

הכנס המדעי ה-17
מחקר, עיון ויצירה באורנים – תשע"ו

הכשרת מורים למקצועות מתמטיקה ומדעים

יו"ר: עטרה שריקי

מורים ותלמידים מבצעים יחדיו פעילות חקר מתמטית:**השלכות על שינוי בתפיסת מורים את תפקידם****Teachers and students collaborate in mathematical inquiry:****Implications for teachers' perceptions of their role**

בשנים האחרונות נתפס תפקידו של המורה כמזמן סיטואציות למידה אותנטיות וכתומך בפיתוח מיומנויות חקר. אולם רבים מהמורים למתמטיקה מתקשים ליצור סביבות למידה הנותנות לכך מענה. אחת הסיבות העיקריות היא היעדר התנסות של המורים עצמם בלמידת חקר, וכפועל יוצא מכך חוסר מודעות לפדגוגיה הנדרשת. לאור זאת, ראינו בלימודי התואר השני מסגרת מתאימה להקניית הידע הנדרש להוראת מתמטיקה בגישת חקר. סביבת הלמידה היא חלק מקורס למורים למתמטיקה בבית הספר היסודי הלומדים לתואר שני באורנים. מטרתה לתמוך בהתנסות המורים בהוראה מבוססת חקר תוך בחינה רפלקטיבית וביקורתית של תפיסותיהם בנוגע לתפקידם כמורים. בסמסטר הראשון, המורים נחשפים לעקרונות של למידת חקר ולקהיליית חקר שיתופית של מורה-תלמידים, ומפתחים חומרי למידה מתאימים. בסמסטר השני המורים מתנסים בביצוע פעילות חקר מתמטי בשיתוף עם תלמידיהם במתכונת של מחקר פעולה.

המחקר ליווה 12 סטודנטים במהלך שנת לימודים. למחקר היו שתי מטרות עיקריות: (1) לאפיין את תפיסות הנבדקים ועמדותיהם בנוגע להיבטים השונים הקשורים לתהליכי למידת חקר; ו-(2) לבחון שינויים בתפיסות הנבדקים את תפקידם כמורים למתמטיקה כפועל יוצא מהשתתפותם בתהליך החקר השיתופי. המחקר התבצע בגישה איכותנית במטרה לבחון תופעות ותהליכים כפי שהם משתקפים בעיני הנבדקים, ולהבנות באופן ראשוני תאוריה המעוגנת בשדה. כלי המחקר כללו: שאלון קדם לבחינת תפיסות הנבדקים את תפקידם כמורים, עמדותיהם בנוגע ללמידת חקר, וניסיון העבר שלהם בהקשר זה; תיעוד הדיונים שהתנהלו בכיתה; יומני למידה בהם תיעדו את התנסויותיהם ובחנו את הוראתם, את עמדותיהם ואמונותיהם; תוצרי הלמידה של המורים: משימות חקר שפיתחו עבור תלמידיהם ותיעוד מחקר הפעולה.

להלן נתייחס רק למטרת המחקר השנייה. משאלון הקדם ניכרת הדומיננטיות של תפיסת תפקיד המורה כ"מעביר חומר". גם "פיתוח מיומנויות חקר" צוין כתפקיד מרכזי, אך הנבדקים התקשו לתת דוגמאות מעשייתם בהקשר זה בכיתותיהם. בסמסטר הראשון המורים ביטאו הסתייגות מפני ביצוע חקר שיתופי עם תלמידיהם, מחשש שמא יפגע הדימוי שלהם כ"יודעי כל" בעיני התלמידים. בנוסף, בשל היעדר ניסיון, המורים התקשו בכתיבת משימות חקר מתאימות, וסברו שתלמידיהם לא יצליחו להתמודד עם משימות מורכבות. מיומני הלמידה ומעבודת הסיכום עולה שעם תחילת ההתנסות, החששות המוקדמים נמוגו בהדרגה כתוצאה מהמשוב החיובי שהתקבל מהתלמידים, הצלחותיהם, וגילויי ההנאה שלהם מפעילויות החקר. יתרה מכך, המורים דיווחו על העמקת תחושת המסוגלות העצמית שלהם בהקשר ליכולתם לבצע חקר מתמטי, ועל התלהבות מחודשת מההוראה. כל אלה הניעו שינוי בתפיסת המורים את תפקידם, תוך העברת מרכז הכובד מ"הקניית ידע" ל"הקניית מיומנויות חקר". ממצאי המחקר מצביעים על תרומת ההתנסות של הנבדקים והמשוב שהתקבל מהתלמידים להתפתחות תובנות חדשות בנוגע לתפקידם כמורים למתמטיקה. לפיכך, חיוני ליצור עבור מורים סביבת למידה שתתמוך בפיתוח מיומנויות החקר שלהם עצמם, ותסייע להם ליצור סביבות כאלה עבור תלמידיהם.

מילות מפתח: תפקיד המורה למתמטיקה, למידת חקר במתמטיקה, הוראת מתמטיקה בגישת חקר, מחקר פעולה

עידוד תלמידים לחשיבה לא שגרתית על מתמטיקה :**נקודת המבט של תלמידים ושל מורים****Encouraging students to think outside the box about mathematics:****Student and teacher perspectives**

במשך שנות הוראתי ראיתי בטיפול היצירתיות המתמטית של תלמידים את אחת המטרות המרכזיות. ליצירתיות מקובל להתייחס מתוך מגוון פרספקטיבות: פסיכומטרית, קוגניטיבית, חברתית-אישית ועוד. בהקשר הנוכחי אתייחס לפרספקטיבה הפסיכומטרית בממד של הפקת תוצר לא שגרתית או חשיבה לא שגרתית, ולפרספקטיבה החברתית-אישית בהיבט הרגשי של היצירתיות. אחד הכלים שבהם השתמשתי לצורך זה בהוראה הוא "כתיבת סיפורי חידה מתמטיים". סיפור חידה מתמטי הוא סיפור העוסק במושגים או באובייקטים מתמטיים, ובו המושגים/האובייקטים מופיעים באופן מובלע, תוך שזירת רמזים אודותיהם לאורך הסיפור. כאשר תלמידים כותבים סיפור חידה, הם עושים למעשה האנשה של האובייקטים והמושגים המתמטיים, וכתוצאה מכך עוברים תהליך לא שגרתית של יצירה.

בחלקו הראשון של המחקר נבחנה תרומתו של הכלי לטיפול יצירתיות מתמטית של תלמידים. בחלק זה השתתפו 46 תלמידי כיתות י"א-י"ב הלומדים מתמטיקה ברמה של 5 יח"ל בבית ספר בצפון הארץ. התלמידים התבקשו לחבר סיפור חידה בנושא טריגונומטריה, להציג אותו בפני הכיתה, ולאפשר לחבריהם לגלות על-פי הרמזים באיזה אובייקטים ו/או מושגים מדובר. לאחר מכן כל תלמיד ביצע רפלקציה על ההתנסות שלו והעריך את התוצר. כמחצית מהתלמידים רואינו במטרה להעמיק את התובנות בנוגע להשפעת הכלי. מתוך הכרה בכך שמורים מיישמים בכיתותיהם שיטות הוראה הנתפסות בעיניהם כבעלות ערך, בחלק השני של המחקר נבחנה יכולתם של 20 מורים מנוסים למתמטיקה, שהם סטודנטים לתואר שני באורנים, לחזות את התרומה של הכלי לטיפול יצירתיות מתמטית אצל תלמידים. המורים נחשפו לכלי ולסיפורי התלמידים, ובעזרת שאלות מנחות התבקשו להעריך בכתב את תרומתו.

מניתוח סיפורי התלמידים, האינטראקציה הכיתתית, הרפלקציות והראיונות עולה שהם תופסים את המשימה כבעלת תרומה משמעותית ללמידת המושגים המתמטיים ולהתפתחות היצירתיות המתמטית שלהם. התלמידים התייחסו לסיפור החידה כאל ביטוי יצירתי, כאשר ליצירתיות ייחסו משמעות של חשיבה לא שגרתית, ולסיפור התייחסו כאל תוצר מתמטי לא שגרתית. תלמידים ציינו שעצם הגילוי שביכולתם "ליצור" במתמטיקה הביא לתחושת גאווה והנאה מהיצירה. כאשר הכלי הוצג בפני המורים, רבים הביעו ספק בנוגע ליכולתם של תלמידים להתמודד עם המשימה. לאחר קריאת סיפורי התלמידים, מורים נטו לתאר את התהליך שחוו התלמידים כמורכב מסדרה של שלבים אלגוריתמיים. כלומר, המורים לא הצליחו לחזות את הפוטנציאל של הכלי, ובפרט בהיבט הרגשי והחוויתי כמו גם את היותו מניע לחשיבה לא שגרתית.

ממצאי החלק הראשון של המחקר מעידים על הפוטנציאל הטמון בשימוש בכלי "כתיבת סיפורי חידה" לפיתוח היצירתיות המתמטית של תלמידים, בפרט בהיבט הרגשי של תהליך היצירה. ממצאי החלק השני מצביעים על כך שמורים מתקשים לחזות את הפוטנציאל של הכלי, ועל כן יש צורך לבצע מהלכים אשר יסייעו להם להכיר בערכו של הכלי, תוך עידודם לנסות אותו בכיתותיהם.

מילות מפתח: יצירתיות מתמטית, כתיבת סיפורים מתמטיים, רפלקציות על תהליך יצירתי, הערכת תוצר יצירתי

תאוריה במעשה : מורים הלומדים לתואר שני מיישמים ידע תאורטי בכיתותיהם¹
Theory in practice: Teachers studying for their master's degree apply
theoretical knowledge in their classrooms

במסגרת קורסים שנלמדו בתכנית התואר השני בהוראת מתמטיקה בשתי מכללות, למדו סטודנטים שהם מורים למתמטיקה רעיונות תאורטיים המתייחסים להוראת מתמטיקה ולקידום תרבות מתמטית בכיתה. כחלק מחובותיהם, נדרשו הסטודנטים לבנות יחידת הוראה המסתמכת על העקרונות התאורטיים שנלמדו, ללמד את היחידה בכיתותיהם, לתעד שיעורים ולנתחם תוך התבוננות בשינוי בידיע הדידקטי והפדגוגי שלהם בזמן אמת, שהושפע מהידע התאורטי שרכשו. המחקר מתמקד בזיהוי תהליכי העברת הידע התאורטי של המורים לדרכי הוראה בכיתות המתמטיקה.

מן הספרות המחקרית ידוע כי אמונות של סטודנטים להוראה משפיעות על המוטיבציה שלהם ללמידה אודות תאוריות. כאשר הם מאמינים שידע תאורטי הוא בסיס להכשרה, המוטיבציה שלהם לרכוש ידע כזה היא גבוהה. לעומתם, לומדים אחרים המאמינים כי ידע פרקטי הוא הבסיס החשוב, ממקדים את המוטיבציה שלהם להשתתפות בקורסים המלווים בסדנאות. במחקרם של אנדרסון וסטילמן (2013) נמצא פער בין ידע תאורטי לידע מעשי בקרב מורי המתמטיקה שנחקרו. בהתאם לאבחנה בין שני סוגי הידע מציע ומגדיר צוי (Tsui, 2009), מעבר בין שני סוגי הידע עד כדי התגבשות ושינוי: "תאורטיזציה של ידע פרקטי" ו-"פרקטיזציה של ידע תאורטי". תהליכים אלה מתהווים תוך כדי פרשנותו האישית של המורה את הידע התאורטי. שני תהליכי ההתפתחות הנזכרים עומדים במוקד המחקר הנוכחי.

שאלות המחקר הן: כיצד מפרשים באופן מעשי, מורים שהם גם סטודנטים לתואר שני להוראת מתמטיקה, תאוריות וספרות מחקרית?; מהם הגורמים לפער שבין התאוריה והפרשנות המעשית שהמורים מפיקים? כדי לענות על השאלות נאספו נתונים משני סוגים: (1) הקורסים נבנו על-פי עקרונות המחברים בין ידע תאורטי לידע בר-יישום, ותהליך הלמידה בשני הקורסים תועד על-ידי החוקרת; ו-(2) נותחו עבודות של הסטודנטים משני הקורסים המתארות התנהגות בזמן אמת וקבלת החלטות תוך כדי הוראה. הנתונים נותחו באמצעות ניתוח תוכן ויצירת קטגוריות, שמהם נבנו סיפורים המתארים תופעות המוצגות כממצאים.

המחקר מתאר מספר תופעות המתקיימות בתהליך העברה של תאוריה למעשה. בהרצאה אציג שתי תופעות מרכזיות ואנתח אותן בהקשר של התפתחות הידע הפרקטי של מורים: (א) הקושי הגדול ליישם תאוריה אינו מתבטא בתכנון ההוראה, אלא ביישום של התכנון, ובשמירתו או עיצובו תוך כדי ההוראה. אתאר את התופעה, שבה מורה מתכנן שיעור בהתאם לעיקרון תאורטי, ואת ה"כישלון" בשלב היישום. אגדיר את הזרזים שנמצאו כמקדמים את ה"כישלון" בפרקטיזציה של ידע תאורטי לניהול ההוראה; ו-(ב) כאשר המורים לא מאמינים בעיקרון שנלמד מספרות תאורטית, הם לא מיישמים אותו בכיתותיהם. כמו כן, כאשר המורים מאמינים שתאוריה או עיקרון מסוים הם מורכבים יתר על המידה להבנה או יישום עבור תלמידיהם, הם לא מיישמים אותו בכיתה. כיצד ניתן לאתר את התופעה לקראת שינוי אמונות של מורים?

מילות מפתח : הוראת סוגיות מחקר בחינוך מתמטי בתואר שני, ידע תאורטי של מורים, פרקטיזציה של ידע תאורטי

¹ ההרצאה מתמקדת בתיאור ממצאי מחקר שנתמך בחלקו על-ידי הרשות למחקר והערכה במכללת אורנים.

אבחון ושינוי תפיסות תלמידים באסטרונומיה באמצעות שילוב מודלים תלת-ממדיים

Identifying and changing children's perceptions in astronomy using three-dimensional models

אסטרונומיה – המדע העתיק בתרבות האנושית, מלווה את התפתחות הציוויליזציה לאורך כל התקופות. במהלך השנים נמצאו עדויות רבות של הקשרים בין נושא האסטרונומיה לבין מרבית תחומי חיינו. כך לדוגמה, האסטרונומיה נקשרת למנהיגים בהיסטוריה, ניתן למצוא קשרים דתיים לתחום האסטרונומיה, כך גם בתחומי החקלאות והתרבות. לאסטרונומיה תרומה משמעותית בהתפתחות המדע והטכנולוגיה, ומכאן יש יסוד סביר להניח כי האסטרונומיה וחקר החלל ימשיכו להשפיע על המין האנושי גם בעתיד, ועל כן ישנה חשיבות מיוחדת להמשיך ללמוד ולעסוק בתחום זה גם במערכת החינוך.

ממחקרים רבים שנערכו בהוראת המדעים, אנו למדים כי התפיסות החלופיות של התלמידים גורמות לקשיים בהוראה ובלמידה של נושא האסטרונומיה, אשר טומן בחובו תפיסות רבות של תלמידים שאינן תואמות את ההסבר המדעי.

מטרות המחקר הן: (1) לאבחן תפיסות של תלמידים בקשר למושגים באסטרונומיה; (2) לבחון את השפעת השילוב של מודלים תלת-ממדיים על גילוי המקורות של התפיסות החלופיות של התלמידים; ו-(3) להבין את השינויים התפיסתיים שעוברים תלמידים במהלך פעילות מעבדתית, שבמרכזה משולבים מודלים תלת-ממדיים המייצגים תופעות אסטרונומיות. אוכלוסיית המחקר כללה 44 תלמידים בכיתה ו'.

בשלב הראשון של המחקר אובחנו תפיסות התלמידים במספר דרכים: נותח שאלון מקדים (Pre), נותחו מודלים שנבנו על-ידי התלמיד בהתאם לתפיסתו הראשונית ונערכו ראיונות אישיים. בשלב השני השתתפו התלמידים בפעילויות מעבדתיות שנבנו למטרה זאת, נערכו ראיונות והתלמידים ענו על שאלון תפיסות זהה (Post). "עמוד השדרה" במחקר היא תאוריית הלמידה הקונסטרוקטיביסטית הטוענת שהפרט יוצר את תפיסותיו על תופעות בהן הוא צופה ומתנסה, כאשר הוא מתבסס על ניסיון אישי קודם שלו.

מהמחקר עולה כי קיים מתאם בין התפיסות החלופיות כפי שעלו בשאלון לבין התפיסות שעלו במהלך בניית המודל התלת-ממדי. בנוסף, הפעילות המעבדתית והבניית המודל מאפשרות לתלמיד לשנות את התפיסה החלופית ולהגיע לתשובה המדעית. הסברים שניתנו על-ידי הלומדים באמצעות המודל איפשרו להבין את מקורן של התפיסות החלופיות, לרבות מורכבות התנועות, מרחקים גדולים שאינם בתחום הראייה של בן אנוש, זמנים ארוכים של תנועות ועוד.

למחקר ייתכנו תרומות אפשריות בשני מישורים: (1) בהיבט התאורטי: מחקרים שנערכו בעבר עסקו באיתור תפיסות חלופיות באסטרונומיה ולא במקורותיהן. תרומתו האפשרית של המחקר היא בהבנת הקשר שבין ייצוג תופעות מופשטות באמצעות בניית מודלים תלת-ממדיים לבין הבנת התופעה; (2) בהיבט היישומי: המחקר עשוי לתרום לפיתוח מודלים תלת-ממדיים כמרכיב מרכזי בסביבת למידה במטרה לחזק תפיסות מדעיות, לאתר תפיסות חלופיות ולשנותן.

מילות מפתח: מודלים, אסטרונומיה, תפיסות חלופיות, הערכה, Hands-On