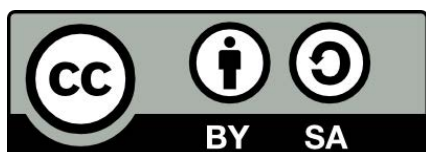


Antonella Valenti, Lorena Montesano,
Alessandra M. Straniero, Catia Giaconi (a cura di)

LA PEDAGOGIA SPECIALE PER L'INCLUSIONE

Sfide attuali e prospettive future





<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

ISBN: 9788867099429

Prima edizione: aprile 2026

© 2026 - Editoriale Anicia S.r.l.

Sede legale: Via S. Francesco a Ripa n. 67

00153 Roma - Tel. (+39) 065898028 / 065882654

www.edizionianicia.it - info@anicia.it / editoria@anicia.it

I diritti di traduzione, di riproduzione, di memorizzazione elettronica, di adattamento totale o parziale, con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm e le copie fotostatiche) sono riservati per l'Italia. Ogni permesso deve essere dato per iscritto dall'Editore.

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633.

15.

Robotica Sociale e *Storytelling*: Un approccio Inclusivo per la Didattica della Matematica

Social Robotics and Storytelling: An inclusive approach for Mathematics Education

ANTONIO VITALE*, UMBERTO DELLO IACONO**, GENNARO CORDASCO***, BRUNO CARBONARO** E ANNA ESPOSITO**

Sommario

L'integrazione della robotica sociale in ambito didattico si configura come una strategia innovativa per migliorare il processo di apprendimento e il coinvolgimento degli studenti. I *robot* sociali, grazie alla loro capacità di interazione multimodale (linguaggio, gesti, *tablet*) e la possibilità di fornire *feedback* immediati e personalizzati, sono in grado di interagire con gli studenti in modo naturale, rendendo l'apprendimento interattivo. Questo articolo esplora l'utilizzo del *robot* sociale Pepper come strumento educativo inclusivo per migliorare l'apprendimento della matematica. In questo lavoro, è descritta un'attività didattica inclusiva che combina l'approccio multimodale di Pepper con i principi dell'Universal Design for Learning (UDL) e lo *storytelling*. L'attività è finalizzata a coinvolgere gli studenti attraverso feedback immediati, personalizzati ed emotivi, favorendo la creazione di un ambiente di apprendimento stimolante, dinamico e incoraggiante.

Parole chiave: robotica sociale, didattica della matematica inclusiva, apprendimento multimodale, *storytelling*.

* Università degli Studi di Macerata.

** Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli".

*** Università degli Studi di Salerno.

Abstract

The use of social robotics in education emerges as an innovative strategy to improve the learning process and student engagement. Social robots, due to their multimodal interaction ability (language, gestures, tablet) and the capacity to provide immediate and personalized feedback, are able to interact with students in a natural way, making learning interactive. This paper explores the use of the social robot Pepper as an inclusive educational tool to enhance mathematics learning. An inclusive educational activity is described, which combines Pepper's multimodal approach with Universal Design for Learning (UDL) principles and storytelling. The activity aims to engage students through immediate, personalized and emotional feedback, creating a stimulating, dynamic and encouraging learning environment.

Keywords: *social robotics, inclusive mathematics education, multimodal learning, storytelling.*

1. Innovazione Digitale e AIED nella Didattica della Matematica

Il contesto scolastico ha beneficiato delle innovazioni dovute allo sviluppo delle tecnologie digitali. Basti pensare a come semplici strumenti digitali, piattaforme *e-learning*, *software* e applicazioni educative abbiano rivoluzionato il modo di insegnare ed apprendere, offrendo agli studenti esperienze di apprendimento dinamiche e personalizzate (Bond et al., 2021; Redecker & Punie, 2017). Hillmayr et al. (2020) evidenziano come l'utilizzo di strumenti digitali nell'insegnamento della matematica e delle scienze abbia portato a un miglioramento dei processi di apprendimento degli studenti. Arzarello et al. (2002) mostrano come *software* di geometria dinamica e, in particolare, l'uso della funzione "trascinamento", sia in grado di influenzare i processi cognitivi degli studenti e favorire la formulazione e verifica di congetture geometriche. Tuttavia, lo sviluppo di tecnologie digitali è andato ben oltre i *software* di geometria dinamica. In particolare, l'uso dell'Intelligenza Artificiale nei contesti scolastici ha dato impulso alla progettazione di strumenti volti a migliorare l'efficacia del processo di insegnamento – apprendimento. Tra questi strumenti rientrano i sistemi di tutoraggio intelligenti, capaci di interagire con l'ambiente di apprendimento e di fornire *feedback* immediati e le piattaforme di apprendimento adattivo in grado di adattare percorsi educativi in base alle specifiche esigenze degli studenti (Roll & Wylie, 2016; Luckin et al., 2016). Negli ultimi anni abbiamo assistito anche all'integrazione della robotica sociale nel contesto educativo. I *robot* sociali offrono nuove opportunità di interazione con gli studenti,

rendendo il processo ancor più personalizzato e accessibile. Essi sono progettati per interagire con l'ambiente e con gli utenti (Brignone et al., 2021) nel modo più naturale possibile grazie alle loro capacità multimodali, ossia la possibilità di comunicare attraverso vari canali: gesti, audio, video. Fornendo *feedback* immediati e personalizzati, possono incoraggiare la partecipazione attiva (Escobar-Planas et al., 2022) e creare un ambiente relazionale positivo, presupposto indispensabile per l'inclusione e l'interesse degli studenti (Mubin et. al, 2013; Serholt et al. 2021). Un elemento chiave dell'efficacia della robotica sociale è la possibilità di personalizzare l'interazione: un *robot* sociale è in grado di adattare i contenuti e interagire con l'utente rispetto alle sue preferenze. Questa peculiarità può risultare utile in matematica, disciplina spesso percepita dagli studenti come fredda e arida. In questo studio, ci soffermiamo sulle implicazioni pedagogiche ed inclusive dell'uso della robotica sociale in contesti scolastici. In particolare, questo articolo cerca di mostrare il potenziale della robotica sociale per promuovere il coinvolgimento attivo degli studenti e un apprendimento inclusivo della matematica. Descriviamo un modello (Vitale & Dello Iacono, 2024) che combina robotica sociale, Universal Design for Learning (CAST, 2011) e *storytelling* (Zazkis & Liljedahl, 2019) per progettare attività didattiche inclusive in matematica. In particolare, il modello tiene conto dei seguenti tre principi:

- P1: L'uso di robot sociali come mediatori della relazione didattica (Belpaeme et al., 2018) può supportare l'interazione tra docente e studente, favorendo un ambiente di apprendimento coinvolgente e accessibile.
- P2: L'adozione dei principi del Universal Design for Learning (CAST, 2011) è in grado di garantire la flessibilità dei contenuti, rispondendo così alle diverse modalità di percepire, esprimere e impegnarsi nell'apprendimento da parte degli studenti.
- P3: Lo *storytelling* (Zan, 2012; Zazkis & Liljedahl, 2019) come strumento di motivazione può veicolare la comprensione di problemi e concetti matematici e lo sviluppo di competenze matematiche attraverso sfide narrative che stimolano la creatività, la cooperazione e il pensiero critico.

Nel nostro studio, abbiamo utilizzato il *robot* sociale Pepper, che è in grado di coinvolgere gli studenti attraverso vari canali sensoriali e cognitivi. Le sue potenzialità lo rendono capace di mediare contenuti matematici complessi attraverso interazioni personalizzate.

2. Robotica Sociale in contesti educativi

I robot sociali sono pensati per interagire con le persone e offrire supporto relazionale, educativo o assistenziale (Breazeal, 2003). Tra le loro caratteristiche principali rientrano l'adattabilità, ovvero rispondere alle emozioni e ai bisogni degli utenti, e l'interazione multimodale, ossia l'integrazione di voce, gesti e movimenti. Per tali ragioni, la robotica sociale si sta affermando sempre più come strumento efficace nei contesti educativi, riuscendo ad offrire opportunità di apprendimento e supporto personalizzato (Belpaeme et al., 2018). Ramachandran et al. (2018) hanno utilizzato il robot sociale NAO come tutor robotico per attività matematiche relative al calcolo di area e perimetro di figure geometriche integrando la strategia del "pensare ad alta voce" (thinking aloud) per incoraggiare gli studenti a verbalizzare i propri pensieri durante la risoluzione degli esercizi. Seguendo il paradigma del metodo educativo *Learning – by – teaching* (Martin, 1994), basato sull'idea che gli studenti apprendono meglio insegnando a qualcun altro, Pareto et al. (2022) e Serholt et al. (2022) hanno osservato come l'interazione degli studenti (*tutor*) con il robot sociale Pepper in attività di matematiche abbia favorito il coinvolgimento degli studenti e lo sviluppo delle loro abilità cognitive. I *robot* sociali, dunque, se integrati adeguatamente nel processo di insegnamento-apprendimento della matematica, possono migliorare i metodi di insegnamento tradizionali e fornire forme aggiuntive di supporto all'apprendimento, rendendolo più divertente e aumentando l'autostima (Mubin et al., 2013) e la motivazione degli studenti.

3. *Universal Design for Learning* per una didattica inclusiva

Progettare attività didattiche che siano adattate alle specifiche esigenze di ogni studente è uno dei principali scopi di un'educazione inclusiva (Cottini, 2019). Un'attività didattica è inclusiva quando gli obiettivi, le scelte e le metodologie utilizzate tengono conto delle differenze degli studenti con il fine di realizzare il successo formativo di ognuno di essi. A tal proposito, l'Universal Design For Learning (CAST, 2011), in breve UDL, è un quadro teorico di riferimento che promuove un approccio inclusivo per l'insegnamento-apprendimento. L'idea è quella di progettare attività che tengano conto delle diverse esigenze cognitive ed emotive degli studenti e che possano rispondere ai loro bisogni comunicativi e modalità di partecipazione. Tale quadro si basa su linee guida (CAST, 2011) raggruppate in tre principi fondamentali (Cottini, 2019), ovvero *rappresentazione*: proporre agli studenti differenti mezzi di rappresentazione per l'acquisizione delle informazioni e della conoscenza, *espressione*: dare la possibilità agli

studenti di utilizzare diverse forme di espressione (alternative) per mostrare ciò che sanno e *coinvolgimento*: coinvolgere gli studenti in differenti modi tenendo anche conto dell'aspetto emotivo, fondamentale nel processo di apprendimento.

L'UDL promuove la progettazione sin dall'inizio di ambienti di apprendimento flessibili e la valorizzazione delle differenze individuali degli studenti, intesa come risorsa per arricchire l'esperienza educativa.

4. Lo *storytelling* nella didattica della matematica

Per favorire un apprendimento inclusivo della matematica è necessario utilizzare strumenti e metodologie in grado di tradurre in attività concrete i tre principi dell'UDL. A tal proposito, lo *storytelling* (Zan, 2012; Zazkis & Liljedahl, 2019) può essere considerato un approccio coerente con i principi dell'UDL. Le storie sono il mezzo attraverso il quale l'individuo, soggetto socio-culturalmente situato, organizza la propria esperienza di vita (Bruner, 1986). Per tale ragione, il pensiero narrativo è in grado di supportare quello logico. Attraverso l'uso della narrazione, è possibile presentare agli studenti problemi o introdurre concetti matematici, favorendo un passaggio dall'astratto al concreto e dunque l'accessibilità da parte degli studenti, i quali possono partecipare e coinvolgersi attivamente nella storia. Per Zan (2012), la comprensione dei problemi matematici dipende dal contesto e dalla formulazione della domanda. A tal proposito, lei elabora il modello Contesto e Domanda (C&D) secondo il quale un problema-storia deve avere almeno un protagonista con uno scopo non ancora raggiunto e la risposta alla domanda del problema deve servire proprio al protagonista per raggiungere il suo scopo. Un contesto familiare allo studente rende il problema più significativo e la domanda del problema ha lo scopo di coinvolgerlo, stimolando la sua partecipazione attiva.

5. Il design dell'attività: il ruolo di Pepper nella progettazione didattica inclusiva

L'integrazione tra UDL e *storytelling* può rendere l'esperienza di apprendimento accessibile e motivante per gli studenti: da un lato l'UDL offre un quadro solido per la progettazione di attività didattiche, dall'altro lo *storytelling* fornisce gli strumenti per coinvolgere gli studenti sia cognitivamente che emotivamente. Per promuovere, dunque, un apprendimento inclusivo e motivante, abbiamo integrato il quadro dello *storytelling* con le capacità interattive e multimodali di Pepper. Durante l'interazione con Pepper, lo studente viene coinvolto in un'avventura narrativa in cui è chiamato a risolvere un pro-

blema matematico per aiutare un personaggio a raggiungere un determinato obiettivo. Pepper è in grado di trasformare la narrazione in un'esperienza interattiva e immersiva: lo studente ascolta la storia mentre osserva sul *tablet* del *robot* lo sviluppo narrativo attraverso vignette illustrate. La narrazione mediata da Pepper diventa interattiva e multimodale poiché coinvolge diversi canali comunicativi, supportando così una didattica inclusiva in accordo ai principi dell'UDL. Con questo approccio cambia il ruolo dello studente, il quale assume nuove identità nel processo di apprendimento:

- *esploratore*: protagonista attivo della narrazione e dell'esperienza didattica; le sue scelte influenzano lo sviluppo della trama;
- *aiutante del protagonista della storia*: supporta il protagonista della storia nella risoluzione del problema diventando parte integrante della storia stessa;
- *problem solver*: lo studente affronta sfide matematiche per progredire nella narrazione; grazie ai *feedback* di Pepper, lo studente può sperimentare soluzioni, correggere errori e sviluppare strategie risolutive efficaci.

Questo approccio può stimolare la motivazione e la partecipazione dello studente, il quale diventa un vero e proprio co-creatore del percorso didattico. Di seguito descriviamo in che modo l'attività didattica è stata progettata come integrazione tra robotica sociale, UDL e *storytelling*. L'attività è pensata per studenti di ogni ordine grado, con particolare attenzione a studenti della scuola secondaria. È strutturata nelle seguenti cinque fasi sequenziali:

Fase 1 – Presentazione iniziale. Lo studente è introdotto all'attività e inizia l'interazione con Pepper, il quale gli dà il benvenuto: “Ciao, io sono Pepper. Sono molto contento che tu sia con me oggi! Sai che possiamo utilizzare la matematica per risolvere problemi di vita reale? Adesso scopriremo come farlo! Tale interazione, in accordo col terzo principio dell'UDL, è pensata per mantenere alta la concentrazione, motivazione e interesse dello studente.

Fase 2 – Inizio attività. Lo studente decide di iniziare l'attività rispondendo “sì” alla domanda di Pepper: “Sei pronto ad iniziare?”. Comincia, così, la seconda fase in cui Pepper inizia a raccontare la storia. In accordo al primo principio UDL, lo studente può avere accesso alle informazioni attraverso molteplici rappresentazioni. Mentre ascolta la storia narrata da Pepper, può seguire sul *tablet* del *robot* visivamente lo sviluppo della trama attraverso il susseguirsi di vignette che ne illustrano la narrazione.

Fase 3 – Comprensione del problema. Terminata la narrazione, Pepper guida lo studente verso la fase della comprensione del problema offrendo supporto continuo attraverso *feedback* vocali del tipo: “*Hai bisogno di riascoltare la storia oppure solo la domanda?*”. Pepper chiede inoltre allo studente: “*Ti andrebbe di raccontarmi la storia?*”. In questo modo, dando la possibilità allo studente di utilizzare diverse forme di espressione in accordo al secondo principio UDL, stimola le sue capacità comunicative ma anche metacognitive. Attraverso altri *feedback* del tipo, “*Dal racconto della storia c'erano alcuni elementi significativi, sapresti indicarmi quali?*”, Pepper guida lo studente nell'analisi e comprensione del problema, personalizzando il percorso di apprendimento in base alle risposte ricevute, ad esempio, attraverso *feedback* del tipo, “*Ops! Attenzione! Capisco che può essere difficile ma non preoccuparti! Proviamo insieme a rivedere i dati e a capire meglio!*” oppure “*Perfetto! I miei complimenti, hai compreso il dato richiesto!*” Questa fase personalizzata aiuta lo studente ad analizzare e rielaborare in modo attivo le informazioni. In particolare Pepper pone domande allo studente, del tipo “*Hai avuto difficoltà a comprendere i dati della storia?*”, con l'obiettivo di rilevare ostacoli nella comprensione dei dati della storia. In caso di difficoltà dello studente, Pepper offre *feedback* emotivi del tipo: “*Non è un problema, tutti hanno difficoltà. Vediamo cosa posso fare per aiutarti a superare questo ostacolo*”, in caso contrario Pepper fornisce sostegno per procedere con la fase successiva: “*Perfetto! Ora che hai chiaro tutto, passiamo alla fase successiva per risolvere il problema insieme!*”

Fase 4 – Risoluzione del problema. Pepper guida lo studente verso la risoluzione del problema, adattando l'interazione in base alle sue specifiche esigenze. Si parte con un *feedback* esplorativo: “*Se tu fossi il protagonista della storia, potresti dirmi come raggiungere il tuo scopo?*” In base alla risposta proposta dallo studente, Pepper fornisce *feedback* personalizzati: nel caso in cui lo studente si sente sicuro, Pepper dice: “*Ottimo! Sono contento che tu sappia come fare. Puoi spiegarmi il tuo ragionamento?*” Se lo studente è in difficoltà, Pepper dice: “*Non preoccuparti, posso aiutarti io!*” Con spiegazioni dettagliate, supporti visivi e un approccio graduale, Pepper guida lo studente nella comprensione e risoluzione del problema favorendo autonomia, riflessione e coinvolgimento attivo.

Fase 5 – Conclusione. Pepper riassume la storia e sul tablet di Pepper compare la vignetta finale della storia in cui il protagonista è contento per aver raggiunto il suo scopo grazie all'aiuto dello studente. Pepper fornisce *feedback* motivazionali: “*Il protagonista della storia è felicissimo! Grazie al tuo aiuto è riuscito a raggiungere il suo scopo! Sei davvero speciale!*” Infine la sessione si chiude con un ringraziamento ed un saluto da

parte di Pepper: “*Grazie per aver svolto quest’attività con me! Sono molto contento di averti conosciuto e di aver trascorso del tempo insieme a te! Ciao!*”

6. Conclusioni e prospettive future

La robotica sociale nella didattica non è solo un’innovazione tecnologica ma una prospettiva pedagogica capace di arricchire la relazione educativa e il processo di insegnamento – apprendimento della matematica. In questo lavoro, è stata descritta un’attività didattica che integra la robotica sociale, lo *storytelling* (Zan, 2012; Zazkis & Liljedahl, 2019) e i principi dell’UDL (CAST 2011). Il *robot* Pepper introduce lo studente a un problema-storia e lo accompagna e guida nelle fasi di comprensione e risoluzione. L’uso della narrazione combinata con supporti visivi aiuta lo studente ad immedesimarsi nella storia e a comprenderne le vicende come protagonista attivi della storia stessa. Il suo coinvolgimento dello studente è favorito dai continui feedback di Pepper durante tutta l’attività, che sono personalizzati in funzione delle risposte ed esigenze dello studente. In tal modo, è favorito il coinvolgimento dello studente e lo sviluppo di competenze sia matematiche, sia emotive e relazionali. Attività come quella descritta in questo articolo, che prevedono l’interazione degli studenti con il *robot* Pepper, possono contribuire a favorire un atteggiamento positivo nei confronti della matematica (Di Martino & Zan, 2010), ossia una visione della matematica relazionale e un aumento del senso di autoefficacia degli studenti, con conseguente riduzione dell’ansia nei confronti della matematica. Alla luce di quanto detto, pensiamo che l’integrazione della robotica sociale nel contesto educativo e, in particolare, nella didattica della matematica, consenta di ripensare le esperienze didattiche come ambienti inclusivi, capaci di promuovere il successo formativo di ogni studente. È importante, tuttavia, sottolineare che Pepper non sostituisce il docente. Piuttosto diventa suo partner operativo nel coinvolgere gli studenti e nel personalizzare il percorso di apprendimento.

Acknowledgment

This research received funding by the EU-H2020 program, grant No. 101182965 (CRYSTAL), EU NextGenerationE PNRR Mission 4 Component 2 Investment 1.1 – D.D 1409 del 14-09-2022 PRIN 2022 – UNDER the IRRESPECTIVE project, code P20222MYKE - CUP: B53D23025980001 and PNRR MUR under AI-PATTERNS FAIR Project CUP: E63C22002150007.

Riferimenti bibliografici

- Arzarello, F., Olivero, F., Domingo, P., & Robutti, O. (2002). A cognitive analysis of dragging practises in Cabri environments. *ZDM: the international journal on mathematics education*, 34, 66-72.
- Belpaeme, T., James, K., Aditi, R., Brian, S., & Fumihide, T. (2018). Social robots for education: A review. *Science Robotics*, 3(21).
- Bond, M., Bedenlier, S., Marín, V.I., & Handel, M. (2021). Emergency remote teaching in higher education: mapping the first global online semester. *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.*, 17.
- Breazeal, C.L. (2003). Toward sociable robots. *Robotics Auton. Syst.*, 42, 167-175.
- Brignone, S., Grimaldi, R., & Palmieri, S. (2021). Da ITS to ITR. I Social robot come sistemi intelligenti di tutoraggio e comunicazione. *Mondo Digitale*, 20(92), 1-13.
- Bruner, J. (1986). *Actual Minds, Possible Worlds*. Cambridge: Harvard University Press.
- CAST (2011). Universal Design for Learning Guidelines version 2.0. Wakefield, MA.
- Cottini, L. (2019). *Universal Design for Learning e Curricolo Inclusivo*. Firenze: Giunti EDU.
- Di Martino, P., & Zan, R. (2010). ‘Me and maths’: Towards a definition of attitude grounded on students’ narratives. *Journal of mathematics teacher education*, 13(1), 27-48.
- Escobar-Planas, M., Charisi, V., & Gomez, E. (2022). “That robot played with us!” Children’s perceptions of a robot after a child-robot group interaction. In *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 6 (CSCW2), Article 3555118.
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S., & Reiss, K.M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, 103897.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L.B. (2006). *Intelligence Unleashed: Arguments for Artificial Intelligence in Education*. London: Pearson
- Martin, J.-P. (1994). Lernen durch Lehren (LdL) – Eine Methode vermittelt fachliches und soziales Lernen. *Praxis des neusprachlichen Unterrichts*, 16(4), 324-327.
- Mubin, O., Stevens, C., Shahid, S., Mahmud, A., & Dong, J.-J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Technology for Education and Learning*, 1(1), 1-7.
- Pareto, L., Ekström, S., & Serholt, S. (2022). Children’s learning-by-teaching with a social robot versus a younger child: Comparing interactions and tutoring styles. *Frontiers in Robotics and AI*, 9, 875704.
- Ramachandran, A., Huang, C., Gartland, E., & Scassellati, B. (2018). Thinking aloud with a tutoring robot to enhance learning. In *Proceedings of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 59-68.
- Redecker, C., & Punie, Y. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Lussemburgo: Publications Office.

- Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 582-599.
- Serholt, S., Ekström, S., Küster, D., Ljungblad, S., & Pareto, L. (2022). Comparing a robot tutee to a human tutee in a learning-by-teaching scenario with children. *Frontiers in Robotics and AI*, 9, 836462.
- Vitale, A., & Dello Iacono, U. (2024). Using social robots as inclusive educational technology for mathematics learning through storytelling. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-17.
- Zan, R. (2012). La dimensione narrativa di un problema: il modello C&D per l'analisi e la (ri) formulazione del testo (parti I-II). *L'insegnamento della Matematica e delle Scienze Integrate*, 35(2), 107-126.
- Zazkis, R., & Liljedahl, P. (2019). *Teaching Mathematics as Storytelling*. Leiden: Brill.