

Images of Numeracy

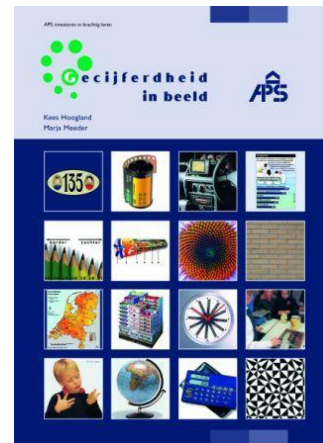
Investigating the effects of visual representations of problem situations in contextual mathematical problem solving

Kees Hoogland



Kees Hoogland
K.Hoogland@slo.nl

Rekenen en de werkelijkheid



Opbouw lezing

- Onderzoek en wat daarbij komt kijken
 - Ontwerp
 - Validatie
 - Uitvoering
 - Analyse
 - Opschrijven
- Mogelijke implicaties
 - (re)Presentatie van problemen/situaties in de rekenles
- Doorkijkje naar de toekomst
 - Beeld -> Video-clips -> Augmented reality



In de badkamer zitten twee ramen. Ze zijn 0,90 m breed en 1,35 m hoog.
Je wilt hier dubbelglas in laten zetten.
Dubbelglas kost € 148,- per m².

Hoeveel kost het om in deze ramen dubbelglas te laten zetten?

€

Age of the captain

- Suspension of sense making
- Computational approach

Een kapitein bezit 26 schapen en 10 geiten.

Hoe oud is de kapitein?



Wie alt ist der Kapitän?

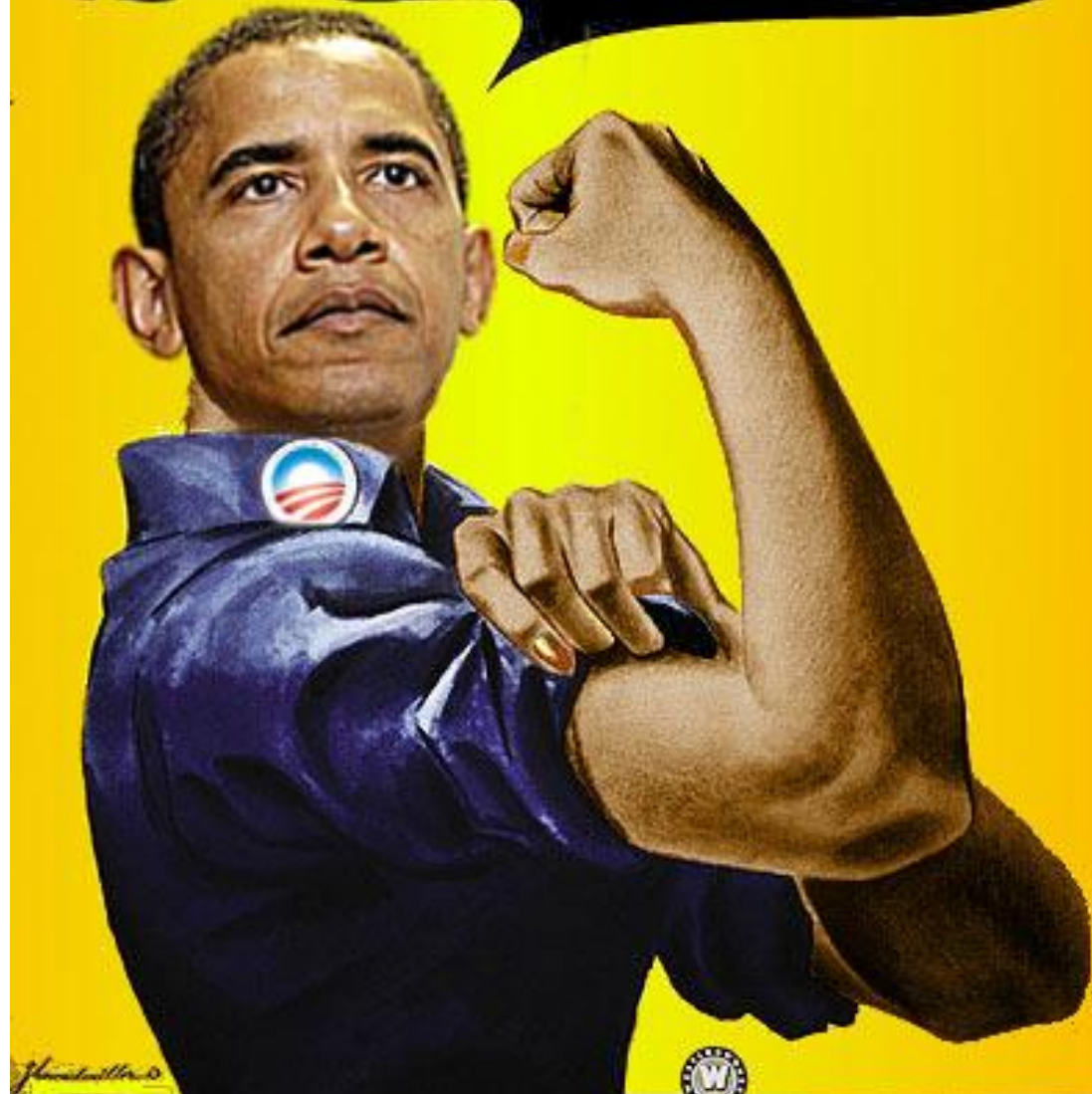
Puisque tu fais de la géométrie et de la trigonométrie, je vais te donner un problème : un navire est en mer, il est parti de Boston chargé de coton, il jauge 200 tonneaux. Il fait voile vers le Havre, le grand mât est cassé, il y a un mousse sur le gaillard d'avant, les passagers sont au nombre de douze, le vent souffle N.-E.-E., l'horloge marque 3 heures un quart d'après-midi, on est au mois de mai... On demande l'âge du capitaine ?

Flaubert, 1841

Achterliggende praktijkvraag

- Kunnen we het gewenste leerlingengedrag in dergelijke contextopgaven stimuleren door deze meer realistisch en authentiek te maken?

Yes, We Can!



Howard Chandler Christy

POST FEB. 15 TO FEB. 20



WAR PRODUCTION CO-ORDINATING COMMITTEE



Hoeveel kost het om in deze ramen dubbelglas te laten zetten?

€



Appels van het ras Elstar worden verkocht in tassen van 2,5 kg.
Je weegt één appel en je vindt als gewicht 157 gram.

Hoeveel appels zitten er ongeveer in een tas?

appels

BEWAAR

OVERSLAAN



Hoeveel appels zitten er ongeveer in een tas?

appels

BEWAAR

OVERSLAAN



Je koopt boodschappen voor € 21,30.

Je betaalt met een biljet van 50 euro en twee munten van een euro.

Hoeveel krijg je terug?

€

Je moet betalen

Je betaalt met

SUPERMARKT

Daliastraat 4
5707 SJ Helmond
0492-527384

15	blik cola 330ml	0.90	13.50
13	chips flav. pnt. light	0.60	7.80

aantal art. 28	subtotaal	21,30
----------------	-----------	-------

TOTAAL	21.30
---------------	--------------



Hoeveel krijg je terug?

€

BEWAAR

OVERSLAAN



Meneer Kremers woont in Groningen. Hij gaat met de auto naar Maastricht.

De afstand van Groningen naar Maastricht is 350 km.

De auto verbruikt 1 liter benzine per 16 km.

Hoeveel liter benzine gebruikt de auto voor de heen- en terugreis samen?

liter



Hoeveel liter benzine gebruikt de auto voor de heen- en terugreis samen?

liter

Onderzoeksvraag

- Wat is bij wiskundige contextopgaven het effect op de score van leerlingen van een verandering in de representatie van de probleemsituatie van beschrijvend naar voornamelijk beeldend?

Rationales

- Persoonlijke drijfveer
 - Tegengaan "suspension of sense-making" in de reken- en wiskundeles
- Internationale trends:
 - Internationale verschuiving in reken- en wiskundeonderwijs van aandacht voor procedure naar probleemoplossen en modelleren.
 - Toenemende aandacht voor visualiseren van informatie en van (re)presentaties van de werkelijkheid voor educatieve doeleinden.
 - Steeds meer onderzoeksresultaten naar problemen die leerlingen ondervinden bij oplossen "talige" reken- en wiskunde problemen.

Ontwerp van hoofdonderzoek

- Toets met 24 opgaven
- 21 vragen in 2 varianten A and B:
 - A = talige representatie
 - B = beeldende representatie
- Grootschalige onderzoek
 - 179 scholen (basisonderwijs, middelbaar onderwijs en mbo)
 - 31.842 deelnemers
- Spreiding over het land

Beantwoording onderzoeksvraag

Het veranderen van de representatie van de probleemsituatie van beschrijvend naar voornamelijk beeldend door gebruik te maken van foto's, vergroot de kans dat leerlingen tot een correcte oplossing van het probleem komen. We interpretern dit als een indicatie dat het uitschakelen van het gezond verstand iets minder heeft plaatsgevonden. De veranderingen in de genoemde kans zijn klein en in zekere mate afhankelijk van het domein van de taak. (p. 251)

Of kortweg: Ze scoren gemiddeld net wat beter op de opgaven met plaatjes.

Je moet betalen

SUPERMARKT

Deliastreet 4
5707 SJ Helmond
0492-527384

15	blik cola 330ml	0.90	13.50
13	chips flav. pnt. light	0.60	7.80
aantal art. 28		subtotaal	21,30
TOTAAL			21.30

Je betaalt met



Hoeverl krijg je terug?

€

BEWAAR

OVERSLAAN

>

Je koopt boodschappen voor € 21,30.
Je betaalt met een biljet van 50 euro en twee munten van een euro.

Hoeveel krijg je terug?

€

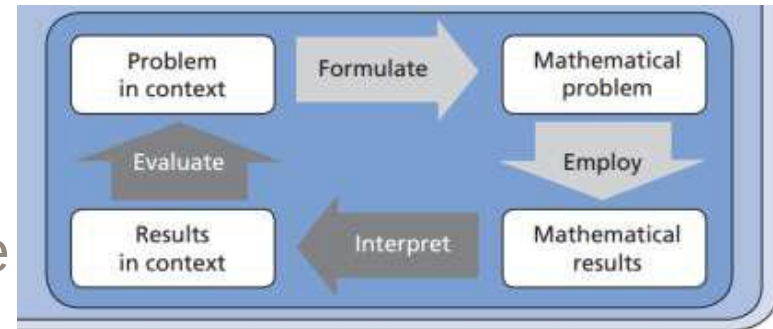
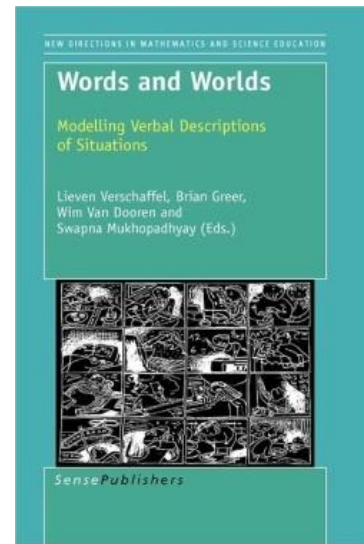
A

Overzicht van het onderzoek

- Theoretisch kader – redeneerlijn (Ch. 1)
- Exploratief onderzoek (Ch 2.)
- Ontwerp en validatie van het instrument (Ch. 3)
- Gebruik van het instrument
 - Proefafname (Ch.3)
 - Hoofdafname (Ch.4)
 - Replicatie (Ch. 6)
- Analyse en resultaten
 - Hoofdeffect (Ch. 4)
 - Achtergrondvariabelen (Ch. 4)
 - Item-eigenschappen (Ch. 5)

Theoretische achtergronden

- Specifieke problemen van leerlingen bij het oplossen van “word problems” (Verschaffel e.a. 2000, 2009)
 - Suspension of sense making
 - Oppervlakkige oplossingsstrategieën
 - De werkelijkheid negeren
 - Stereotiepe problemen
 - Ineffectieve “classroom culture”
- Wat we weten over probleemoplossen en modelleren bij rekenen en wiskunde
- Specifieke effecten van beeldgebruik i.p.v. taalgebruik
 - Tekst + beeld interactie (Dual Coding, Cognitive Load)
 - Cognitieve effecten van representatie bij probleemoplossen (Cognitive psychology)



Different “models” of modelling and problem solving

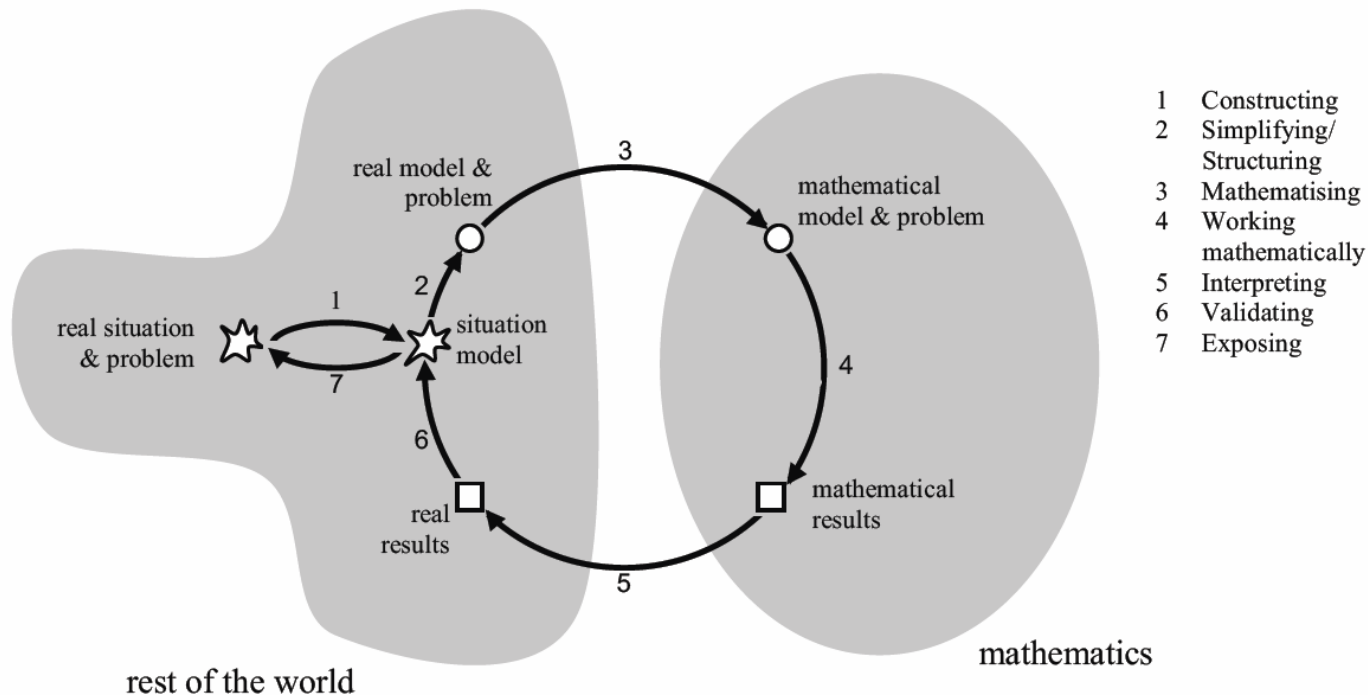


Figure 1 – Modelling cycle

Blum, Werner, Galbraith, Peter L., Henn, Hans-Wolfgang, & Niss, Mogens (Eds.). (2007). *Modelling and applications in mathematics education - The 14th ICMI study*. New York, USA: Springer Science & Business Media B.V.

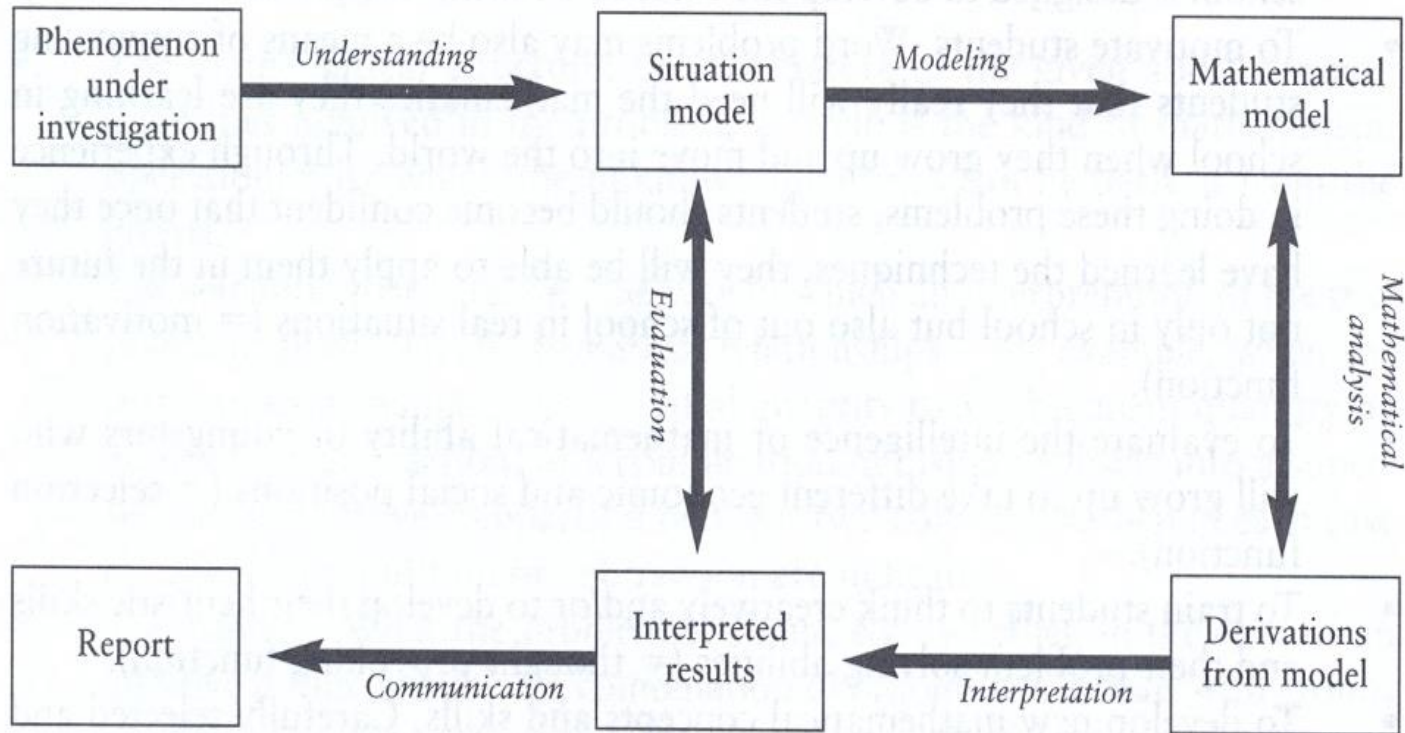


Fig. 0.1 Schematic diagram of the process of modeling.

(Verschaffel , Greer, & De Corte, 2000, p. ix)

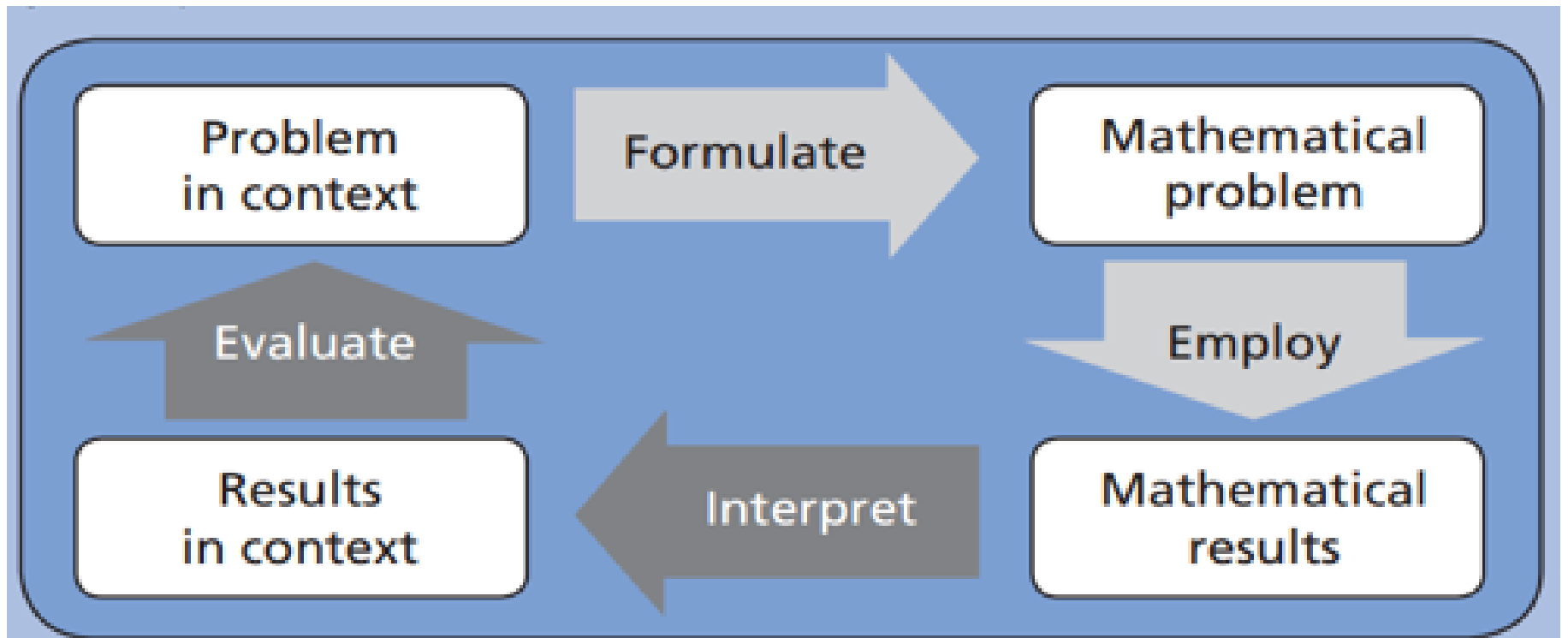
Words and Worlds

Modelling Verbal Descriptions of Situations

Lieven Verschaffel, Brian Greer,
Wim Van Dooren and
Swapna Mukhopadhyay (Eds.)



SensePublishers



A model of mathematical literacy in practice

Challenge in real world context

Mathematical content categories: Quantity; Uncertainty and data; Change and relationships; Space and shape

Real world context categories: Personal; Societal; Occupational; Scientific

Mathematical thought and action

Mathematical concepts, knowledge and skills

Fundamental mathematical capabilities: Communication; Representation; Devising strategies; Mathematisation; Reasoning and argument; Using symbolic, formal and technical language and operations; Using mathematical tools

Processes: Formulate; Employ; Interpret/Evaluate

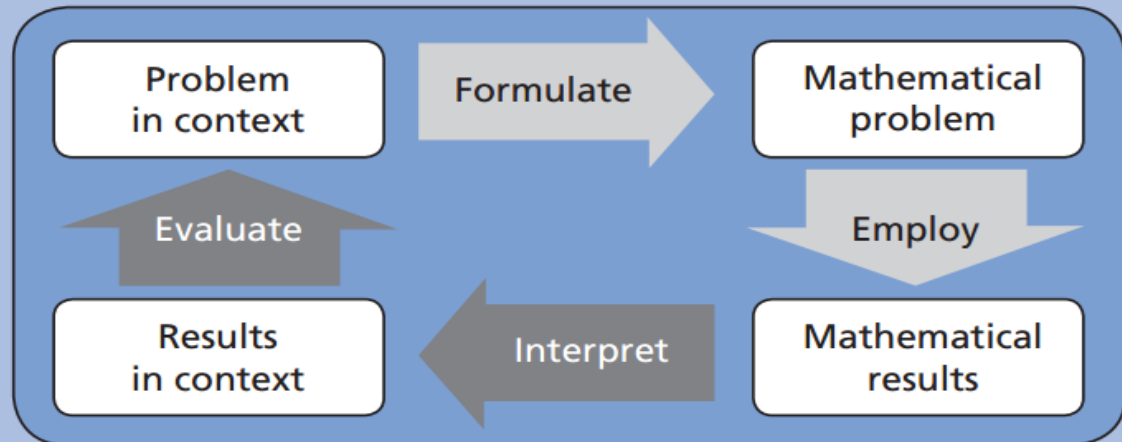
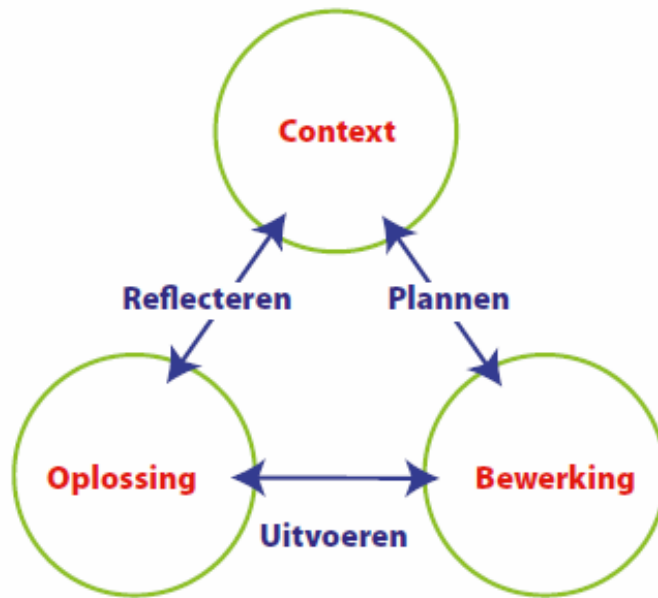


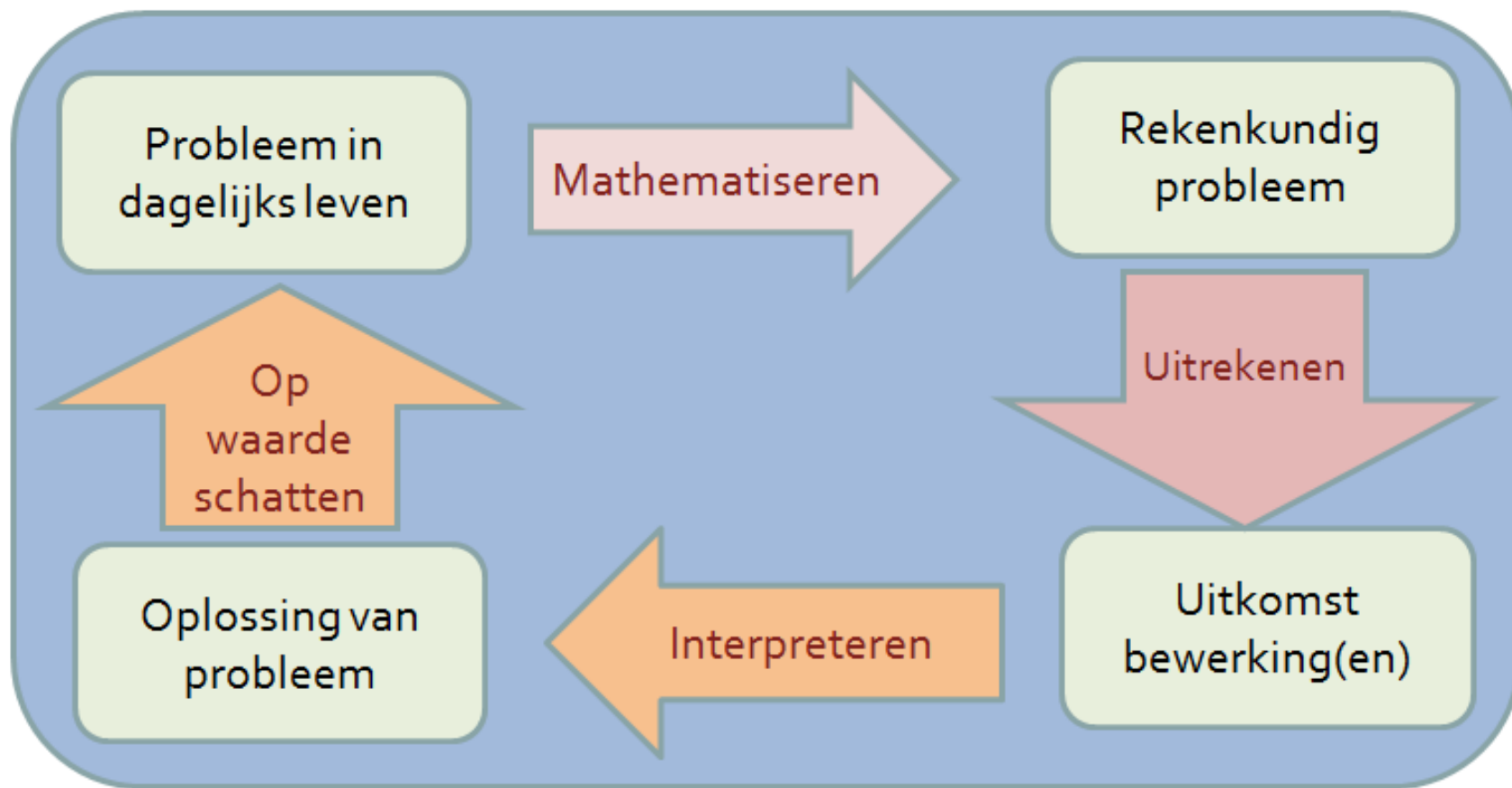
Fig. 1. A model of mathematical literacy in practice. From OECD (2013) (p. 26).

Verskillende modellen

Protocol ERWD



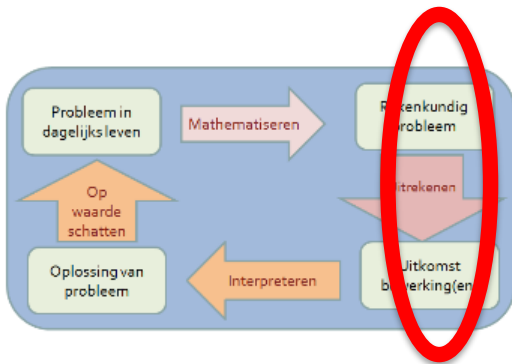
Afbeelding 5.8 Het drieslagmodel





Answer getting

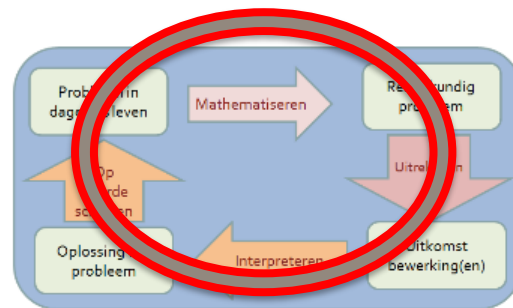
- Only right hand side
- The other parts are just "noise".
- It is all about the operations.



Problem solving



- Always the whole cycle.
- It is an organic system.
- Horizontal steps are the essence of mathematical thinking.

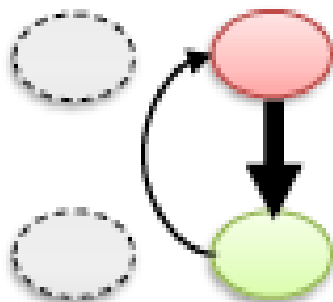


1. Situatie en probleem analyseren

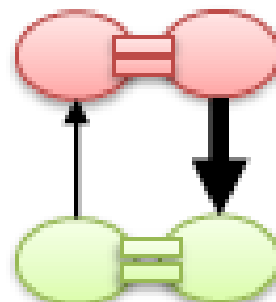


Figuur 1: Een probleemoplossingscyclus voor rekenproblemen

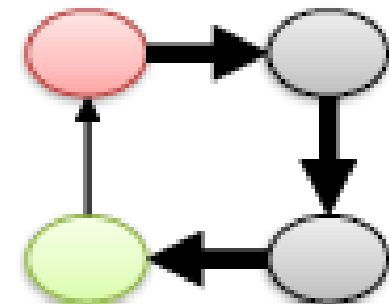
(a) Toetsing van 'paraat hebben' door middel van een contextloze opgave



(b) Toetsing van 'paraat hebben' door middel van een opgave met een eenvoudige context



(c) Toetsing van 'functioneel gebruik' door middel van een contextopgave



- startpunt van het oplossingsproces



- eindpunt van het oplossingsproces



- door kandidaat uit te voeren activiteit



- mogelijkheid de juistheid van een uitkomst of oplossing te controleren



- onderdelen vallen (min of meer) samen

Figuur 2: Drie soorten opgaven in beeld gebracht

Exploratief onderzoek

Door leerlingen ervaren gecijferdheidssituaties zijn te duiden vanuit nationale en internationale “numeracy frameworks”.

Beroepsgerichte leerlingen tonen meer wiskundige kennis en vaardigheden met concrete materialen of producten bij de hand.

=> Aangescherpte ontwerpcriteria voor items

Ontwerp van hoofdonderzoek

- Toets met 24 items waarvan 21 items in 2 equivalente varianten A and B:
 - A = talige representatie
 - B = beeldende representatie
- Grootschalige trial als rekentoets
 - random 12 A + 12 B, random volgorde
 - controled randomised trial
- $n = 31.842$ (po 969, vmbo 12.459, hv 16.588, mbo 1.146)
- Gecontroleerde afnamecondities (“officiële” 2F toets)
- Spreiding over het land - representativiteit wordt verondersteld



Appels van het ras Elstar worden verkocht in tassen van 2,5 kg.
Je weegt één appel en je vindt als gewicht 157 gram.

Hoeveel appels zitten er ongeveer in een tas?

appels

BEWAAR

OVERSLAAN



In de badkamer zitten twee ramen. Ze zijn 0,90 m breed en 1,35 m hoog.
Je wilt hier dubbelglas in laten zetten.
Dubbelglas kost € 148,- per m².

Hoeveel kost het om in deze ramen dubbelglas te laten zetten?

€



Je koopt boodschappen voor € 21,30.

Je betaalt met een biljet van 50 euro en twee munten van een euro.

Hoeveel krijg je terug?

€



Meneer Kremers woont in Groningen. Hij gaat met de auto naar Maastricht.

De afstand van Groningen naar Maastricht is 350 km.

De auto verbruikt 1 liter benzine per 16 km.

Hoeveel liter benzine gebruikt de auto voor de heen- en terugreis samen?

liter



Hoeveel appels zitten er ongeveer in een tas?

appels

BEWAAR

OVERSLAAN



Hoeveel kost het om in deze ramen dubbelglas te laten zetten?

€

Je moet betalen

Je betaalt met

SUPERMARKT

Daliastraat 4
5707 SJ Helmond
0492-527384

15	blik cola 330ml	0.90	13.50
13	chips flav. pnt. light	0.60	7.80

aantal art. 28	subtotaal	21,30
----------------	-----------	-------

TOTAAL	21.30
---------------	--------------



Hoeveel krijg je terug?

€

BEWAAR

OVERSLAAN



Hoeveel liter benzine gebruikt de auto voor de heen- en terugreis samen?

liter

Ontwerp en validatie instrument

Table 3.2

Overview of activities undertaken in design of the instrument to counter threats to validity and reliability

Phase of development	Number of research activity	Description of research activity	To counter threats to:				
Design	1	Selecting 40 existing items around level 2F of the LaNF.	content validity				
	2	Designing 40 alternatives and gathering comments on quality of 40 paired problems by 13 experts.	content validity				
	3	Estimation of levels 2F of 40 revised paired problems by eight experts.	construct validity				
Validating the diagnostic use	4	Creating a web-based version similar to the nationwide examination in content and layout.	construct validity				
	5	Relating the items to the LaNF and spreading the items evenly over the domains of the LaNF.	content validity				
	6	Performing a test run with over 7000 participants.	feasibility				
	7	Checking for internal consistency of the items with measures of the classical item response theory.	criterion validity				
	8	Checking correlation of scores on both versions.	content validity	Validating the measurement of changing the representation of the problem situation	9	Checking 40 revised paired problems on equivalence of paired items by eight experts.	content validity
				10	Programming random representations of the problem situation in 21 items and presenting them in random order in the instrument.	construct validity and reliability	
				11	Computer scoring students' solutions.	reliability	
				12	After test run: checking for correlation between scores on both versions.	content validity	
			Composing the final instrument	13	Combine results from all above to construct the final instrument.		

Analyse

Probit – analyse:

Hoe dragen de **factoren v** (hoofdfactor) **en x** (andere factoren) bij aan de **ability y**, die nodig is om de kans op succes bij een vraag een grenswaarde δ te laten overschrijden, zodat de vraag goed ($z = 1$) wordt opgelost.

Probit – model:

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 v + \alpha_2 x + \varepsilon$$

$$z = 1 \text{ if } y \geq \delta$$

$$z = 0 \text{ otherwise}$$

$$P(z = 1) = P(y \geq \delta) = P(\varepsilon \geq -\alpha_0^* - \alpha_1 v - \alpha_2 x)$$

$$P(z = 0) = 1 - P(y \geq \delta)$$

$$\text{with } \alpha_0^* = -\delta + \alpha_0$$

$v = \{0,1\}$ taal (A), beeld (B)

$x_1 = \{0,1\}$ geslacht

$x_2 = \{0,1\}$ etniciteit

x_3 = relatieve leeftijd (binnen schoolklas)

x_4 = laatste rekenwiskunde-resultaat

$x_5 \dots x_9$ = klas & school niveau

ε = niet waargenomen factoren

Uit de gemeten waarden worden de parameters α_0^* , α_1 , α_2 geschat door middel van maximum likelihood.

Table 4.3

Correct scores of participants on A-version and B-version items

		A-version	B-version	N
		<i>M</i> (SD)	<i>M</i> (SD)	
Overall		.44(.44)	.45(.45)	31,842
Condition	BO	.24 (.42)	.25(.43)	969
	VMBO_BB	.18(.38)	.19(.39)	1,932
	VMBO_KB	.26(.44)	.28(.45)	2,658
	VMBO_GT	.36(.48)	.37(.48)	7,869
	HAVO	.49(.50)	.50(.50)	8,918
	VWO	.60(.49)	.62(.48)	7,670
	MBO	.52(.50)	.54(.50)	1,146
	Gender = f	.42(.49)	.44(.50)	15,637
	Gender = m	.46(.50)	.48(.50)	15,766
	Ethnicity = not migrant family	.45(.50)	.47(.50)	24,183
	Ethnicity = migrant family	.39(.49)	.41(.44)	7,220

Note. *N* is number of participants. *M* is mean score over all participants and per condition with standard deviation in parenthesis.

Table 4.4

Coefficients of manipulated and non-manipulated variables in three models

Variable		Coefficients model 1	Coefficients model 2	Coefficients model 3
Version	α_1	0.05*** (0.00)	0.05*** (0.00)	0.05*** (0.00)
BO	$\alpha_{2,1}$	-0.49*** (0.01)	-0.52*** (0.01)	-0.60*** (0.01)
VMBO-BB	$\alpha_{2,2}$	ref. cat.	-0.92*** (0.01)	-0.95*** (0.01)
VMBO-KB	$\alpha_{2,3}$		-0.62*** (0.01)	-0.64*** (0.01)
VMBO-GT	$\alpha_{2,4}$		-0.33*** (0.00)	-0.34*** (0.00)
HAVO	$\alpha_{2,5}$		ref. cat.	ref. cat.
VWO	$\alpha_{2,6}$		0.29*** (0.00)	0.26*** (0.00)
MBO	$\alpha_{2,7}$	0.35*** (0.01)	0.23*** (0.01)	0.26*** (0.01)
Grade	$\alpha_{2,8}$	0.22*** (0.00)	0.22*** (0.00)	0.24*** (0.00)
Gender	$\alpha_{2,9}$	.	.	0.13*** (0.00)
Ethnicity	$\alpha_{2,10}$	.	.	-0.04*** (0.00)
Agedev	$\alpha_{2,11}$	.	.	-0.01*** (0.00)
Maths grade	$\alpha_{2,12}$	.	.	0.06*** (0.00)
Unknown var.	α_0^*	-0.66*** (0.00)	-0.55*** (0.01)	-1.02*** (0.01)
pseudo- R^2		.02	.07	.08

Note. $\alpha_{i,j}$ is the coefficient in the probit model, $\alpha_0^* = \delta - \alpha_0$. Coefficients are calculated with maximum likelihood by STATA11, standard errors are in parentheses. Ref.cat is reference category. The measure of good fit pseudo- R^2 is McFadden's R^2 . All variables are significant * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

Table 4.5

Marginal effects of manipulated and non-manipulated variables in probit model of participants correct scores

Variable		Marginal effects
Version	α_1	.02 *** (.00)
BO	$\alpha_{2,1}$	-.22 *** (.00)
VMBO-BB	$\alpha_{2,2}$	-.32 *** (.00)
VMBO-KB	$\alpha_{2,3}$	-.23 *** (.00)
VMBO-GT	$\alpha_{2,4}$	-.13 *** (.00)
HAVO	$\alpha_{2,5}$	ref. cat.
VWO	$\alpha_{2,6}$	.10 *** (.00)
MBO	$\alpha_{2,7}$	.10 *** (.00)
Grade	$\alpha_{2,8}$	.09 *** (.00)
Gender	$\alpha_{2,9}$	.05 *** (.00)
Ethnicity	$\alpha_{2,10}$	-.02 *** (.00)
Ageddev	$\alpha_{2,11}$	-.00 *** (.00)
Maths grade	$\alpha_{2,12}$	.02 *** (.00)

Note. Marginal effects are calculated with dprobit in STATA11, standard errors are in parentheses. α_{ij} is the coefficient in the probit model. Ref. cat. is reference category. All variables are significant * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

Resultaten - model

Table 4.6

Probit model coefficients and marginal effects of manipulated and non-manipulated variables on school type

Variable	Coefficient	Marginal effect
Version	0.05 (0.01)	.02 (.00)
BO	-0.52*** (0.01)	-.19*** (.00)
VMBO-BB	-0.93*** (0.01)	-.31*** (.00)
VMBO-KB	-0.64*** (0.01)	-.23*** (.00)
VMBO-GT	-0.33*** (0.01)	-.13*** (.00)
HAVO	ref. cat.	ref. cat.
VWO	0.28*** (0.01)	.11*** (.00)
MBO	0.23*** (0.01)	.09*** (.00)
Grade level	0.22*** (0.00)	.09*** (.00)
BO * Version	-0.01 (0.02)	.00 (.01)
VMBO-BB * Version	0.02 (0.02)	.01 (.01)
VMBO-KB * Version	0.03* (0.01)	.01* (.01)
VMBO-GT * Version	0.00 (0.01)	.00 (.00)
HAVO * Version	ref. cat.	ref. cat.
VWO * Version	0.01 (0.01)	.00 (.00)
MBO * Version	0.01 (0.02)	.00 (.01)
Unknown Variables	-0.54*** (0.01)	

Note. Coefficients (and standard errors) and marginal effects (and standard errors) are displayed. Ref. cat. is reference category. Variables are significant * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$, variables' interactions are not significant, with the exception of VMBO-KB * Version.

Table 4.4

Coefficients of manipulated and non-manipulated variables in three models

Variable		Coefficients model 1	Coefficients model 2	Coefficients model 3
Version	α_1	0.05*** (0.00)	0.05*** (0.00)	0.05*** (0.00)
BO	$\alpha_{2,1}$	-0.49*** (0.01)	-0.52*** (0.01)	-0.60*** (0.01)
VMBO-BB	$\alpha_{2,2}$	ref. cat.	-0.92*** (0.01)	-0.95*** (0.01)
VMBO-KB	$\alpha_{2,3}$		-0.62*** (0.01)	-0.64*** (0.01)
VMBO-GT	$\alpha_{2,4}$		-0.33*** (0.00)	-0.34*** (0.00)
HAVO	$\alpha_{2,5}$		ref. cat.	ref. cat.
VWO	$\alpha_{2,6}$		0.29*** (0.00)	0.26*** (0.00)
MBO	$\alpha_{2,7}$	0.35*** (0.01)	0.23*** (0.01)	0.26*** (0.01)
Grade	$\alpha_{2,8}$	0.22*** (0.00)	0.22*** (0.00)	0.24*** (0.00)
Gender	$\alpha_{2,9}$	.	.	0.13*** (0.00)
Ethnicity	$\alpha_{2,10}$	.	.	-0.04*** (0.00)
Agedev	$\alpha_{2,11}$	.	.	-0.01*** (0.00)
Maths grade	$\alpha_{2,12}$	.	.	0.06*** (0.00)
Unknown var.	α_0^*	-0.66*** (0.00)	-0.55*** (0.01)	-1.02*** (0.01)
pseudo- R^2		.02	.07	.08

Note. $\alpha_{i,j}$ is the coefficient in the probit model, $\alpha_0^* = \delta - \alpha_0$. Coefficients are calculated with maximum likelihood by STATA11, standard errors are in parentheses. Ref.cat is reference category. The measure of good fit pseudo- R^2 is McFadden's R^2 . All variables are significant * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

Table 5.4

Probit model expanded with item characteristics: wordiness and number of depictive elements

Variable		Coefficient	Marginal effect
Version (A = 0, B = 1)	α_1	0.050*** (0.011)	0.020*** (0.004)
Other variables	$\alpha_{2,1}-\alpha_{2,12}$	^{a)} ***	^{a)} ***
Gender $\times$ Version	cross term	0.018** (0.007)	0.007** (0.003)
Number of words version A	$\alpha_{2,14}$	-0.017*** (0.000)	-0.007*** (0.000)
Number of pictorial elements version B	$\alpha_{2,15}$	-0.234*** (0.003)	-0.092*** (0.001)
Constant	α_0^*	0.538*** (0.013)	
Pseudo- R^2		0.087	

Note. $N = 605,421$, α_{ij} is the coefficient in the probit model, $\alpha_0^* = -\delta + \alpha_0$. Coefficients are calculated with maximum likelihood by STATA11, standard errors are in parentheses. The measure of good fit pseudo- R^2 is McFadden's R^2 . All variables are significant * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. The effect of Number of words is only analysed for the word problems (version A); The effect of Number of pictorial elements is only analysed for the image-rich numeracy problems (version B). ^{a)} Other variables $\alpha_{2,1}-\alpha_{2,12}$ are left out for easier readability.

Table 5.5

Probit model expanded with variables regarding content domain

Variable		Coefficient	Marginal effect
Version (A = 0, B = 1)	α_1	0.030*** (0.007)	0.012*** (0.003)
Other variables	$\alpha_{2,1}-\alpha_{2,12}$	a) ***	a) ***
Gender $\times$ Version	cross term	0.019** (0.007)	0.008** (0.003)
Domain numbers	$\alpha_{2,16}$	ref. cat.	ref. cat.
Domain proportions	$\alpha_{2,17}$	-0.522*** (0.006)	-0.201*** (0.002)
Domain meas. & geom.	$\alpha_{2,18}$	-0.596*** (0.006)	-0.228*** (0.002)
Domain proportions $\times$ Version	cross term	-0.016 (0.008)	-0.006 (0.003)
Domain meas. & geom. $\times$ Version	cross term	0.062*** (0.008)	0.024*** (0.003)
Constant	α_0^*	-0.947*** (0.189)	
Pseudo- R^2		0.111	

Note. $N = 605,421$, α_{ij} is the coefficient in the probit model, $\alpha_0^* = -\delta + \alpha_0$. Coefficients are calculated with maximum likelihood by STATA11, standard errors are in parentheses. Ref. cat. is reference category. The measure of good fit pseudo- R^2 is McFadden's R^2 . All variables are significant * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$, with the exception of proportions $\times$ version. a) Other variables $\alpha_{2,1}-\alpha_{2,12}$ are left out for easier readability.

Beantwoording onderzoeksvraag

Het veranderen van de representatie van de probleemsituatie van beschrijvend naar voornamelijk beeldend door gebruik te maken van foto's, vergroot de kans dat leerlingen tot een correcte oplossing van het probleem komen. We interpreteren dit als een indicatie dat het uitschakelen van het gezond verstand iets minder heeft plaatsgevonden. De veranderingen in de genoemde kans zijn klein en in zekere mate afhankelijk van het domein van de taak.

B

Je moet betalen
Je betaalt met

SUPERMARKT

Deliastraat 4
5707 SJ Helmond
0492-527384

15	blik cola 330ml	0.90	13.50
13	chips flav. pint. light	0.60	7.80
aantal art. 28		subtotaal	21,30
TOTAAL			21.30

Hoeveel krijg je terug?

€

>

A

Je koopt boodschappen voor € 21,30.

Je betaalt met een biljet van 50 euro en twee munten van een euro.



Hoeveel krijg je terug?

€

Relevantie en verder onderzoek

- Relevant voor verdere toetsontwikkeling, bijvoorbeeld rekentoets, maar ook PISA en PIAAC.
- Relevant voor verdere ontwikkeling van (re)presenteren van situaties uit de werkelijkheid in de klas.
- Verder onderzoek
 - *Daadwerkelijk leerlinggedrag bij het oplossen van wiskundige contextopgaven*
 - *Integratie van Cognitive Load Theory in het theoretisch kader*
 - *Multimediale representatie van de probleemsituatie: augmented en virtual reality*
 - *Relatie met ANS en PS onderzoek in PO*

Breder perspectief

- Simulating "reality" in classroom context
 - Verbal / descriptive
 - Visual / photographs / depictive
 - Visual / video clips / animated
 - Visual / augmented reality /

Videoclips

- http://www.ffrekenen.nl/versie1/content/theorie/verhoudingen/r01_th_vh_018



Virtual & augmented reality

- Bringing reality into the classroom with overlay.
- Aurasma, Layar,



Contact

Thank you for your attention !!

More information or suggestions?

K.Hoogland@slo.nl

<https://nl.linkedin.com/in/khoogland>

Numeracy & Functional Mathematics Conceptual Development

