noteert de definitie aan bord en laat deze tijdens de rest van de les staan.

*Gelijkvormige  $\Delta$ 'en:*

- *Overeenkomstige hoeken even groot*  
 $\hat{A} = \hat{G}; \hat{B} = \hat{F}; \hat{C} = \hat{E}$
- *Overeenkomstige zijden zelfde verhouding*  
 $\frac{\|AB\|}{\|GF\|} = \frac{\|BC\|}{\|FE\|} = \frac{\|CA\|}{\|EG\|}$

### Eerste lezing

<b>Spelvorm</b>	Simulatiespel
<b>Betekenis</b>	Gelijkzijdige driehoeken
<b>Materie</b>	De tafels en stoelen worden aan de kant geschoven.

De leerkracht herhaalt de soorten driehoeken die bestaan (gelijkzijdig, gelijkbenig, ongelijkzijdig), nadat de banken en stoelen aan de kant zijn geschoven. Hij geeft hen de opdracht om aan de namen van twee medeleerlingen te denken. Van zodra de leerkracht 'start' zegt, proberen ze een gelijkzijdige driehoek te vormen met de twee leerlingen die ze in hun hoofd hadden. Ze mogen hierbij niet praten en niet duidelijk maken aan wie ze denken.

De leerkracht doet zelf mee. Wanneer hij ziet dat dit vlot gaat, kan hij zelf nog bewegen. Daardoor zal elke leerling opnieuw zijn driehoek moeten aanpassen.

## Repetitie

<b>Spelvorm</b>	Pantomime
<b>Betekenis</b>	Gelijkvormigheid en congruentie
<b>Materie</b>	Lijst met situaties voor leerkracht

De leerkracht vraagt de leerlingen om in een cirkel te gaan staan. De leerkracht legt uit dat ze gaan werken met 'gelijkvormige situaties'. Hij legt de gelijkenis met gelijkvormige driehoeken uit.

*Hoeken = emoties persoon*

*Zijden = grootte voorwerp*

De leerkracht legt uit dat hij straks een situatie zal uitbeelden. Het is de bedoeling dat de leerlingen steeds een gelijkvormige situatie spelen die groter is. Dat wil zeggen dat de emotie behouden blijft, maar het ding waarrond de situatie draait steeds groter wordt.

In deze opdracht is het belangrijk dat de leerkracht zichzelf durft te geven, enkel dan durven de leerlingen dit ook te doen. De leerkracht blijft niet staan in de cirkel. Na elke situatie verplaatst deze zich, zodat andere leerlingen moeten beginnen. Voor de eerste situatie zorgt de leerkracht best dat een leerling die zich volledig zal geven naast hem staat. De laatste persoon in de cirkel zal namelijk de grootste reactie moeten geven.

Tijdens het uitbeelden van de situaties moedigt de leerkracht aan en verwijst deze telkens naar de kenmerken van gelijkvormigheid. Bij een bepaalde situatie kan de leerkracht ervoor kiezen om in plaats van een gelijkvormige situatie, een congruente situatie uit te beelden. Op dat moment blijven de emoties hetzelfde en blijft ook de grootte van het voorwerp hetzelfde.

### Situaties

Iemand reed over je teen met een speelgoedauto → monstertruck (pijn, woede)
We geven een flesje → soepketel door dat erg stinkt (afschuw)
Er gebeurt iets grappig aan de overkant van de straat (plezier)
We geven een pasgeboren kitten → leeuw door (liefkozing, angst)
Je opent een cadeautje (verbazing)

## Generale repetitie

<b>Spelvorm</b>	Tableau vivant
<b>Betekenis</b>	Gelijkvormigheidskenmerken
<b>Materie</b>	Kaartjes locaties en gelijkvormigheidskenmerken

De leerkracht deelt de leerlingen op in groepen van zes en vier leerlingen en geeft hen een plaats in het lokaal. De leerkracht zegt dat ze een tableau vivant, een levend schilderij, zullen maken. Dat

levend schilderij beeldt een portret uit waarop zich twee gelijkvormige situaties (vgl. driehoeken) voordoen. Dat zijn zoals ervoor situaties waar personen dezelfde emotie hebben en de grootte van voorwerpen in verhouding zijn. Hij legt uit dat ze niet alle personen en dingen daarvoor moeten zien, omdat ze al sneller weten of twee situaties gelijkvormig zijn: *de gelijkvormigheidskenmerken*.

Hij geeft het voorbeeld van een marktkramer: twee kramen (groot en klein), twee rotte appels (groot en klein) en geld om de appel te kopen (veel en weinig). De leerkracht vraagt welke zaken ze herkennen. Dit vergelijkt hij met gelijkvormige driehoeken.

Hij legt uit dat in beide situaties dan automatisch een kwade klant, een bange verkoper en een hongerige worm in de appel zullen voorkomen. Doordat de drie groottes dezelfde verhouding hebben, zullen ook de emoties van de personen dezelfde zijn. Daarna schrijft hij het kenmerk  $(\frac{Zijde}{Zijde}, \frac{Zijde}{Zijde}, \frac{Zijde}{Zijde})$  aan bord.

Hij laat hen nu zelf nadenken over een situatie die kan plaatsvinden op hun gekregen locatie. Hij geeft hen ook één gelijkvormigheidskenmerk dat ze mogen uitbeelden.

### Locaties

Op de kermis
In de zoo
In de taxi
Op het voetbalveld
Op een filmset

### Gelijkvormigheidskenmerken

$\frac{Zijde}{Zijde}, \frac{Zijde}{Zijde}, \frac{Zijde}{Zijde}$	$\frac{Zijde}{Zijde}, Hoek, \frac{Zijde}{Zijde}$	<i>Hoek, Hoek</i>
---	--	-------------------

## Première

De leerkracht vraagt om de aandacht van de leerlingen. Hij geeft de eerste groep de opdracht om hun tableau vivant voor te stellen. Dit doen ze door om de beurt in positie te gaan staan en hun aspect van het portret (emotie persoon, grootte ding) uit te beelden. Hij legt hierbij de nadruk op het feit dat dit in stilte gebeurt. De rest van de leerlingen proberen te zien welke situatie ze proberen uit te beelden.

Na de opvoering van een groep moet meteen overgegaan worden naar de fase 'applaus'. De klasgroep reflecteert onmiddellijk over de geziene tableau vivant. Daarna is het aan de volgende groep om hun tableau vivant op te voeren.



## Applaus

Na elke opvoering overloopt de leerkracht samen met de leerlingen wat ze zien. Hij vraagt aan de leerlingen die keken, wat de verschillende leerlingen uitbeelden. Vervolgens formuleert hij samen met de leerlingen welk gelijkvormigheidskenmerk ze dan zagen. Dit noteert de leerkracht aan bord.

Daarna laat hij de leerlingen de tableau vivant van de gelijkvormige situaties afwerken. Ze gaan erbij staan en beelden de overige personen (emoties) en voorwerpen uit.

## Voorstellingen

Omdat deze workshop een vastzetting van de leerstof is, volgt geen uitgebreide inoefenfase. Wel zullen de leerlingen tijdens de volgende les geëvalueerd worden op hun kunnen.

Deze workshop kan ook gebruikt worden als inleiding voor een lessenreeks over gelijkvormige driehoeken. Dan is het handig dat de leerkracht tijdens het vervolg van de lessen verwijst naar de workshop en de situaties die zich daar hebben afgespeeld.

### 3.3 De resultaten

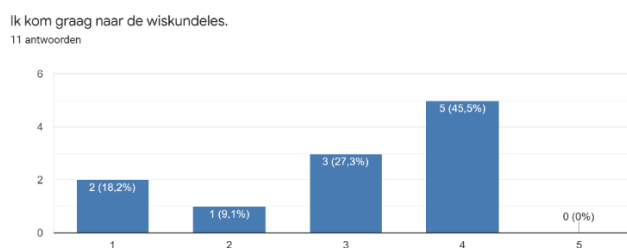
Op basis van de twee bevragingen via Google Forms, de antwoorden van de leerlingen op de formatieve evaluatie en de gesprekken met leerlingen en vakmentor zijn een aantal resultaten af te leiden. Wel moet vermeld worden dat het gaat om een project met maar elf deelnemers, die allemaal dezelfde drama-wiskundeles gekregen hebben. De inzichten die verkregen worden zijn interessant voor verder onderzoek en voor de klaspraktijk van leerkrachten die hierin geïnteresseerd zijn.

#### 3.3.1 Resultaten van de voormeting

In de voormeting (zie bijlage 1) werd aan de leerlingen gevraagd om te zeggen wat wiskunde voor hen is. Drie leerlingen antwoordden dat wiskunde saai was. Ook de meeste andere antwoorden waren niet zo positief: wiskunde is moeilijk, niet duidelijk... De grootste groep leerlingen (vijf van de elf leerlingen) gaf aan dat ze wiskunde moeilijk vonden. Drie leerlingen vonden wiskunde dan weer totaal niet moeilijk. Negen leerlingen gaven aan dat ze gemiddeld tot zeer goed waren in het vak. Geen enkele leerling vindt wiskunde zeer interessant. In de steekproef zitten dus leerlingen die tot de groep van minder wiskundig gerichte leerlingen horen.

Acht leerlingen voelden zich goed tot zeer goed in de klas. Dat is positief voor een les drama-wiskunde, waar een veilige omgeving belangrijk is. Twee leerlingen voelden zich eerder niet goed in de klas en gaven een score twee.

Daarnaast zijn grote verschillen terug te vinden in de houding van leerlingen ten opzichte van de wiskundelessen. Opvallend is dat geen enkele leerling (zie figuur 3.1) uit de steekproef zeer graag naar de wiskundeles gaat. Bovendien staan twee leerlingen uiterst negatief tegenover de wiskundeles. Het niet graag naar de les komen heeft niet te maken met het niet goed zijn in wiskunde. De leerlingen die een één scoorden, gaven aan goed tot zeer goed te zijn in wiskunde. Wel gaven deze leerlingen aan wiskunde niet of weinig interessant te vinden.



Figuur 3. 1: Grafiek 'ik kom graag naar de wiskundeles'

#### 3.3.2 Resultaten van de nameting

Na de les vulden de leerlingen de nameting in (zie bijlage 2). Enkele vragen kwamen overeen met de bevraging aan het begin van de les. Uit deze antwoorden kwamen geen grote verschillen voort. In plaats van vijf leerlingen gaven in de nameting vier leerlingen aan dat wiskunde moeilijk was door een score vier te geven. Minder leerlingen gaven aan niet graag naar de wiskundeles te komen. Zo koos geen enkele leerling voor een score één. Drie leerlingen kozen wel voor score twee. Dit kan enerzijds te wijten zijn aan het feit dat de leerlingen genoten hebben van de drama-wiskundeles. Anderzijds

kan het ook zijn dat de leerlingen vriendelijk probeerden te zijn tegenover de stagiair die voor hen stond.

In de open vraag gaven de leerlingen aan het een leuke, originele les te vinden. Sommigen vonden het speciaal, anderen vonden het dan weer fijn om actief bezig te kunnen zijn tijdens een les waar dit normaal nooit het geval is. Tien van de elf leerlingen gaven aan dat ze graag nog zulke lessen wiskunde zouden krijgen. Wel zeggen acht van de elf leerlingen dat ze het gevoel hebben niet echt iets bijgeleerd te hebben. Ze zagen tijdens de les dan ook geen nieuwe leerstof. Het was een herhaling van de leerstof die ze voor de vakantie behandelden. Het gevoel van niet bijgeleerd te hebben, kan ook te wijten zijn aan de manier waarop ze steeds wiskunde krijgen. Normaal krijgen ze theorie en passen ze deze toe op een oefening. Als de oefening juist is, zouden ze iets bijgeleerd hebben. Bij drama gaat het om het proces, het nadenken over de theorie en deze gedachten op een bepaalde manier overbrengen.

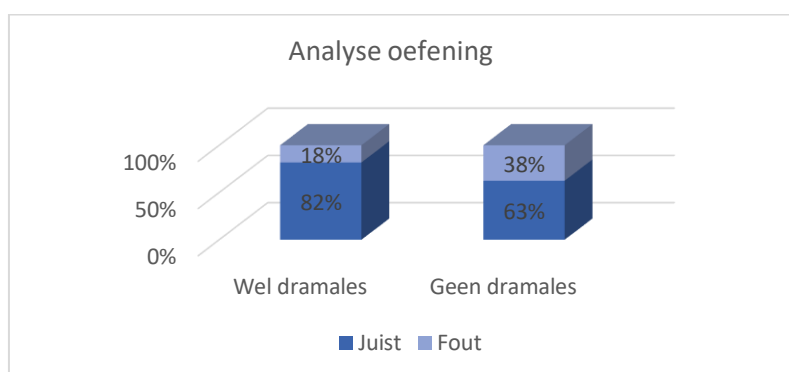
### 3.3.3 Feedback door de leerkracht

Naast feedback van de leerlingen gaf ook de leerkracht haar mening over de les. Ze gaf aan dat de leerlingen aangenaam verrast waren om de leerstof eens op een totaal andere manier te zien. Een leuke les die goed aansloot bij de leerstof noemde ze het. Zelf zou ze een deel van de les willen gebruiken als instap van het lesonderwerp volgend jaar. Wegens tijdsgebrek zou ze niet de volledige dramales benutten.

Uit een gesprek met de leerkracht kwam vooral naar voren dat de leerlingen eerst wat onwennig waren. Ze waren het duidelijk niet gewoon om een wiskundeles op een alternatieve manier aan te pakken. Het duurde even, maar na heel wat aanmoediging, zei ze dat de leerlingen zich op hun gemak voelden en ze volop durfden mee te doen. Ze merkte voornamelijk op dat de betrokkenheid van de leerlingen erg hoog lag. Elke leerling was bezig met de leerstof en met wat tijdens de verschillende lesfasen gebeurde.

### 3.3.4 Toetsing van de leerstof

Aan het einde van de volgende les, wanneer de volledige klas opnieuw aanwezig was, kregen de leerlingen een toepassing van de theorie voorgeschoteld. Na een herhaling van de leerstof was het aan hen om te bepalen of de driehoeken gelijkvormig waren. Wanneer dat het geval was, moesten ze het gelijkvormigheidskenmerk op basis van welke ze dat konden bepalen en de gelijkvormigheidsfactor geven. Hun antwoorden gaven ze af en werden geanalyseerd (zie figuur 3.2).



Figuur 3. 2: Analyse oefening

Negen van de elf leerlingen die de dramales volgden, brachten de oefening tot een goed einde. Tien van de zestien leerlingen die de dramales niet volgden, beantwoordden de vraag juist. Dat verschil is niet significant om het te wijten aan de dramacomponenten. Deze leerlingen hadden de leerstof gedurende een lesuur opgefrist. De andere leerlingen moesten zich baseren op de korte herhaling voor de oefening. De extra les zal waarschijnlijk wel impact gehad hebben op de scores, maar dat zijn niet noodzakelijk de dramacomponenten die deze impact hadden.

### 3.4 Een eigen drama-wiskundeles

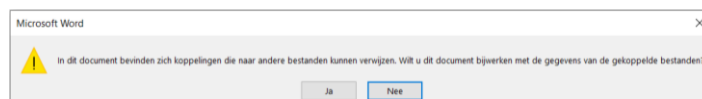
Leerkrachten die een eigen drama-wiskundeles willen maken, kunnen beroep doen op een online hulpmiddel. Het gaat om een online tool die leerkrachten begeleidt in het opstellen van hun eigen les. Deze wordt ter beschikking gesteld via <https://robbecalcoen2001.wixsite.com/eenwiskundigdrama> (Calcoen, 2022) (zie figuur 3.3).



Figuur 3. 3: Website een wiskundig drama

De eigenlijke tool bestaat uit twee documenten: een Excel-bestand en een Word-bestand. Eerst dient het Excel-bestand gedownload te worden. Hierin zijn zeven tabbladen aangebracht, die overeenkomen met de verschillende fasen van het model voor een drama-wiskundeles. De leerkracht dient de stappen in de verschillende tabbladen uit te voeren. Telkens krijgt deze bijkomende uitleg over wat de fase inhoudt. De leerkracht bouwt stapsgewijs de eigen les op.

Wanneer de leerkracht de stappen in het Excel-bestand doorlopen heeft, kan deze ook het Word-bestand downloaden. Bij het openen van dit bestand zal een waarschuwing op het scherm verschijnen (zie figuur 3.4). Het document is namelijk gekoppeld aan het Excel-bestand. Wanneer de gebruiker op 'ja' klikt en dus aangeeft dat deze het document wil bewerken met de gekoppelde bestanden, wordt het document bruikbaar. Alles wat de leerkracht in het Excel-bestand heeft ingevuld, wordt nu op een overzichtelijke manier overgenomen in het document. Dit bestand kan aangepast worden aan de wensen van de leerkrachten. Deze kan extra tussentitels, bordschema's en bijlagen toevoegen.



*Figuur 3. 4: Waarschuwing Word-bestand*

Op deze website is ook een reeds uitgewerkte drama-wiskunde les over de functies van de tweede graad terug te vinden. Deze les werd ontwikkeld om het hulpmiddel voor gebruikers meer aanschouwelijk te maken. Daarnaast gaat het om een les over het onderwerp dat voor de meeste leerlingen een struikelblok is (KU Leuven, 2012). Op deze manier zouden leerkrachten mogelijks meer geneigd zijn de les zelf uit te testen en het thema op een nieuwe manier aan te pakken.

## 4. Besluit

Heeft de implementatie van drama in de wiskundeles een invloed op het gevoel van minder wiskundig gerichte leerlingen uit de tweede graad bij het vak wiskunde? Dat is de vraag op welke deze bachelorproef trachtte een antwoord te formuleren.

Uit de literatuurstudie komt naar voren dat heel wat leerlingen wiskunde moeilijk vinden en weinig intrinsieke motivatie hebben voor het vak. Ook de leerlingen die de drama-wiskundeles hebben gevolgd, gaven aan wiskunde vooral saai, moeilijk en onduidelijk te vinden. De deelnemende leerlingen staan dus eerder negatief tegenover wiskunde.

Leerlingen ervaren een aantal problemen met het vak wiskunde. Dat zou te wijten zijn aan het feit dat wiskunde weinig tastbaar, abstract is. Ze kunnen zich er weinig bij voorstellen. Uit het literatuuronderzoek blijkt dat leerlingen angst hebben voor wiskunde, doordat ze het idee krijgen dat het maar voor enkelingen is weggelegd. De verwondering voor en schoonheid van wiskunde wordt te weinig benadrukt.

Drama is een expressievorm waarbij via een spelvorm actief een rol wordt aangenomen, het proces centraal staat en de deelnemers zelf de sensatie beleven. Doordat drama de betrokkenheid, het welbevinden en de creativiteit van leerlingen kan bevorderen in een schoolse context, lijkt het positief om dat te koppelen aan het moeilijke, abstracte vak wiskunde.

Om drama in de wiskundeles te implementeren, moeten de gelijkenissen tussen de twee vakgebieden benut worden. Ze kunnen beide leerlingen verwonderen, hen kritisch en probleemoplossend leren denken en hen aanzetten om creatief aan de slag te gaan. Op basis van de reeds ontwikkelde modellen en didactieken kon een verloop voor een drama-wiskundeles gevormd worden.

Zoals uit praktijkonderzoek gebleken is, spreekt de combinatie van drama en wiskunde de elf leerlingen uit het derde jaar sportwetenschappen aan. Tien van de elf leerlingen zouden vaker zulke lessen willen krijgen. De meeste leerlingen leken wel niet het gevoel te hebben wiskunde geleerd te hebben tijdens de workshop. Uit gesprekken met de leerkracht van de klasgroep en uit eigen observaties kwam voort dat de leerlingen meer betrokken waren tijdens de drama-wiskundeles en hun welbevinden hoger lag.

De tijdsinvestering zou leerkrachten ervan weerhouden zelf zulke lessen te geven. Toch zouden alle fasen van het model doorlopen moeten worden om het gewenste effect te bekomen (Mesman, 2021). Leerlingen gaven na de drama-wiskundeles wel gelijkaardige antwoorden op de vraag of ze graag naar de wiskundeles komen. Het gevoel ten opzichte van het vak wiskunde is niet veranderd. Gezien de korte tijdsduur tussen beide meetmomenten hoeft dit niet te verbazen. Een houdingsverandering vraagt een langere tijdsperiode.

Uit dit onderzoek is wel gebleken dat leerlingen meer betrokken zijn en een hoger niveau van welbevinden bereiken wanneer drama wordt geïmplementeerd in de wiskundeles.

## 5. Reflectie

Voor dit onderzoek werd een workshop ontwikkeld volgens het nieuwe model voor drama-wiskundelessen. Deze workshop werd uitgetest bij elf leerlingen uit het derde jaar sportwetenschappen. Dit is geen steekproef die representatief is voor de leerlingen uit de tweede graad die minder wiskundig gericht zijn (de populatie). De steekproef is namelijk klein en de leerlingen volgen allemaal dezelfde richting in dezelfde school. Daarnaast krijgen ze maar één workshop, waardoor een verandering in gevoel ten opzichte van een vak vrij onwaarschijnlijk is. De resultaten van dit onderzoek zijn dus niet generaliseerbaar. Het geeft wel een indicatie weer van wat de resultaten zouden kunnen zijn. Het kan een basis zijn voor vervolgonderzoek.

Uit de observaties, enquêtes en gesprekken met de leerkracht bleek dat de betrokkenheid en het welbevinden van leerlingen steeg tijdens de workshop. Dat is in overeenstemming met de verwachtingen dat het gevoel van leerlingen positief wordt beïnvloed door de implementatie van drama binnen de wiskundeles. Met dit onderzoek werd aangetoond dat het mogelijk is om drama te implementeren binnen lessen wiskunde. De online tool zou het voor leerkrachten mogelijk moeten maken om zelf een drama-wiskundeles te ontwikkelen.

Opdat drama haar effect bereikt, dienen deelnemers zich veilig te voelen (Bosch & Dieleman, 2018). Doordat leerlingen tijdens een workshop in een nieuwe omgeving en met nieuwe personen in contact komen, kan het zijn dat de dramavormen niet het gewenste effect hebben gehad. Om een duidelijk en compleet beeld te krijgen, zou een leerkracht gedurende een schooljaar systematisch drama in moeten zetten in bepaalde klassen om uiteindelijk de verschillen met gelijkaardige klassen die geen drama kregen onder de loep te nemen.

Met dit onderzoek zouden drama-wiskundelessen op de kaart gezet moeten worden. Leerlingen kampen met een negatief gedachtepatroon ten opzichte van wiskunde (Hoogervorst, 2019). Ze vinden het vak moeilijk en saai. Om dit weg te werken, dient ingezet te worden op het verhogen van de betrokkenheid en het welbevinden van de leerlingen. Om dat te bereiken blijkt drama een goede keuze. Voordat zulke drama-wiskundelessen worden uitgerold of geïntegreerd kunnen worden in methodeboeken, moet nagegaan worden of zulke drama-wiskundelessen ook binnen andere onderdelen van de eindtermen wiskunde ontwikkeld kunnen worden en of de effecten hierbij dezelfde zijn.

De implementatie van drama binnen de wiskundeles zou idealiter uitgevoerd worden bij leerlingen die de richting humane wetenschappen volgen. Deze leerlingen staan volgens de literatuurstudie het minst positief tegenover wiskunde (KU Leuven, 2012). Hun gevoel ten opzichte van wiskunde zou het meest kunnen veranderen. Daarnaast zijn dit klassen met meer meisjes, die over het algemeen minder scoren voor wiskunde (De Winne, 2019). Leerlingen hebben het meeste nood aan ondersteuning of een nieuwe aanpak bij de lessen rond functies van de eerste en tweede graad (KU Leuven, 2012). Het kan een optie zijn om deze theorie met drama te benaderen.

Het advies voor vervolgonderzoek is dan ook het onderzoeken welke andere initiatieven het negatieve gedachtepatroon waar leerlingen mee kampen bij wiskunde kunnen wegwerken. Ook is het interessant om na te gaan welk effect het krijgen van dramalessen op school heeft op vlak van de persoonlijke ontwikkeling van leerlingen. Ontwikkelen ze bepaalde vaardigheden die andere leerlingen niet hebben?

## Literatuurlijst

- Arteveldehogeschool Gent (2016, 16 december). STEM + Arts = STEAM. Op *Arteveldehogeschool.be* [Website]. Geraadpleegd op 4 januari 2022 via <https://www.arteveldehogeschool.be/projecten/stem-arts-steam>
- Bosch, K., & Dieleman, C. (2018). Leereffecten van drama: de onterecht ondergeschikte rol van theatereducatie. *Cultuur+educatie*, 17 (nr.49). Geraadpleegd op 6 januari 2022 via [https://kca.nl/wp-content/uploads/2020/01/ce49\\_leereffecten-van-drama\\_-karlot\\_bosch\\_cock\\_dieleman-1.pdf](https://kca.nl/wp-content/uploads/2020/01/ce49_leereffecten-van-drama_-karlot_bosch_cock_dieleman-1.pdf)
- Calcoen, R. (2022). Een wiskundig drama. Op *Wixsite.com* [Website]. Geraadpleegd op 17 mei 2022 via <https://robbecalcoen2001.wixsite.com/eenwiskundigdrama>
- Cornelis, I. (2017). *Theater* [Cursus]. Mechelen: Thomas More Mechelen.
- D'Haeninck, T., Harteel, T., Ruys, N., & Spanhove, M. (2019). Wiskunde hoeft niet saai te zijn. *Vector*, 2 (5), 27-28. Geraadpleegd op 28 oktober via [https://issuu.com/diekeure/docs/vector5\\_highres](https://issuu.com/diekeure/docs/vector5_highres)
- Deprez, J., Gielen, S., Janssen, R., Janssens, D., Van Dooren, W., Francis, T. et al. (2012). Peiling wiskunde in de tweede graad algemeen secundair onderwijs. Op *Vlaanderen.be* [Website]. Geraadpleegd op 13 oktober via <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/11103>
- Deliën, S. (2007). *Drama in het onderwijs* [Eindwerk]. Vorselaar: Katholieke hogeschool Kempen, departement lerarenopleiding. Geraadpleegd op 26 december 2021 via [https://repository.teneo.libis.be/delivery/DeliveryManagerServlet?dps\\_pid=IE2674707&](https://repository.teneo.libis.be/delivery/DeliveryManagerServlet?dps_pid=IE2674707&)
- De Nooij, H. (2021). Vormgevingsmodel Drama. Op *Creëer en Leer* [Website]. Geraadpleegd op 7 januari 2022 via <https://www.creeerenleer.nl/ondersteuning/procesgerichte-didactiek-2-o/vormgevingsmodel-drama/>
- De Standaard (1999, 5 november). Het wonder van de schone taal. *De Standaard*, p. 13. Geraadpleegd op 23 januari via <https://academic.gopress.be/wsnf5q1etk/>
- De Winne, I. (2019). PISA resultaten 2018 voor wiskunde: de cijfers. *VVWL.be* [Website]. Geraadpleegd op 25 oktober 2021 via <https://www.vvw.be/pisa-resultaten-2018-voor-wiskunde-de-cijfers/>.
- De Vries, T. (2014). Didactieken en vernieuwingen. Op *Vakverdieping kunsteducatie* [Website]. Geraadpleegd op 7 januari 2022 via <https://vakverdiepingkunsteducatie.weebly.com/didactieken-en-vernieuwingen.html>
- Drenth, P., & Resing, W. (2007). *Intelligentie: meten en weten* (tweede editie). Amsterdam: Uitgeverij Nieuwezijds.
- Eigenbauer, K. (2021). *Mathe Spiele* [Onuitgegeven intern document]. Wenen: Kphvie.
- Erauw, I. (2021). Programme for International Student Assessment (PISA). Op *OnderwijsVlaanderen.be* [Website]. Geraadpleegd op 25 oktober 2021 via <https://onderwijs.vlaanderen.be/nl/programme-for-international-student-assessment-pisa>
- Grommen, S. (2019, 14 maart). "Wiskunde hoeft niet saai te zijn": Vlaamse wiskundigen verenigen zich om hun wetenschap te promoten. Op *vrtnws.be* [Website]. Geraadpleegd op 27 oktober 2021 via <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2019/03/13/wiskunde-hoeft-niet-saai-te-zijn-vlaamse-wiskundigen-verenige/>



- Harper, D. (2021). Definition and etymology of drama. Op *Etymonline.com* [Website]. Geraadpleegd op 3 januari 2022 via <https://www.etymonline.com/word/drama>
- Hoogervorst, R. (2019). De vergeten schoonheid van wiskunde. Op *De Bijlesmeester* [Website]. Geraadpleegd op 29 oktober via <https://debijlesmeester.nl/de-vergeten-schoonheid-van-wiskunde/>
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics. Op *National Academic Press* [Website]. Geraadpleegd op 28 oktober 2021 via <https://www.nap.edu/read/9822/chapter/6>
- Konings, M. (2021). Nascholing Drama. Op *Musical On Stage* [Website]. Geraadpleegd op 3 januari 2022 via <https://www.musicalonstage.be/nascholing-drama.html>
- Kotte, K. (2017). Procesgerichte didactiek: een denkkader. Op *Kunstedu.nl* [Website]. Geraadpleegd op 24 januari 2022 via [https://kunstedu.nl/wp-content/uploads/2017/02/denkkader-cultuureducatie\\_2017\\_web-1.pdf](https://kunstedu.nl/wp-content/uploads/2017/02/denkkader-cultuureducatie_2017_web-1.pdf)
- KOV (2021a). Leerplan Wiskunde C 2de graad D-finaliteit. Op *Katholiekonderwijs.vlaanderen.be* [Website]. Geraadpleegd op 10 oktober 2021 via <https://api.katholiekonderwijs.vlaanderen/content/d5b9d358-3b83-4970-9b42-923db4a5e859/attachments/Leerplan%20II-WisS-d.pdf>
- KOV (2021b). Wiskundeonderwijs. Op *Katholiekonderwijs.vlaanderen.be* [Website]. Geraadpleegd op 20 oktober 2021 via <https://pro.katholiekonderwijs.vlaanderen/wiskundeonderwijs>
- Lockhart, P. (2009). *A mathematician's lament*. New York: Bellevue Literary Press. 9781934137178
- Mesman, E. (2020). Op *DramaOnline.be* [Website]. Geraadpleegd op 3 januari 2022 via <https://dramaonline.nl/verschil-tussen-toneel-theater-en-drama/>
- Mieras, M. (2020). De impact van Kunst en Leren op het brein van kinderen en jongeren. Op *Cultuurkuur.be* [Website]. Geraadpleegd op 5 januari 2022 via <https://www.cultuurkuur.be/inspiratie/de-impact-van-kunst-en-leren-op-het-brein-van-kinderen-en-jongeren>
- Muzeem. (2016). Drama. Op *Muzeem.be* [Website]. Geraadpleegd op 8 januari 2022 via <https://muzeem.weebly.com/drama1.html>
- Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek. (2020, 18 december). Wat zijn de leereffecten van kunstonderwijs? Op *Leraar24.nl* [Website]. Geraadpleegd op 6 januari 2022 via <https://www.leraar24.nl/50703/leereffecten-van-kunstonderwijs/>
- O'Toole, G. (2019). Tell me and I forget; teach me and I may remember; involve me and I learn. Op *Quoteinvestigator.com* [Website]. Geraadpleegd op 22 januari 2022 via <https://quoteinvestigator.com/2019/02/27/tell/>
- Prins, C. (2014). *De kracht van drama voor het onderwijs: Hoe drama betrokkenheid, welbevinden en sociale vaardigheden vergroot in de bovenbouw* [Eindwerk]. Nederland: NTI, Master SEN. Geraadpleegd op 4 januari 2021 via <https://surfsharekit.nl/objectstore/c2e0c000-d091-4bf4-9c20-2e8a9862e1b4>

- Roosendael, W. (2021). Werkvormen dramatische vorming. Op *Muze Muzette* [Website]. Geraadpleegd op 8 januari 2022 via <https://www.muzemuzette.com/automatisch/minigids%20dramacompositie%202>
- Samaey, G. (2019). Het wiskundeonderwijs moet anders. Op *EOS Wetenschap* [Website]. Geraadpleegd op 28 oktober 2021 via <https://www.eoswetenschap.eu/natuurwetenschappen/het-wiskundeonderwijs-moet-anders>
- Schanzer, E. (2016, 13 december). *TEDx talks: Why is algebra so hard?* [Youtube video]. Geraadpleegd op 24 oktober 2021 via <https://www.youtube.com/watch?v=FbqnaoU-3VI>
- Schoonheim, T. (2020). Waar komt het woord 'wiskunde' vandaan? Op *Instituut voor de Nederlandse Taal.org* [Website]. Geraadpleegd op 12 oktober 2021 via <https://ivdnt.org/actueel/woorden-van-de-week/woordbaak/waar-komt-het-woord-wiskunde-vandaan/>
- SLO. (2012). Gardner. Op *talentstimuleren.nl* [Website]. Geraadpleegd op 20 januari via <https://talentstimuleren.nl/thema/begaafdheid/theorie-modellen/gardner>
- Soto Y Koelemeijer, G. (2015). Blijven nadenken over wiskundeonderwijs. Op *Onderzoekonderwijs.net* [Website]. Geraadpleegd op 1 november 2021 via <https://onderzoekonderwijs.net/2015/11/28/blijven-nadenken-over-wiskundeonderwijs/>
- Surbhi, S. (2020). Difference Between Play and Drama. Op *Key Differences.com* [Website]. Geraadpleegd op 3 januari 2022 via <https://keydifferences.com/difference-between-play-and-drama.html>
- Svodobova, R. (2021). *How the language of encounter can deal with language of aggression* [Onuitgegeven intern document]. Wenen: Kphvie
- Domain of Science. (2017, 1 februari). *The map of mathematics* [YouTube video]. Geraadpleegd op 7 oktober 2021 via <https://www.youtube.com/watch?v=OmJ-4B mS-Y>
- Turecek, E. (2021). *The relevance of drama in teacher education: a short statement* [Onuitgegeven intern document]. Wenen: Kphvie
- Van Berlo, L. (2021). Kunstvakken in het secundair onderwijs in gevaar: Oproep voor een democratische school. Op *Skolo.org* [Website] Geraadpleegd op 4 januari 2022 via <https://www.skolo.org/nl/2021/07/24/kunstvakken-in-het-secundair-onderwijs-in-gevaar/>
- Van Boesschoten, W. (2002). *Lexicon voor de kunstvakken* (4de editie). Tilburg: Uitgeverij Remmers. 9789067620949
- Vanlommel, S. (2019). Het verbeteren gevecht van de wiskundeleraar. Op *Tijd.be* [Website]. Geraadpleegd op 25 oktober 2021 via <https://www.tijd.be/politiek-economie/belgie/algemeen/het-verbeten-gevecht-van-de-wiskundeleraar/10188927.html>
- Van Twembeke, E. (2021). 2e graad/ Doorstroomfinaliteit - Eindtermen Wiskunde: Digitale Roadshow. Op *VVWL.be* [Website]. Geraadpleegd op 22 oktober 2021 via <https://www.vvwl.be/eindtermen/2e-graad-doorstroom/>
- Verhoeven, B. (2022). Op *ERLNMYR.be* [Website]. Geraadpleegd op 24 januari 2022 via <https://www.erlnmyr.be/>
- Vermeersch, B. (2021, 16 juni). Kunstleerkrachten vechten nieuwe eindtermen aan bij Grondwettelijk Hof: "Brenge kunstvakken in het gedrang". Op *vrtnws.be* [Website]. Geraadpleegd op 4 januari

2022 via <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2021/06/16/kunstleerkrachten-uit-alle-netten-vechten-nieuwe-eindtermen-aan/>

Verschaeren, B. (2016). Recensie: wiskunde als verbinding in een verscheurde maatschappij. Op *Cabaret.nl* [Website]. Geraadpleegd op 23 januari 2022 via <http://www.cabaret.nl/Cabaretiers-en-cabaretgroepen/cabaretier/recensies/recensie/?Id=156>

Vlaamse overheid. (2021). Secundair Onderwijs - 2de graad – na modernisering. Op [onderwijsdoelen.be](https://onderwijsdoelen.be) [Website]. Geraadpleegd op 14 oktober 2021. [https://onderwijsdoelen.be/resultaten?onderwijsstructuur=SO\\_2DE\\_GRAAD&version=V2\\_o&filters=onderwijsniveau%255Bo%255D%255Bid%255D%3D0767c5a44ffdc8a05697bbe5b2021167fb49cf6e%26onderwijsniveau%255Bo%255D%255Btitel%255D%3D%26Secundair%2520onderwijs%26onderwijsniveau%255Bo%255D%255Bwaarde%255D%3D%26Secundair%2520onderwijs%26onderwijssoort%255Bo%255D%255Bid%255D%3Dd614031b440b32c6f1441ccde2cdc6620b9f2977%26onderwijssoort%255Bo%255D%255Btitel%255D%3D%26Secundair%2520onderwijs%2520%253E%2520Secundair%26onderwijssoort%255Bo%255D%255Bwaarde%255D%3D%26Secundair%26so\\_graad%255Bo%255D%255Bid%255D%3D4a3baa9f1d45654512ad68bfffca369060cbdd06%26so\\_graad%255Bo%255D%255Btitel%255D%3D%26Secundair%2520onderwijs%2520%253E%2520Secundair%2520%253E%2520de%2520graad%26so\\_graad%255Bo%255D%255Bwaarde%255D%3D%26de%2520graad%26versie%255Bo%255D%255Bwaarde%255D%3D2.0](https://onderwijsdoelen.be/resultaten?onderwijsstructuur=SO_2DE_GRAAD&version=V2_o&filters=onderwijsniveau%255Bo%255D%255Bid%255D%3D0767c5a44ffdc8a05697bbe5b2021167fb49cf6e%26onderwijsniveau%255Bo%255D%255Btitel%255D%3D%26Secundair%2520onderwijs%26onderwijsniveau%255Bo%255D%255Bwaarde%255D%3D%26Secundair%2520onderwijs%26onderwijssoort%255Bo%255D%255Bid%255D%3Dd614031b440b32c6f1441ccde2cdc6620b9f2977%26onderwijssoort%255Bo%255D%255Btitel%255D%3D%26Secundair%2520onderwijs%2520%253E%2520Secundair%26onderwijssoort%255Bo%255D%255Bwaarde%255D%3D%26Secundair%26so_graad%255Bo%255D%255Bid%255D%3D4a3baa9f1d45654512ad68bfffca369060cbdd06%26so_graad%255Bo%255D%255Btitel%255D%3D%26Secundair%2520onderwijs%2520%253E%2520Secundair%2520%253E%2520de%2520graad%26so_graad%255Bo%255D%255Bwaarde%255D%3D%26de%2520graad%26versie%255Bo%255D%255Bwaarde%255D%3D2.0)

VSK. (2019). De nieuwe eindtermen: 5 vragen en antwoorden. Op *Scholierenkoepel.be* [Website]. Geraadpleegd op 4 januari 2022 via <https://www.scholierenkoepel.be/artikels/de-nieuwe-eindtermen-5-vragen-en-antwoorden>

Wade-Leeuwen, B., Vovers, J., & Silk, M. (2018). Explainer: what's the difference between STEM and STEAM? Op *Theconversation.com* [Website]. Geraadpleegd op 4 januari 2022 via <https://theconversation.com/explainer-whats-the-difference-between-stem-and-steam-95713>


Windels, B. (2012). Het 6e-model. *Nieuwe Wiskrant*, 2012, 32–2. Geraadpleegd op 15 oktober 2021 via [http://www.fisme.science.uu.nl/wiskrant/artikelen/322/322december\\_windels.pdf](http://www.fisme.science.uu.nl/wiskrant/artikelen/322/322december_windels.pdf)

Woo, E. (2018). *Mathematics is the sense you never knew you had*. [YouTube video]. Geraadpleegd op 28 oktober via <https://www.youtube.com/watch?v=PXwStduNw14>

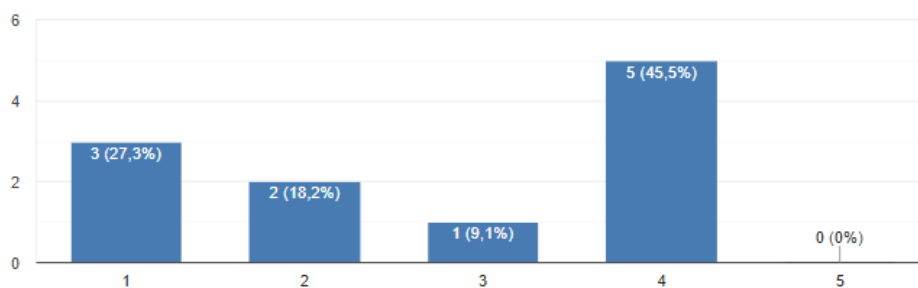
## Overzicht van de bijlagen

### Bijlage 1


Ik vind wiskunde moeilijk.

 Kopiëren

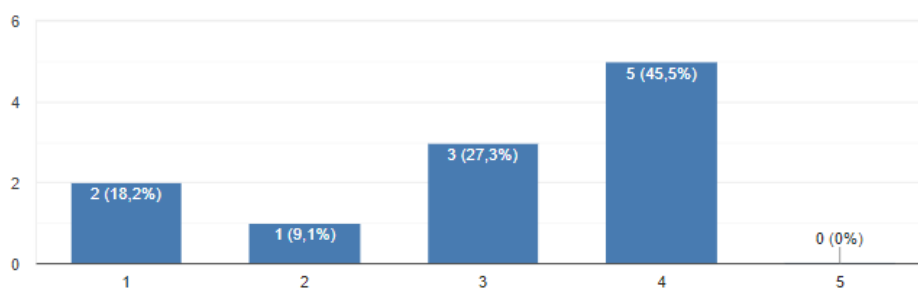
11 antwoorden




Ik kom graag naar de wiskundeles.

 Kopiëren

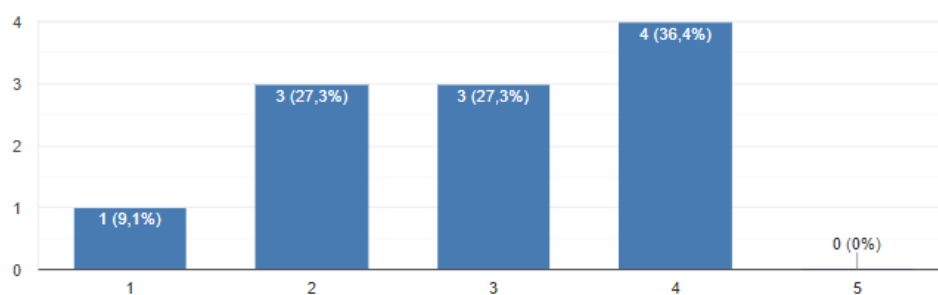
11 antwoorden




Ik vind wiskunde interessant.

 Kopiëren

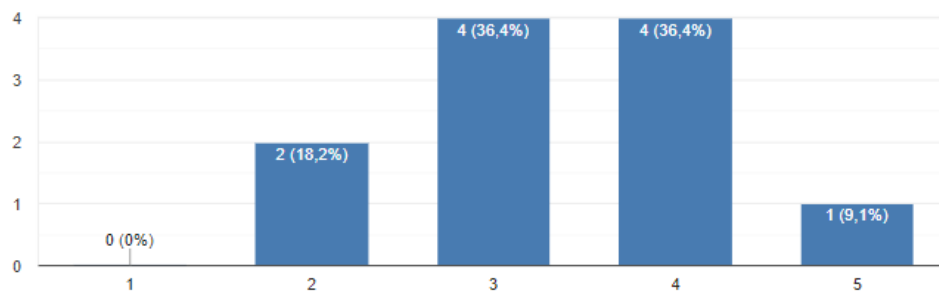
11 antwoorden




**Ik ben goed in wiskunde.**

 [Kopiëren](#)

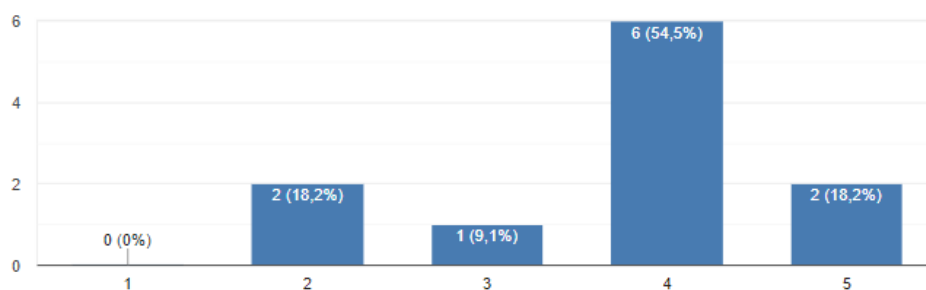
11 antwoorden



**Ik voel me goed in deze klas.**

 [Kopiëren](#)

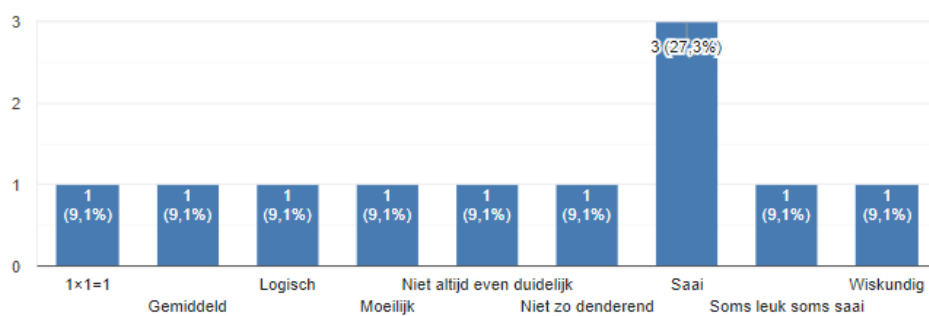
11 antwoorden



**Als ik wiskunde voor mezelf in één woord moet omschrijven, noem ik het ...**


 [Kopiëren](#)

11 antwoorden

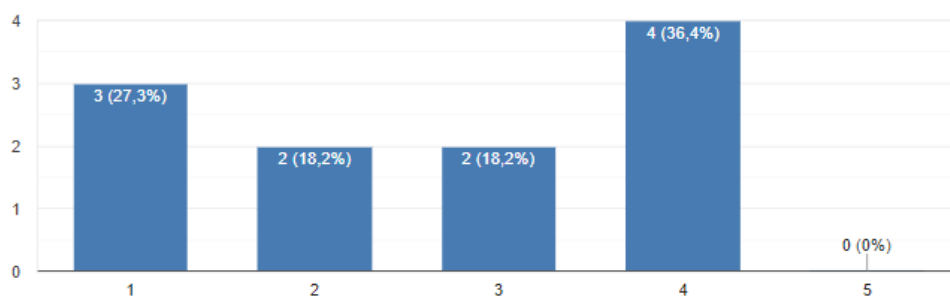


## Bijlage 2


Ik vind wiskunde moeilijk.

 Kopiëren

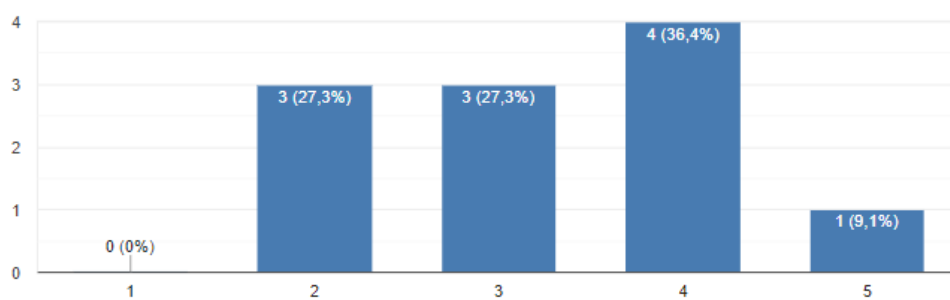
11 antwoorden



Ik kom graag naar de wiskundeles.

 Kopiëren

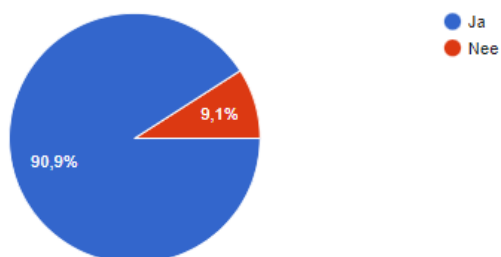
11 antwoorden




Ik zou graag vaker lessen zoals vandaag krijgen.

 Kopiëren

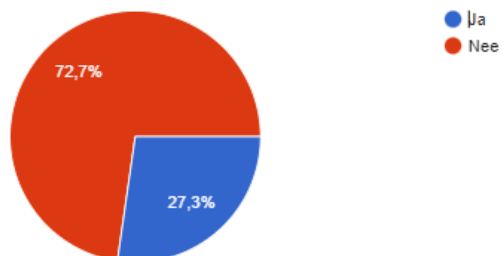
11 antwoorden



Ik heb iets bijgeleerd tijdens de les.

 Kopiëren

11 antwoorden



Vertel kort wat je vond van de les.

11 antwoorden

- Leuk
- Was grappig
- Tof
- Geen echte wiskundeles
- Gek
- Creatief
- Speciaal, leek geen wiskundeles
- Leuk om iets echt te doen
- Was een totaal nieuwe manier
- In het begin heel vreemd, dan wel leuk

