

הכנס המדעי ה-15
מחקר, עיון ויצירה באורנים – תשע"ד

חינוך מתמטי והכשרת מורים למתמטיקה

יו"ר: רותי רייז

"יציאה מהאוטומט" - שינויים בהרגלי ההוראה:**החממה הפדגוגית - שיטה חדשה להכשרת מורים****"Stopping the autopilot" - Reassessing teaching processes:****A new approach to educational improvement**

דמיינו לעצמכם כיתה בה לומדים יחדיו מורים, תלמידים ומנחי מורים, מעין שיעור ב"שלוש קומות למידה" בו זמנית. התלמידים בכיתה מודעים למהלך הייחודי ומאפשרים אימון ותרגול על-ידי המורים והמנחים, כמו כן הם נחשפים למורים שונים, לשיטות הוראה מגוונות ולסגנונות שונים. אכן, קשה לדמיין מציאות כזאת מאחר והיא כל כך לא מאפיינת את מערכת החינוך הבית ספרית כיום. כבר שנה ויותר מתרחש תהליך כזה בבית הספר החקלאי ברנקו וייס בפרדס חנה, ובעוד שבעה בתי ספר ברחבי הארץ. לאחר הלימודים, נפגשים מורים למתמטיקה ומדעים ותלמידים מכיתה ט' לשעה וחצי עם צוות הפיתוח של מכון ברנקו וייס בחסות קרן טראמפ ולומדים יחדיו.

העקרונות המרכזיים המנחים את המפגשים הם: (1) יצירת מרחב ללא שיפוט, מקום שבו כל אחד מוזמן לנסות, להתנסות, להיכשל ולטעות ללא חשש שמישהו יעס, יתאכזב או ישפוט אותו; (2) איבוד שליטה, דהיינו, נכונות של המורה לתת לתלמידים במה להוביל את השיעור ו"לאבד" לכאורה את השליטה על התפתחות השיעור כאשר המורה משדר לתלמידיו שהוא מוכן לקחת סיכונים, לתת מקום להתפתחות החשיבה של התלמידים ולזרום איתה, כך גם התלמידים יהיו מוכנים לקחת סיכונים ולפתח חשיבה עצמאית, ליזום ולאתגר את עצמם.

למידת שפה פדגוגית: בחממה הפדגוגית נדרשים המורים לפתח יכולת המשגה של מעשה ההוראה שלהם. החממה הפדגוגית מובנית על-פי שפה של חמש אינטליגנציות, כאשר כל אינטליגנציה מאופיינת בצבע. ההנחה העומדת בבסיס הרעיון היא כי למידה והוראה משמעותיות חייבות לעבור דרך כל חמש האינטליגנציות ולא רק דרך חלקן.

כלי המחקר כללו תצפית משתתפת, ראיונות עומק עם מורים מובילים וקבוצת מיקוד עם תלמידים, בתחילת התהליך ובסוף השנה. במחקר השתתפו 6 מורים, 10 מנחי מורים ו-20 תלמידים.

מתוך עדויותיהם של מורים ותלמידים עולה כי החממה מייצרת "אזור ללא שיפוט" שבו מורה ותלמיד מוזמנים לנסות, לטעות ולהיכשל ללא חשש. המנחים והמורים נוכחים ופעילים בחממה והגבולות בין המלמדים ללומדים מיטשטשים. כאשר תלמידים לומדים בצוותא עם מבוגרים, שואלים שאלות שהם והמורים עצמם מתחבטים בהן ואינם רואים בתשובה אחת את הנכונה והיחידה, אזי גוברים הסיכויים שהתלמידים יעזו לפתח חשיבה אחרת. אחד המורים בחממה סיפר כי הלימוד המשמעותי ביותר שחוה היה, שהוא כמורה למתמטיקה לא הצליח לפתור חידה מתמטית שהתלמידים והמורים חדו לו בחממה. "למעלה מרבע שעה לא הצלחתי לפתור את החידה בנוכחות מנחים, מורים ותלמידים [...] ולא הרגשתי ששופטים אותי. זה היה המשחק הכי מרתק ששיחקתי במתמטיקה".

ההרצאה בכנס תציג את התובנות שעלו מהשטח. לדוגמה: "יציאה מהאוטומט" - שינויים בהרגלי ההוראה כמקור לצמיחה וליצירה. מהספרות עולה כי מורים פועלים מתוך הרגלים קבועים. במרחב הבטוח שנוצר בחממה, מורים מוכנים למתוח את הגבולות של עצמם, ללכת אל הלא נודע, לשחרר שליטה, לתרגל עיקרון פדגוגי שחששו ממנו או להגשים חלום ישן.

מילות מפתח: חממה פדגוגית, אי-שיפוטיות, התנסות, הכשרה אחרת, חמש האינטליגנציות

שילוב חקרי מקרה בקורס "סוגיות בהדרכת מורים"**Implementing case studies in the "Issues in Teachers' Guidance" course**

במסגרת הקורס "סוגיות בהדרכת מורים למתמטיקה/מדעים" המתקיים במכללת "אורנים" בתוכנית לתואר שני בהוראת המדעים, מוצגים חלקים תאורטיים רבים ומגוונים הקשורים להדרכה. במטרה לסייע לסטודנטים בהטמעת התאוריות, משולבים בחלק מהשיעורים חקרי מקרה הקשורים למרכיבי התאוריה המוצגים בשיעור.

במטרה להיטיב את ההוראה בקורס החלטנו לבצע מחקר פעולה. המחקר בודק את המאפיינים המשותפים של חקרי המקרה שנבחרו להצגה בקורס, ואשר הסטודנטים המליצו לשמר בקורס דומה עתידי. במחקר השתתפו 22 סטודנטים לתואר שני בהוראת המדעים במכללת אורנים, שלמדו את הקורס בתשע"ג, בהם עשרה סטודנטים למתמטיקה, שלושה סטודנטים לפיזיקה ותשעה סטודנטים לביולוגיה.

במחקר נעשה שימוש במתודולוגיה של מחקר פעולה, היות ושתי החוקרות מרצות באחד מן הקורסים ("סוגיות בהדרכת מורים למדעים"/"סוגיות בהדרכת מורים למתמטיקה"). בכל שיעור הוצגה סיטואציה הדרכתית, ולאחריה נערך דיון על הסיטואציה. לאחר השיעור נעשה על-ידי החוקרות ניתוח של הסיטואציה מבחינת תרומתה הייחודית לקידום מטרות הקורס. בסיום הצגת כל הסיטואציות, נערך ניתוח של המאפיינים המשותפים לכל חקרי המקרה.

במהלך כל אחד מן הסמסטרים, הועברו שאלוני עמדות בקרב הסטודנטים באשר להדרכה, לתרגום של התאוריה למעשה, ולהשפעה של הצגת חקר המקרה על הלמידה שלהם.

תוצאות ביניים של המחקר מצביעות על מספר מאפיינים משותפים של חקרי המקרה, כגון: דוגמאות מעולמם המקצועי של הסטודנטים (שהם מורים בבתי ספר), המדגימים את מרכיבי התאוריה של הדרכת מורים, ומחייבים מיומנויות פתרון בעיות יומיומיות של הסטודנטים. ניכר כי לסטודנטים עמדות חיוביות כלפי שילוב חקרי המקרה בהוראת הקורס. חקרי המקרה סייעו להם להבין את התאוריה הנלמדת בקורס באופן פעיל בניגוד לשינון עובדות מחד גיסא, והדגימו גישה פדגוגית של פתרון בעיות עדכניות בעולמם האמתי של הסטודנטים (מורים) ודרבנו אותם ליישם מקרים כגון אלה בכיתותיהם מאידך גיסא.

מילות מפתח: התפתחות מקצועית, הדרכה, הוראת מבוגרים (אנדרגוגיה), חקר מקרה, מחקר פעולה

אפיון הידע ועבודת ההוראה של מורי מורים למתמטיקה**Characterizing the knowledge and teaching****of Mathematics teacher educators**

הדרכת מורים היא תחום מחקר חדש יחסית. בשנים האחרונות חל גידול בהתעניינות במהות התפקידים והפעילויות של מורי מורים למתמטיקה, ובדרכים לאפיין את הידע ואת ההוראה שלהם.

המחקר הנוכחי, המציג אוסף של מקרים (case studies), עקב אחר תהליך ההוראה של ארבעה מורי מורים למתמטיקה בעלי מוניטין גבוה, המכהנים גם כמורים למתמטיקה, תוך התמקדות במשימות לימוד

מתמטיות ששולבו במפגשי ההשתלמות. שדה המחקר הינו מפגשי השתלמות למורים למתמטיקה שהתקיימו במרכזי פסג"ה (פיתוח סגלי הוראה).

המטרה העיקרית של המחקר הייתה לאפיין את הידע ואת המיומנויות של מורי מורים למתמטיקה. ממטרת המחקר נגזרו שתי שאלות המחקר, תוך התייחסות מיוחדת למשימות המהוות את החלק המרכזי של המפגש: (1) מהם מאפייני המשימות שמורי מורים משלבים במפגשי לימוד למורים למתמטיקה; ו-(2) מהם מאפייני הידע של מורי מורים למתמטיקה המשתקף בתהליך עיצובן של משימות למורים ואופן השימוש בהן בסביבת הוראה של מורים. כלי המחקר כללו תצפיות מוקלטות, חומרי הוראה ששולבו במסגרת ההשתלמות, כתיבת יומן חוקר, שיחות וראיונות חצי מובנים עם מורי המורים אשר בשיעוריהם נערכו התצפיות.

התצפיות נותחו תוך התמקדות במשימות המתמטיות ששולבו במפגשי ההשתלמות. מן הניתוח עולה כי להתאמה בין בחירה ו/או עיצוב משימות מתמטיות למורים לבין מטרות ההוראה של מפגש ההשתלמות נודעת השפעה מרכזית על הפעילויות המתמטיות והפדגוגיות של המורים, וכפועל יוצא מכך על פיתוח ידע מתמטי לדרכי ההוראה של המורים. זוהו ארבעה מאפיינים של משימות לימוד מתמטיות למורים בסביבת השתלמות מורים: (1) מידת ההתאמה של המשימה לתלמידים בסביבת הכיתה; (2) מידת הזימון של היבטים פדגוגיים ומתמטיים; (3) מידת החשיפה של מחסומי למידה; ו-(4) פוטנציאל הפתעה.

ממצאי המחקר הנוכחי מצביעים גם על ידע אופק להוראת מורים למתמטיקה (HKTT - Horizon Knowledge for Teaching Mathematics Teachers). ידע אופק להוראת מורים למתמטיקה משלב ידע אופק פדגוגי וידע אופק מתמטי, תוך כדי התייחסות למשתתפים בהשתלמות הן כלומדים והן כמורים. שני סוגי הידע של מורי המורים שזורים זה בזה ומניעים זה את זה. ידע אופק להוראת מורים למתמטיקה כולל את החוש לסביבה המתמטית והפדגוגית הסובבת את המיקום הספציפי שבו מורי המורים נמצאים, רעיונות ומבנים מתמטיים ופדגוגיים רחבים ומיומנויות מפתח פדגוגיות ומתמטיות.

ממצאי המחקר שופכים אור על הידע והמיומנויות של מורי מורים העובדים עם מורים בסביבת השתלמות מורים. ממצאי המחקר הנוכחי עשויים לתרום לדיון המתקיים כיום במדינת ישראל על אודות הידע הנדרש ממורים וממורי מורים למתמטיקה וכן לגבי גוף הידע והמיומנויות הנדרשים ממורי מורים למתמטיקה במסגרת השתלמויות מורים. כמו כן, הממצאים עשויים לשמש חומר גלם וקרקע פוריה למעצבי תוכניות להתפתחות מקצועית של מורי מורים למתמטיקה לגבי התכנים המתמטיים והפדגוגיים בסביבת ההתפתחות המקצועית של מורי מורים למתמטיקה.

מילות מפתח: מורי מורים, משימות לימוד למורים, ידע אופק להוראת מורים למתמטיקה

Igor' Kontorovich, Orit Hazzan

איגור' קונטורוביץ', אורית חזן

לקראת חקר מומחיות במחקר לחינוך ל-STEM:

המקרה של חינוך מתמטי

Towards exploring expertise in educational STEM research:

The case of Mathematics education

בזמן שמשאבים רבים מושקעים במחקר החינוכי ובטיפול מיומנויות מחקר אצל סטודנטים לתארים מתקדמים בחינוך, סוגיית המומחיות במחקר החינוכי טרם נחקרה באופן אמפירי. לחקר הסוגיה תוכנן מחקר כולל, שנועד לאפיין מומחיות במחקר בחינוך ל-STEM (מדעים, טכנולוגיה ומתמטיקה).

בשלביו הראשוניים של המחקר בחרנו להתמקד בחינוך המתמטי וחקרנו את השאלה: מהן הדרישות והגדרות התפקיד של חוקרים בחינוך מתמטי? כדי לענות על שאלת המחקר ניתחנו 46 מודעות עדכניות של קול קורא לתפקיד פרופסור חבר ופרופסור משנה מ-41 אוניברסיטאות ובמכללות המצויות ב-27 מדינות בארצות הברית. הנחתנו הייתה כי תוכן המודעות משקף את מרכיבי הידע המרכזיים הדרושים לחוקרים כדי להצליח בתפקידם.

ניתוח התוכן העלה כי המודעות מתייחסות לארבע תמות מרכזיות: (1) רקע במתמטיקה ובחינוך מתמטי; (2) הוראה והנחייה; (3) מחקר ופרסומו; (4) פעילויות פקולטתיות ואוניברסיטאיות. הממצאים מצביעים על כך שבשעה שתואר שלישי בחינוך מתמטי או בתחומים קרובים אליו הוא תנאי סף להתמודדות על המשרות, הידע המתמטי הנדרש מהמועמדים יכול לנוע בין התמצאות במתמטיקה ברמה בית ספרית לבין תואר שני במתמטיקה. בהיקשר להגדרת התפקיד, מסתבר כי בנוסף לביצוע מחקר ולפרסום בעיתונות מקצועית יוקרתית, מצופה מהחוקרים להתמודד על תקציבי מחקר, ללמד קורסים אקדמיים במגוון נושאים (כמו מתמטיקה, חינוך מתמטי, שיטות מחקר, סטטיסטיקה וכד'), להנחות סטודנטים לתארים מתקדמים, לתמוך בתוכניות פקולטתיות קיימות ולקחת חלק בפיתוח תוכניות חדשות, להשתתף בוועדות אוניברסיטאיות שונות, לשתף פעולה עם קהילות מחקר בפקולטות אחרות, עם קהילת החינוך ל-STEM ועם קהילות מורים.

ממצאי המחקר מפנים את תשומת הלב של האחראים על תוכניות לתארים מתקדמים בחינוך מתמטי לתהליכי ההכנה של חברי הסגל העתידיים לחיים באקדמיה. כמו כן, הממצאים מאפשרים לנסח מספר המלצות לדוקטורנטים שהחליטו להמשיך בקריירה אקדמית. לבסוף, המחקר מעלה שאלות המופנות לקהילת החינוך המתמטי, שההתמודדות איתן יכולה להביא אותה לחידוד יעדיה ודרכי פעילותה. בכך המחקר מדגים כבר בשלביו המוקדמים את התרומות האפשריות של חקר מומחיות במחקר החינוכי.

בהיקשר להמשך המחקר, המחקר שנעשה מציע מסגרת המכילה חמישה מרכיבים לאפיון המומחיות במחקר לחינוך ל-STEM: ידע תוכן מדעי; ידע פדגוגי והנחייתי; ידע מתודולוגי; מיומנויות ביצוע מחקרים ופרסום; מיומנויות ארגוניות.

מילות מפתח: חקר מומחיות, מחקר חינוכי, מחקר בחינוך ל-STEM, מחקר בחינוך מתמטי, משרה אקדמית