

## שימוש באפליקציה לחישוב מסלול מחדש בהכשרת מורים להוראת המתמטיקה בחינוך היסודי

תמי ראובני	אלונה פורקוש-ברוך	שירלי עצמון
מכללת לוינסקי לחינוך	מכללת לוינסקי לחינוך	מכללת לוינסקי לחינוך
<a href="mailto:tamir@levinsky.ac.il">tamir@levinsky.ac.il</a>	<a href="mailto:alonabar@levinsky.ac.il">alonabar@levinsky.ac.il</a>	<a href="mailto:shirlyazmon@gmail.com">shirlyazmon@gmail.com</a>

### Early Adapters: Using a Math Application to Facilitate Preservice Math Education in Elementary School

Shirly Azmon      Alona Forkosh-Baruch      Tami Reuveni  
Levinsky College of Education    Levinsky College of Education    Levinsky College of Education

#### Abstract

Teaching mathematics involves understanding of major mathematical principles and basic concepts, as well as making connections that create a meaningful amalgam of best practices. The technological component in math education derives from the need to adapt education to the digital age and to add technological knowledge to pedagogic and content knowledge. Mobile technology, using applications for math education, enables learning that is authentic and relevant to the digital era, as well as creation of a community of practice of preservice teachers. The goal of the presented study was to identify components of "professional identity" in training for math education that utilizes the Matific application on iPads, using multiple case studies. Each case reflects a different angle of the professional development of digital literacies and mobile technology in the classroom, which affect the professional identity of math preservice teachers in elementary school. Findings indicate insights that were extracted from students' practice, referring to correction of conceptual errors, connection of concepts to the concrete world and to immediate meanings, and promotion of construction of knowledge by the preservice teachers by creating episodes adapted to students' needs using the Matific application. This enables best training of preservice teachers in preparation for the digital age.

**Keywords:** mobile technology, application, mathematics teaching, teacher training, content-pedagogic-technological knowledge.

#### תקציר

הוראת המתמטיקה כרוכה בהבנת עקרונות מתמטיים מרכזיים ומושגי יסוד, ויצירת קשרים המהווים מארג משמעותי לתהליכי הוראה-למידה מיטביים. הרכיב הטכנולוגי בהוראת המתמטיקה נובע מהצורך להתאים את חינוך לעידן הדיגיטלי ולהוסיף את הידע הטכנולוגי לידע הפדגוגי ולידע בתחום התוכן. הטכנולוגיה הניידת באמצעות אפליקציות להוראת מתמטיקה מאפשרת למידה אותנטית ורלוונטית לעידן הדיגיטלי, וכן יצירה של קהילת מעשה של סטודנטים להוראה. מטרת המחקר המוצג במאמר הינה לזהות רכיבים של יזוהו מקצועית בהכשרה להוראת המתמטיקה המשלבת שימוש באפליקציה Matific באמצעות אייפדים, באמצעות חקרי מקרה מרובים. כל חקר מקרה משקף פן אחר בפיתוח המקצועי, באופן שמשלב אוריינויות דיגיטליות וטכנולוגיה ניידת בכיתה, אשר בתורן משפיע על גיבוש הזהות המקצועית של סטודנטיות להוראת מתמטיקה בחינוך היסודי. הממצאים מצביעים על תובנות שהופקו מההתנסות

של הסטודנטים, בהקשרים של תיקון טעויות בהמשגה, חיבור המושגים לעולם הקונקרטי ולמשמעויות מיידיות, וקידום הבנייה של ידע על-ידי הסטודנטיות באמצעות בניית פעילויות מותאמות ללומד במסגרת האפיזודות שבאפליקציה. בכך מתאפשרת לסטודנטיות הכשרה מיטבית להוראה בעידן הדיגיטלי.

**מילות מפתח:** טכנולוגיה ניידת, אפליקציה, הוראת המתמטיקה, הכשרה להוראה, ידע תוכן-פדגוגי-טכנולוגי.

## מבוא

טכנולוגיה ניידת בהשכלה הגבוהה ובהכשרת מורים בפרט עשויה להיות גורם המשנה את מעשה ההוראה, בהיותה כיום רווחת וברת-השגה יותר מבעבר (Geist, 2011; West, 2013). כיום, סטודנטים משתמשים במחשבים ומכשירים ניידים, כולל מכשירים סלולריים, לצורכי הלמידה שלהם, בתחומים כגון: ארגון מידע, נגישות למידע מקוון התומך בלמידה, ותקשורת; לאלה פוטנציאל לקידום הלמידה ולהשבחתה (Sharples, 2000). מינוף ההכשרה להוראה בעידן המידע, כמקרה ייחודי בהשכלה הגבוהה, מחייב התייחסות לאמונות המורים לגבי הוראה ולמידה. אלה נוגעים ישירות למקצועות הלימוד, לגישתם הפדגוגית, לדידקטיקה כפי שהיא באה לידי ביטוי בכיתה ולאיינטראקציה עם התלמידים (Beynon, 2007). בעידן הדיגיטלי, קיימת אפשרות להבניה של ידע המזמנת יצירה של תרבות סוציו-מתמטית חדשה בכיתה (Cobb, McClain & Gravemeijer, 2001). לפי תרבות זו, מועלות דרכי פתרון שונות ומגוונות, ונערכים דיונים לגבי פתרונות אלו כחלק מתרבות של תוודך כמנוף להבניית ידע מתמטי. יתר על כן, הבניית הידע היא גם של הסטודנטים: סיפורי סטודנטים להוראה אודות ההתנסות הופכים להכללות פדגוגיות בעקבות ההמללה של הסיפור (Kupferberg & Olshtain, 1996).

לצורך ההבנה של האופן בו טכנולוגיות למידה עדכניות עשויות לתוודך התפתחות מקצועית של סטודנטים להוראה, ניתן לבחון תחומי דעת שונים – במקרה זה תחום המתמטיקה, אשר חוצה תרבויות ומדינות – בו ניתן לזהות שימושים עכשוויים בלמידה ניידת בהכשרה להוראת המתמטיקה. המתמטיקה כרוכה בהבנת עקרונות מתמטיים מרכזיים ומושגי יסוד. בכל שיעור ישנה חשיבות ליצירת קשרים אלה על מנת שיהוו מארג משמעותי לתהליכי הוראה-למידה מיטביים (Fernandez, & Yoshida, 2004). הדבר מחייב התייחסות לחמשת מרכיבי הידע: הבנה מושגית – תפישה של מושגים מתמטיים מופשטים, פעולות ויחסים, הכרת יישומים שונים שלהם בהקשרים שונים; הבנה פרוצדורלית – הבנה של אלגוריתמים, מיומנויות זיהוי האלגוריתם המתאים, ויכולת לביצוע האלגוריתם; יכולת אסטרטגית – יכולת לנתח את הבעיה המתמטית, להתאים ולבנות לבעיה ייצוגים שונים, לפתור בעיות שגרתיות ושאינן שגרתיות; יכולת להתאים נימוקים – מיומנות הכוללת שאילת שאלות הסברים והנמקות המתבססים על חשיבה לוגית, המיוצגים בשפה אינטואיטיבית ובשפה מתמטית פורמלית. יכולת רפלקטיבית, יכולת לבצע אומדנים ובקורות; יצירת מבנים – יכולת לראות את המתמטיקה כנושא שיש בו הגיון, חוקיות, ומבנה לוגי שהוא גם שימושי. חמשת מרכיבי הידע הללו תואמים למרכיבי ידע המורה עליהם מצביע שולמן (Shulman, 1986). לכך נוסף הרכיב הטכנולוגי הנובע מההקשר של החינוך בעידן הדיגיטלי, כלומר – הידע הטכנולוגי נוסף לידע הפדגוגי ולידע בתחום התוכן לפי מודל TPACK (Koehler & Mishra, 2009). בכך נוסף עוד רכיב בתהליך הכשרת סטודנטים בתהליכי הוראה-למידה בסביבה שבה קיימת טכנולוגיה נגישה, המשקף את מורכבות ההכשרה בעידן הדיגיטלי, ואת האתגר וההזדמנויות החדשות הנובעות מכך.

בשנים האחרונות נבחנו במערכות חינוך בעולם אפשרויות של פיתוח ידע פדגוגי-דיסציפלינארי-טכנולוגי באמצעות שימוש באייפדים בהכשרת מורים, המחייב רכישה של מיומנויות הנחוצות בעידן הדיגיטלי. ניתן ללמוד משימוש במכשירים ניידים בהקשר של חינוך מתמטי: במחקרים עדכניים נמצא שפרחי הוראה ומורים ייחסו ערך רב לשילוב אייפדים בחינוך המתמטי, ככלי לקידום הלמידה (Hodges et al., 2012; Kearney & Maher, 2013). במקרים אחרים נעשה שימוש בטלפונים חכמים לקידום החשיבה המתמטית ולקידום תהליכים של פתרון בעיות. מאחר שהמכשירים הניידים בעלי פוטנציאל לקידום למידה שיתופית ולמידה בהקשר, תחום החינוך המתמטי עשוי להיות דוגמה מיטבית ללמידה אותנטית בתוך הכיתה ומחוצה לה, בהלימה לתפיסה פדגוגית קונסטרוקטיביסטית-חברתית ללמידה ניידת (Tangney et al., 2010).

מטרת המחקר הנוכחי לזהות רכיבים של 'זהות מקצועית' בהכשרה להוראת המתמטיקה בשילוב טכנולוגיה ניידת, באמצעות חקרי מקרה מרובים. בכל חקר מקרה, המסלול האישי מאיר פן ייחודי בפיתוח המקצועי המשלב אוריינויות דיגיטליות וטכנולוגיה ניידת בכיתה, אשר משפיע על גיבוש הזהות המקצועית כמורות למתמטיקה. מכאן נגזרת שאלת המחקר: כיצד באים לידי ביטוי מאפייני

פיתוח מקצועי של סטודנטיות בהוראת מושגי יסוד בתחום המתמטיקה באמצעות הנרטיב האישי בהקשר להטמעת טכנולוגיה ניידת חדשנית?

## מתודולוגיה

מסגרת המחקר נעוצה בפרדיגמה האיכותנית (Cohen & Manion, 1989), במסגרת המערך המתודולוגי של חקר מקרה, המשרת שלושה היבטים: חקר המקרה שימש כיחידת הניתוח, כהליך המחקרי וכתוצר הסופי של המחקר. במסגרת הפרדיגמה האיכותנית ומתודולוגיית חקר המקרה אומצו שלוש גישות מחקריות שקידמו את המטרה של איסוף סיפורי ההתנסות של פרחי ההוראה אשר התנסו בסביבה טכנולוגית חדשה; מוקד המחקר היה אופן התפתחות הזהות המקצועית של פרח ההוראה בשילוב טכנולוגיה עדכנית בשעורי המתמטיקה בבית הספר היסודי.

## משתתפי המחקר

חמש סטודנטיות להוראת מתמטיקה בחינוך היסודי הלומדות במכללה להכשרת מורים מהגדולות והמובילות בארץ. מתוכן שתי סטודנטיות שלימדו בשותפות בשנה"ל תשע"ד ועוד 3 סטודנטיות שלימדו בשנה"ל תשע"ה בבית ספר יסודי במרכז הארץ, המצוי בשכונה שמצבם הסוציו-אקונומי של דייריה נמוך. במסגרת מסלול ההכשרה להוראת מתמטיקה בחינוך היסודי, המשתתפות התנדבו ושילבו בהתנסות את אפליקציית Matific (בשמה בעברית "עשר אצבעות") בשעוריהן במהלך שני סמסטרים, בכ-8 שעורים בכל סמסטר.

## כלי המחקר

במחקר נעשה שימוש בתמלול התנהלות השיעורים של הסטודנטיות, אשר תיעדו את כל ההתנהלות במסגרת ההתנסות בהוראה, החל משלבי התכנון, דרך תיעוד השיעור וכלה בתובנות בעקבות השיעור. בכך נוצרו סיפורי המקרה העולים מתוך תיעוד אישי של הסטודנטיות בשיעורי המתמטיקה בהם שולבה האפליקציה Matific. באופן ספציפי, נבחנה ההתייחסות לאתגר שבשילוב הוראה-למידה משמעותית באמצעות שימוש באפליקציה על-גבי אייפדים.

Matific הינה אפליקציה אינטרנטית-חינמית המבוססת על אוסף של פעילויות לימודיות אינטראקטיביות המכונות אפיזודות, להוראת מושגים מתמטיים. האפיזודות מאורגנות במעטפת משחקית על מנת לעודד הנעה וחוויית הצלחה, ומאפשרת ללומד להתקדם בקצב אישי.

## מהלך המחקר

למידת המתמטיקה כרוכה בהבנת עקרונות מתמטיים מרכזיים המהווים כעין רשת המקשרת בין נושאים ותכנים שונים הנלמדים במודל ספירלי. תהליך התכנון נעשה בשיתוף עם עמיתות, מורה מאמנת ומדריכה. בכל אחד מהשיעורים בהם שילבו הסטודנטיות את העבודה באמצעות האפליקציה בכיתות א-ב, נוצרו קשרים המהווים מארג משמעותי לתהליכי הוראה-למידה מיטביים. השיעורים התנהלו כך שהעבודה עם האפליקציה התרחשה בחלק מהשיעור, על מנת לקדם הבנה של מושגים מתמטיים אצל התלמידים, ועל מנת לשפר את הכשרת הסטודנטיות בתחום הוראת מושגי יסוד במתמטיקה.

## אתיקה

המחקר נעשה בשיתוף מנהלת בית-הספר וצוות המורים, בידיעתם ובהסכמתם, כחלק מתהליך ההכשרה להוראה של הסטודנטיות. כל מידע מזהה אודות בית-הספר, התלמידים ו/או הסטודנטיות חסוי ולא נחשף בשום שלב של המחקר או פרסומו.

## ממצאים

הממצאים שיוצגו להלן הינם בהתאם לסיפורים האישיים של הסטודנטיות, בדגש על התמה המרכזית של כל סיפור. מובאים להלן שני סיפורים מרכזיים, אשר משקפים את הפוטנציאל של הלמידה באמצעות האיפדים והאפליקציה Matific לקידום ההכשרה המקצועית של הסטודנטיות המתכשרות להוראה.

## הסיפור של ח' ונ'

שתי סטודנטיות אלה לימדו בכיתה א' בשני חצאי כיתות ושילבו במקביל אפיזודות באפליקציה Matific. הן לימדו את פעולת החיבור עד 10 באמצעות שלוש אפיזודות: ה"מחרוזת" – השחלה של חרוזים בצבעים שונים; "הפרחים" – נוריות וחרציות שיש לשתול בערוגה משותפת; ו"צלחת הפסטה" הכוללת ערבוב של שני סוגי פסטה בצלחת אחת. בחירת האפיזודה והבניית העיקרון המתמטי היו שונים זה מזה בהקשר תהליכי הוראה-למידה: באפיזודת החרוזים התלמידים נדרשו לייצר אוסף של מצבים בהם מוצגים סכומים של 10 חרוזים בשרשרת. אלה הובילו לפיתוח מקצועי של הידע הדיסציפלינרי של הסטודנטיות, ולהתמודדות עם פעולת החיבור בהקשרים שונים והתוודעות לעומק הבניית הידע.

*"בחירתנו בלימוד שיעור בנושא חוק החילוף נבעה לאור העובדה שבשיעור קודם לכן עלה נושא זה בעת הדיון בכיתה, אולם ניכר כי התלמידים לא הבינו כי מדובר בשני תרגילים שונים זה מזה. כמו כן, גם אנחנו הסברנו לתלמידים כי מדובר בשני תרגילים זהים, שההבדל היחיד בהם הוא סדר המחברים, וזו שגיאה. לכן, חשוב היה לנו לתקן שגיאה זו בשיעור זה, שכן חוק החילוף הוא נושא בסיסי וחובתנו ללמדו בצורה הטובה ביותר."*

הסטודנטית הבינה כי דרך ההוראה וההסבר שניתנו לתלמידים היה שגוי וכי יש צורך בשינוי בדרך ההוראה. ההסבר של מורה אינו מספק, לכן יש לקיים למידה מסוג אחר, כפי שעולה בתיעוד הבא, בו הן מתייחסות ברפלקציה להתמודדות עם השגיאה:

*"שיעור זה עסק בעקרון חוק החילוף בתרגילי חיבור. בחרנו לערוך שיעור ספציפי בנושא זה בשל ההסבר השגוי שערכנו בשיעור הקודם.... במהלך משימת השיגור בשיעור זה הוצגו בפני התלמידים על גבי מסך המקרן שתי תמונות מתוך אפיזודה העוסקת בחיבור דינמי, בה נעשה שימוש בשיעור קודם לכן: בשתי התמונות היו שני סוגים של פרחים, נוריות וחרציות וסכום הפרחים שווה בשתייהן, אלא שכמות הפרחים מכל סוג הייתה שונה בכל תמונה, וכך למעשה ניתן היה לראות את חוק החילוף."*

האינטראקציה בין הסטודנטית לתלמידים מייצרת תובנות נוספות לגבי השבחת ההכשרה להוראה – מתוך תיעוד הסטודנטית:

*"סטודנטית: אני רוצה לשמוע עוד דרכים...  
ל': אני זוכרת שלוש כלניות וממשיכה לספור שלוש, ארבע, חמש. שש, ספירת המשך.  
נט': את שבע ועוד שלוש יותר קל לי לפתור כי זוכרים 7 ואז מוסיפים רק שלוש ושם (3+7)  
צריך לזכור שלוש ולהוסיף עוד שבע."*

התלמידה חושפת אסטרטגיה מעשית של תובנה מספרית לשימוש יעיל וחסכוני בחוק החילוף, אליה מתוודעות הסטודנטיות במהלך ההתנסות. תהליך ההכשרה של הסטודנטיות כלל עמקה בנושאים מתמטיים ודרך הוראתם תוך שימוש בתיעוד כבסיס להעמקה לגבי תפיסת תפקידן כמורות ולגבי מקומה של הטכנולוגיה כמאפשרת מינוף פדגוגי.

השימוש ברצף הקשרים בהוראת פעולת החיבור, תוך שימוש בביצועי ההבנה של התלמידים בצילומי מסך לתיעוד עבודתם, אפשרו לסטודנטיות לבנות רצף הוראה גמיש המעיד על קשר בין מרכיבי הידע להוראה-למידה מיטבית: הבנה מושגית, הבנה אסטרטגית ובניית מבנים.

בהמשך תהליך ההוראה למידה אפיזודת ה"מחרוזת" "שודרגה" בכך ששולבה בתחנות שונות לשם הבניית מושגים שונים, במסגרת יוזמה של פיתוח סיטואציות ללמידה המותאמות לתלמידים: אפיזודת ה"מחרוזת" מאפשרת יצירת שינויים ושימושים רבים, וכן להציג לתלמידים שאלות פתוחות היוצרות מחשבה מעמיקה על התוכן.

תיאור מהלך השימוש באפיזודה להבניית ידע מתמטי בהקשרים שונים:

*"בשלב הראשון התקיימה מנייה רגילה... טרם ידענו כיצד לערוך שינויים ולהפוך את האפליקציה לדינאמית... שימוש השני שנעשה באפיזודה זו היה במסגרת שיעור שעודדנו למיצוי אפשרויות עבור תרגילי חיבור שסכומם 10... לאחר מציאת כלל התרגילים והדגשת החוקיות, העלינו את עיקרון חוק החילוף בפעולת החיבור והגשנו עיקרון זה על ידי השימוש בשני צבעים של חרוזים, כאשר כל צבע מתאים למחובר אחר ולאחר מכן מחליפים בין השניים, ובדרך זו ניתן לראות היטב את הסיפור החשובני."*

*"בשיעור נוסף שנערך, נעשה שימוש באפיזודה זו לשם המחשת נושא הזוגיות ואי הזוגיות... אלא ששילבנו פעולת כתיבה רגילה בנוסף לשימוש באייפד... בשיעור לאחר מכן, אשר עסק גם*

הוא בנושא הזוגיות ואי הזוגיות, עשינו שימוש נוסף באפיזודה זו, אולם במסגרת משימת השיגור בלבד. הצגנו לתלמידים על הלוח צילום מסך של מחרוזת מסוימת שיצרנו וביקשנו מהם למצוא את תרגיל החיבור המתאים עבורה, ולציין האם סכום המחרוזות הוא זוגי או אי זוגי, ומדוע. הדיון... היה פורה ומעמיק... למעשה, מרבית השימושים שעשינו באפיזודת "המחרוזת", היו שונים מהדרישה כפי שהופיעה. יצרנו שינויים רבים בשל העובדה שהאפיזודה מאפשרת את הדינאמיות הזו, לעומת האפיזודות האחרות..."

הטקסטים מציגים תיעוד מסע מרתק של סטודנטיות ברצף ההזדמנויות בה הן מנצלות אפיזודה באפליקציה והופכות להיות פרואקטיביות ומפתחות תוכנית לימודים מתוך למידה משמעותית שלהן. הסטודנטיות מגלות תוך כדי התהליך כיוונים שונים בהם ניתן לנצל את האפיזודה כמרחב המאפשר התנסות ברכישת מושגים מתמטיים נוספים (זוגיות/ אי-זוגיות, הכללת תוצאת החיבור, חשיבה הפוכה בהצגת התוצר וכו'). התהליך מחדד את תפקידן ויחד עם זאת מאפשר להן לבחון האופן ביקורתי את עצמן וגם את המוצע באפליקציה. בכך הן משמשות מקור ללמידה עבור מפתחי האפליקציה.

### הסיפור של ס'

ס' המשיכה בשנת הלימודים תשע"ה ללמוד בכיתה בה לימדו ח' ונ' בשנת תשע"ד, ובחרה להתמקד בפיתוח לומד עצמאי, כפי שדיווחה להלן:

"על כך אני שמה את הדגש כל הסמסטר ואני מרגישה שהעבודה עם האיפדים בהחלט אפשרה וקידמה זאת. במונח השני הוא פיתוח לומד עצמאי שלי. אני עובדת השנה בלי בת זוג וכל הדילמות והרעיונות מתרחשים ביני לבין עצמי. לפיכך גם אני מפתחת לומד עצמאי מההיבט האישי שלי ואומר כי למרות כל הקושי במבחן המציאות, אני מרגישה שאני מתמודדת ורק יוצאת יותר מחוזקת מכל קושי."

באפיזודה המתוארת יש להלביש את החתולים לפי צירופים שונים. להלן קטע מתוך תיעוד השיעור:

### טבלה 1. פרוטוקול שיח מתוך יומן הסטודנטית המתייחס למהלך השיעור

40	ס'	ומי יכול להגיד לי איך אני יכולה לסדר את כל הצירופים שלי?
41	תלמידה	צריך שהם לא יהיו דומים
42	ס'	צריך שיהיו שונים, יפה. מה אתם עשיתם, איך אני יכולה להתמודד? כן ז'
43	ז'	תשימי בצבע שונה
44	ס'	ז' בוא בבקשה ללוח ותדגים לנו מה עשית (תלמיד מציג באיפד במליאה את דרך הפתרון שלו)
45	ס'	שימו לב אולי הלבשתם שונה מז'. בוא נראה מה ז' עושה.
46	ס'	ז' באיזו דרך אתה משתמש כדי לדעת אם הלבשת את כולם?
47	ז'	לפי הצבעים
48	ס'	אוקיי, תמשיך. בזמן שז' מסדר לנו ואנו רואים את האסטרטגיה שלו, יש למישהו דרך אחרת?
49	ע'	אם יש שתי חביות פה ופה יש 3 אז יהיה 6.
50	ס'	אז אתה מסדר לפי השורות. אוקיי אני מיד ארצה לראות את זה. ז' בוא ניתן לע' רגע להדגים. כל הכבוד ז' תודה רבה
114	ס'	אין לי כוח לעשות את כל הכלבים ולהלביש אותם. לא בא לי. יש דרך שאני יכולה לדעת את כל הצירופים מבלי שאני בכלל מלבישה את הכלבים?
115	תלמיד	אין דרך
116	תלמיד	יש, צריך להלביש אותם
119	ס'	השאלה היא האם אני יכולה לדעת את סה"כ הצירופים, מה יצא לי בסוף, מבלי להלביש?
120	ז'	שבע. חיברתי את כל החביות
121	ס'	מי מסכים, מי לא מסכים
122	ר'	אני מתנגד לדברי של ז' כי זה 12
123	ס'	למה אתה חושב שזה 12?
124	ר'	כי יש שלושה בכל שורה ואז כפלתי בארבע. ספרתי 3 שורות וארבע טורים
125	ס'	איזה תרגיל עשית?
126	ר'	4 כפול 3
127	ס'	זאת אומר שעשית שהכופל יהיה החולצות והנכפל יהיה הכובעים. ארבע פעמים מופיעות 3 שורות. יפה. יכול להיות עוד תרגיל כפל מתאים?

ס' מעודדת תלמידים להציע דרכי פתרון נוספים ובהמשך מובילה את תלמידיה להכללה: "אין לי כוח לעשות את כל הכלבים ולהלביש אותם. לא בא לי. יש דרך שאני יכולה לדעת את כל הצירופים מבלי שאני בכלל מלבישה את הכלבים?" והתלמיד ר' מספק את ההכללה: "כי יש שלושה בכל שורה ואז כפלתי בארבע... ספרתי 3 שורות וארבע טורים."

מתוך רפלקציה על השיעור מציינת ס':

"ניתן לראות לדוגמא משקלוט שיעור 7 (שורות 56-48) כיצד התלמיד הגיע להמשגה מתמטית לאחר התנסות באייפדים. התלמיד הבין לבדו כיצד יש למקם את הכלבים/חתולים כדי ליצור מקסימום אפשרויות בצורה הקלה ביותר עבורו... תלמיד אחר מצא את הקשר בין האפיזודה ללוח הכפל. שמחתי לראות כיצד הצעד אחורה שלי גרם לצעדים קדימה לתלמידים."

בעבודת הסיכום מציינת ס':

"המרחב הטכנולוגי בכיתה אפשר לזמן תלמידים ללוח ולהציג את התוצרים שלהם בעזרת המקרן. לדעתי יצרתי במשך השנה סביבה תומכת ובטוחה שמלמדת שמטעויות אנחנו למדים. כך נוצר שבשלב כזה או אחר במהלך השנה כל הילדים באו והציגו את שלמדו, בין אם בעזרת המקרן ובין אם עזרים אחרים."

במרחב הדיגיטלי מקדמת הסטודנטית את תחושת המסוגלות של התלמידים בתהליך רפלקטיבי של חשיבה ביקורתית:

"... כאשר נעשית טעות בתשובה, האייפד מסמן להם והתלמידים יכולים לנסות תשובה אחרת. במקרה של המשימה במחברות, לא היה מי שיאמר/יתקן להם אם הם טעו בחלק 1 אלא התלמידים היו חייבים לבדוק את עצמם אם צדקו או טעו. במקרה זה, לדעתי, היה נכון השימוש במחברות כדי לוודא הבניית ידע."

נראה כי ס' בפיתוח המקצועי שלה הגדירה את מרחב הלמידה כמרחב המאפשר הצמחה של לומד עצמאי. במסגרת זו התלמיד נתפס כסקרן המכוון ללמידה עצמית מתוך פיתוח תהליכי חקר: התלמיד נחשף לסיטואציית בעיה באמצעות אפיזודה באייפד, מעלה השערות, מציע מגוון פתרונות ביוזמתו או בתיווך הסטודנטית, אשר מובילה לשיח מתמטי משמעותי ומפתחת את העיקרון המתמטי במטרה להגיע להכללה.

משני סיפורי חקר מקרה אלה נראה כי פדגוגיה חדשנית בכיתה מספקת הזדמנות לסטודנטיות להבניית ידע מתמטי עבורן ועבור תלמידיהן בתקן לומד-מלמד, בשילוב מיטבי של אפיזודות מתוך האפליקציה Matific להבניה של המשגה מתמטית.

## דיון

המחקר הנוכחי בחן את האופן שבו הטכנולוגיה הניידת, ובאופן ייחודי האפליקציה Matific, עשויות לשפר את ההכשרה של פרחי ההוראה בתחום המתמטיקה. מחקרים הצביעו על-כך שהמורה בכיתה יכול להשתמש באמצעים הטכנולוגיים הניידים לגיוון ההוראה, ובכך לקדם יצירת את ההבנה של התלמידים, באמצעות פדגוגיה של הבניית ידע וגישות של למידה פעילה (Campbell & Pargas, 2003). שילוב טכנולוגיות ניידות בתהליך הלמידה בהשכלה הגבוהה בכללותו עשוי לקדם מוטיבציה ללמידה (Rau, Gao & Wu, 2008) ומעורבות של הסטודנטים בשיעורי הלימוד (Melton & Kendall, 2012; Barak, Lipson & Lerman, 2006). השימוש במכשירים הניידים ללמידה משמש מודל עבור הסטודנטים להוראה בבתי הספר, במסגרת ההתנסות. השימוש של פרחי ההוראה באייפדים להוראת המתמטיקה על מנת לתווך את הלמידה המקצועית שלהם אודות הוראת מתמטיקה מיטבית נבעה מתובנות בהקשר לחוויית הלמידה שלהן, במסגרתה השתמשו במאפיינים של האפליקציה כגון למידה אותנטית (הסיפורים של האפיזודות), התאמה אישית של הלמידה (באמצעות הבנייה של אפיזודות או רכיבים של אפיזודות בעצמם, ובאמצעות בחירת רצף האפיזודות בהתאמה ללומדים). ביומנים הרפלקטיביים, וגם בשיחות בינו ובין עצמן, ליבנו הסטודנטיות את ההשלכות של אירועי ההוראה ששילבו את השימוש באפליקציה על הידע וההמשגה המתמטיים של התלמידים. הן עשו שימוש בידע זה על מנת לפתח רעיונות נוספים להעשרת ההוראה בתיווך האפליקציה, ובאפליקציה עצמה. העבודה בזוגות איפשרה שיתוף בידע בזמן אמת, אך ההוראה של כל קבוצת הסטודנטיות שהשתמשו באפליקציה זימנה יצירה של קהילת מעשה (Schuck, Aubusson, Kearney & Burden, 2013), ובמקביל – נוצרה תרבות של "מדורת האייפד", אשר לפי המודל של ארבעת מרחבי הלמידה החדשים תואם לשתי המודולות הראשונות: "מדורת השבט" ו"בורות המים" (Thornburg, 2004).

השימוש באייפדים ובאפליקציה Matific זימנה גם אפשרות לקידום הפקה של אפיזודות ביחידות תוכן בהן היתה אפשרות ליצירת תכנים באופן עצמי. זוהי עדות ליכולת להשתמש בידע שנצבר במהלך השיעורים ובתבונת שבעקבות השיעורים לצורך קידום ההכשרה המקצועית (Kearney & Maher, 2013). השימוש המשולב באפיזודות של האפליקציה, יחד עם פעילות מלווה, דיונים ושימוש באמצעים "מסורתיים" כגון מחברת וספר – כל אלה משקפים הפעלה של שיקול דעת מושכל, מיטבי ומותאם ללומדים. כך ניתן להצביע על טיפוח ידע טכנולוגי המקדם את הוראת המתמטיקה בכיתות היסוד, ובאופן ספציפי – כיצד ניתן לקדם המשגה מתמטית בקרב הלומדים באמצעות השבחת ההוראה בגישה של Math-TPACK.

## מקורות

- Barak, M., Lipson, A., & Lerman, S. (2006). Wireless laptops as means for promoting active learning in large lecture halls. *Journal of Research on Technology in Education*, 38(3), 245-263.
- Beynon, M. (2007). Computing technology for learning - in need of a radical new conception. *Educational Technology & Society*, 10(1), 94-106.
- Campbell, A. B., & Pargas, R. P. (2003). Laptops in the classroom. *ACM SIGCSE Bulletin*, 35(1), 98-102.
- Cobb, P., Stephan, M., McClain, K., & Gravemeijer, K. (2001). Participating in classroom mathematical practices. *Journal of the Learning Sciences*, 10(1/2), 113-163.
- Cohen, L., & Manion, L. (1989). *Research Methods in Education*. (Third ed.). London, England: Routledge
- Fernandez, C. & Yoshida, M. (2004). *Lesson study: A Japanese approach to improving mathematics teaching and learning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publisher.
- Geist, E. (2011). The game changer: Using iPads in college teacher education classes. *College Student Journal*, 45(4), 758-768.
- Hodges, C., Clark, K., Downs, E., Repman, J., Carlson, R., Kennedy, & Green, L. (2012). One tool, one college: Georgia Southern University's College of Education iPad project. In P. Resta (Ed.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 3629-3631), Chesapeake, VA: AACE.
- Kearney, M., & Maher, D. (2013). Mobile learning in math teacher education: Using iPads to support pre-service teachers' professional development. *Australian Educational Computing*, 27(3), 76-84.
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60-70.
- Kupferberg, I., & Olshtain, E. (1996). Narratives shape the professional development of student teachers. In *Proceedings of the Second International Conference: Teacher Education: Stability, Evolution and Revolution*. Wingate College, Israel.
- Melton, R. K., & Kendall, N. M. (2012). The Impact of mobilization in higher education. *The Global eLearning Journal*, 1(4), 1-11.
- Rau, P. L. P., Gao, Q., & Wu, L. M. (2008). Using Mobile Communication Technology in High School Education: Motivation, Pressure, and Learning Performance. *Computers & Education*, 50, 1-22.
- Schuck, S., Aubusson, P., Kearney, M., & Burden, K. (2013). Mobilising teacher education: A study of a professional learning community. *Teacher Development*, 17(1), 1-18.
- Sharples, M. (2000). The design of personal mobile technologies for lifelong learning. *Computers and Education*, 34, 177-193.
- Shulman, L.S., (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher* 15(2), 4-14.
- Tangney, B., Weber, S., O'Hanlon, P., Knowles, D., Munnelly, J., Salkham, A., & Jennings K. (2010). 'MobiMaths': An approach to utilising smartphones in teaching Mathematics. In M. Montebello,

V. Camilleri & A. Dingli (Eds.), *Proceedings of mlearn2010: 10th world conference on mobile and contextual learning* (pp. 9-15), University of Malta, Valetta

Thornburg, D. (2004). Campfires in cyberspace: Primordial metaphors for learning in the 21st Century. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 1(10). Retrieved from [http://itdl.org/journal/oct\\_04/invited01.htm](http://itdl.org/journal/oct_04/invited01.htm)

West, D.M. (2013). *Mobile learning: Transforming education, engaging students, and improving outcomes* (pp. 1-17). US: Center for Technology Innovation at Brookings.