

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

הוראת המדעים וחשיבה מתמטית

יו"ר: מדי וליצקר-פולק

הערכה עצמית של התפתחות היצירתיות המתמטית
כאמצעי לתמיכה בהתפתחותה של היצירתיות
Self-assessment of mathematical creativity development
as a means of supporting creativity development

מורים רבים מאמינים שחשוב לטפח את היצירתיות המתמטית של תלמידים, אולם לרוב לא ניתנת לתלמידים תמיכה או הכוונה הולמת לצורך זה. למציאות זו מגוון גורמים, ביניהם היעדר כלי זמין ופשוט להערכת היצירתיות של התלמידים והתפתחותה לאורך זמן. במטרה לתת לכך מענה, פותח כלי הערכה המבוסס על הגישה הפסיכומטרית לחקר היצירתיות והתפתחותה. הכלי מתמקד בהערכת היצירתיות בהקשר של העלאת בעיות. בעיני רבים נתפס העיסוק בהעלאת בעיות כתומך בהתפתחות היצירתיות המתמטית של תלמידים. הכלי מתייחס למתן ציונים עבור ארבעת המדדים המקובלים להערכת יצירתיות: שטף, גמישות, מקוריות, והכללה, כמו גם לציון סופי עבור יצירתיות. הכלי קל ליישום, ומאפשר למורים לשלבו במסגרת ההוראה שלהם, תוך התאמת המשקל היחסי של כל מדד למטרות ההוראה. מכיוון שהמידע המתקבל עבור כל אחד מהמדדים הוא כמותי, ניתן לתרגמו לייצוג גרפי, ולאפשר לתלמיד לקבל משוב על ההתקדמות האישית והיחסית שלו לאורך זמן, תוך פיתוח מיומנויות של הערכה עצמית.

במחקר השתתפו שישה מורים המלמדים מתמטיקה בבית הספר העל-יסודי ותלמידיהם. בהנחיית המורים, התלמידים עסקו בפעילויות של העלאת בעיות המבוססות על שאלות מתוך ספרי הלימוד. לאחר כל פעילות הציגו המורים בפני התלמידים גרף המתאר את הציונים האישיים שלהם עבור כל אחד מארבעת המדדים, והציון הסופי שלהם עבור יצירתיות, וכן את מיקומם ביחס לחבריהם לכיתה (ציון יחסי). בנוסף, החל מן המשימה השנייה הציגו המורים לתלמידים תיאור גרפי המתייחס לשניונים בציונים האישיים והיחסיים שלהם. התלמידים התבקשו להתייחס לתיאור הגרפי, לבצע רפלקציה על השינויים בציוניהם, ולנסות להסביר את השינויים. עם סיום סדרת הפעילויות התבקשו התלמידים להסביר את תרומת התהליך של ההערכה העצמית להתפתחות היצירתיות שלהם.

המחקר התמקד בתפיסת המורים את מידת היעילות של השימוש בכלי לצורך פיתוח היצירתיות המתמטית של תלמידים, וכן בתפיסת התלמידים בנוגע לתרומת תהליך ההערכה העצמית להתפתחות היצירתיות שלהם. המידע התקבל באמצעות שאלונים וראיונות עם המורים, ונותח באמצעות קידוד פתוח ושיטות לניתוח תוכן. המורים מצאו את הכלי קל לשימוש ולהתאמה למטרות ההוראה שלהם, וייחסו חשיבות מרובה לתרומה של המשוב האישי להתפתחות היצירתיות המתמטית של התלמידים. התלמידים אף הם ייחסו חשיבות רבה לקבלת המשוב ולהזדמנות לבצע הערכה עצמית ורפלקציה על השינויים שחלו בציונים האישיים והיחסיים שלהם לאורך זמן. לדעתם, ההתנסות בהערכה עצמית תרמה לחיזוק נקודות התרפה שלהם, ובעיקר בהקשר למדד הגמישות, ולפיתוח היצירתיות המתמטית שלהם באופן כללי. לאור זאת מוצע שמורים ישימו דגש על ההיבט של הערכה עצמית של התפתחות היצירתיות, יספקו לתלמידים קווים מנחים ברורים בנוגע לאופן שבו ניתן לפרש את הגרפים הניתנים להם וכיצד ניתן להשתמש בנתונים לצורך התמקדות בנקודות התרפה שלהם.

במסגרת ההרצאה יתוארו מאפייניו של הכלי ודרכים אפשריות לעשות בו שימוש, תוצגנה דוגמאות לייצוג גרפי שניתן לספק לתלמידים לצורך קבלת משוב בנוגע להתקדמותם, וכן יוצגו ציטוטים נבחרים מתוך הרפלקציה הסופית שבצעו התלמידים.

מילות מפתח: יצירתיות מתמטית, העלאת בעיות, הערכת התפתחות היצירתיות, הערכה עצמית

מתמטיקה דרך אגדות וסיפורי הרפתקאות:

"אח, אחות והחתול המלומד" – ספרם של קלרה זיסקין ואלי שור

The brother, sister, and the learned cat

בכנס הקודם (2013) הצגנו את ספרנו "הסיפורים המפליאים של יער הקסם ו... הבעיות המפורסמות של המתמטיקה", ספר המהווה אבן פינה למגמה חדשה - "ספרות למען המתמטיקה". למגמה זו משתייך גם ספרנו "אח, אחות והחתול המלומד".

כך נכתב בגב הספר:

בוקר אחד בקיץ לווהט תאומים בני 12, אלי וקלי, שגרים באחד המושבים בערבה, בהתקרבתם לעץ אלון במרכז המושב, פוגשים יצור לא רגיל. בהתחלה הם לא מאמינים למראה עיניהם, אך מאותו בוקר במשך שבוע ימים עוברים הילדים חוויה ייחודית ובלתי נשכחת שקובעת במידה רבה את עתידם. בשבוע זה הם מכירים דברים מפליאים מעולם הכישוף והקסם וגם רוכשים ידע חדש בתחומים שכביכול רחוקים זה מזה כמו שירה, מתמטיקה, תנ"ך, אך שזורים בהרמוניה באריג הסיפורי.

בחלקו הראשון של הספר מתוארים מפגשיהם של האחים במשך שבוע ימים עם החתול המלומד שהגיע לפתע מעולם הדמיוני הנקרא "קשת-ים". החתול מספר לילדים על עצמו, על המקום ועל תושביו וחושף לפנייהם את השיר הנפלא של המשורר הרוסי הנודע אלכסנדר פושקין **על קשת-ים**, בתרגומה לעברית של רנה ליטוין. יחד עם זאת, החתול מגלה לילדים את התכונות המעניינות של המספרים הטבעיים ובכך הוא פותח לפנייהם אשנב קטן לתורת המספרים, אחד התחומים המתמטיים שאינו נכלל בתוכנית הלימודים במתמטיקה בבית הספר. בסיפוריו של החתול שזורות בעיות מתמטיות איתן שלושת גיבורי הספר מתמודדים יחדיו, ללא שימוש בכתיבה, כלומר בלי עפרון ומחברת.

חלקו השני של הספר מוקדש כולו לדמויות המופיעות בשיר **על קשת-ים**. כל דמות זוכה לתיאור מקורותיה הפולקלוריסטיים, מלווה בסיפור עליה, ובנוסף לכך בחידה מתמטית.

הספר נועד לילדים ובני נוער מגיל עשר ומעלה ולמבוגרים בעלי טעם ועניין בדמיון ופנטזיה כדרך מרתקת להעשרה בתרבות וידע של ממש. בהרצאה נתייחס למניעים שהובילו אותנו לכתיבת הספר ונביא קטעים מתוך הספר.

מילות מפתח: ספרות למען המתמטיקה, העולם הדמיוני "קשת-ים", בעיות וחידות מתמטיות, תכונות של מספרים טבעיים, פסוקים מהתנ"ך עם אלמנטים מתמטיים

Osnat Eldar, Ricardo Trumper

אסנת אלדר, ריקרדו טרומפר

סטודנטים בתוכנית ה-M.Ed. בהוראת המדעים: פסיפס של דמויות

Students in the M.Ed. Science Teaching program: Pieces in a puzzle

מחקר זה ליווה במשך שלוש שנים קבוצה של 12 סטודנטים שלמדו לתואר שני בתוכנית להוראת המדעים לבית הספר העל יסודי והחלו את לימודיהם בשנת 2011. הסטודנטים הם כולם מורים בפועל בבתי ספר על יסודיים באזור הצפון, ומלמדים מתמטיקה, פיזיקה, ביולוגיה ומדע וטכנולוגיה.

מטרת המחקר הייתה לעקוב אחר ההתפתחות המקצועית של המורים מתחילת דרכם בתוכנית ועד לסיום לימודיהם. מערך המחקר כלל שלושה ראיונות עם כל משתתף, שש תצפיות בשיעורים, בתחילת הלימודים, באמצע ובסיום התוכנית. בנוסף התייחסנו גם לעבודות הגמר של הסטודנטים. שאלון מקדים הועבר גם לסגל ההוראה בתוכנית כדי לבדוק את מטרותיהם של המרצים בקורסים השונים. מסמך נוסף שניתחנו היה רציונל ופירוט התוכנית. מטרתנו הייתה להשוות בין רציונל התוכנית המנסה לטפח הוראה ממוקדת ותלמיד לבין מה שקורה בפועל בכיתות, ומה מוצהר על-ידי משתתפי המחקר.

הצגה זו תתייחס לממצאים העיקריים מתוך הראיונות שבוצעו. מצאנו כי ניתן לחלק את משתתפי המחקר לכמה קבוצות: (1) כאלה שהתוכנית לא השפיעה עליהם כלל (אין שינוי הן ברמת המודעות והן בפרקטיקה בכיתה); (2) כאלה שהתוכנית השפיעה עליהם ברמת המודעות אך לא על הפרקטיקה בכיתה; ו- (3) כאלה שהתוכנית השפיעה עליהם הן ברמת המודעות והן בפרקטיקה בכיתה.

modeling של מורי התוכנית נמצא כאחד הגורמים בעלי השפעה משמעותית על המורים. כמעט כל המשתתפים פיתחו הבנה לחשיבות ההפעלה של התלמידים ולהקשבה לקולם. התנסויות חיוביות בתחום זה במהלך התוכנית מצאו את ביטויין גם בסוף השנה השלישית. מורים שלא אימצו גישה של למידה פעילה והמשיכו לפעול בצורה יותר מסורתית תירצו זאת באילוצים בית ספריים ומערכתיים. הקורסים שהשפיעו על רוב המורים היו אלה ששילבו בין תאוריה ומעשה וכללו רכיב שכלל הבאת עדויות מהשטח. עבודת הגמר השפיעה כמעט על כל המורים ברמת המודעות והפרקטיקה, אך לא בהכרח לאורך זמן.

מילות מפתח: תוכנית ה-M.Ed. בהוראת המדעים, התפתחות מקצועית של מורים

Amos Cohn, Moshe Reich

עמוס כהן, משה רייך

”נקודת ארכימדס” - בית מדרש למורים חוקרים בפיזיקה,

הדרך לשינוי פניה של הוראת הפיזיקה בארץ

Archimedes Fulcrum - Beit Midrash for teacher researchers in Physics:

Changing Physics teaching in Israel

לבית הספר התיכון תפקיד מכריע בעיצוב דמותו של אזרח ומדען העתיד, אך תלמידים מוכשרים רבים בוחרים שלא להמשיך בלימודי הפיזיקה והמדעים בשל הדרך בה מלמדים כיום פיזיקה לבגרות, דרך הנעדרת חינוך לסקרנות, יצירתיות ומצוינות. אנו מאמינים כי לשינוי פרדיגמה זו נדרש שינוי אמיץ בדרך הכשרת המורים, מעמדם ותפקידם.

הוראת המדעים בכלל והפיזיקה בפרט נמצאות במשבר חמור בארץ. עולה הצורך בשינוי מעמדו של המורה ובשינוי תפקודו: ממקומו הנוכחי של המורה, המעביר ידע לקראת בחינות הבגרות, יש לעבור למקום חדש של מורה חוקר, היוצר עם תלמידיו ידע חדש תוך פיתוח עבודות חקר מתקדמות בפיזיקה.

בית המדרש **נקודת ארכימדס** הוא מסגרת ייחודית להכשרת מנחי חקר בפיזיקה. בית המדרש מטפח תרבות של חקר תְּבָרִי בפיזיקה, ומכשיר, מנחה ומדריך פיזיקאים להיות מנחים של עבודות חקר מתקדמות בפיזיקה.

בית המדרש פועל בתוך **מרכז אחר"ת** (אחוות חוקרים רב-תרבותית) שהינו מרכז יהודי-ערבי לטיפוח והנחייה של עבודות חקר מתקדמות בפיזיקה, הפועל בארבעה בתי-ספר אזוריים בגליל המערבי, בהם מכינים תלמידי כיתות י"א-י"ב 20% מעבודות הגמר בפיזיקה 5 יחידות של כלל מדינת ישראל. במרכז התפתחה מסורת של שיתוף פעולה רב-תרבותי, תומך ואוהד, המאפשר אוירת הנחייה וחקר מיוחדים

במינם. דרך הלימוד בבית המדרש חווייתית ומעמיקה. נושאי הלימוד כוללים: היבטים דידקטיים של למידת חקר, היסטוריה ופילוסופיה של המדעים, שיטות מחקר בפיזיקה בשילוב כלים טכנולוגיים, כלים מתמטיים הישימים לחקר בפיזיקה והיכרות עם מגוון נושאי מחקר לתלמידי חטי"ב וחטי"ע. דרך ההכשרה שפותחה בבית המדרש היא ייחודית ופועלת בדרכי דיון דיאלוגיות בין המנחים הוותיקים והמשתלמים וכן בין המנחים ותלמידי בתי-הספר. ראוי לציין שלא נעשית הכשרה כזו בשום מקום בארץ.

מטרות בית המדרש הן: (1) פיתוח תרבות של חקר בפיזיקה בדרך חברית ותומכת, תוך דוגמה אישית וחיפוש משותף; (2) הכשרת מורים מובילים ומנהיגים שיקימו מרכזי חקר בפיזיקה כדוגמת מרכז אחר"ת בכל הארץ; (3) גיוס אקדמאים מתחומי הפיזיקה, ההיי-טק, ההנדסה במטרה לבנות צוות מורים (צעיר יחסית), על מנת להרחיב את מעגל מנחי החקר ולהגדיל את מאגר מורי הפיזיקה בארץ. פיזיקאים רבים מגלים נכונות להיכנס להנחיית עבודות חקר, אך חוששים בראשית הדרך לקחת על עצמם תפקיד של מורה בכיתה; (4) בניית סביבה רב-תרבותית המקבלת את האחר והשונה, תוך ביצוע חקר משותף בפיזיקה: יהודים וערבים, דתיים וחילוניים, בני קיבוצים ובני מושבים, בני ערים חזקות ובני כפרים ועירויות חלשות, עולים וותיקים, צעירים ומבוגרים; (5) שינוי מעמדו של המורה: ממורה המעביר ידע למורה חוקר, היוצר ידע חדש עם תלמידיו תוך שהם מפענחים ביחד את סודותיה של תופעת הטבע הנחקרת. המורה הופך לאדם מוערך על ידי תלמידיו ועל ידי הקהילה בה הוא חי; ו- (6) בניית קבוצת התייעצות ותמיכה למורי החקר בפיזיקה. מורה הפיזיקה הוא, בדרך כלל, מורה בודד בבית ספרו. אנשי בית המדרש מעלים בעיות מהשטח כבר כיום, וימשיכו לתמוך אלו באלו גם בעתיד.

מילות מפתח: חקר בפיזיקה, נקודת ארכימדס – בית מדרש, תרבות של חקר, מורה חוקר בפיזיקה, מרכז אחר"ת

Gadi Mador

גדי מדור

אפיון מודלים וסימולטורים בסביבת אימון רפואי

Characterization of models and simulators

in a medical training environment

החל מהתקופה בה התפתחה הרפואה כמדע, פותחו ושולבו המודלים הרפואיים בהוראה ובהכשרה הרפואית. משנות השבעים של המאה הקודמת, גבר השימוש בסימולציה רפואית לצורכי אימון והערכה במקצועות הרפואה. מגמה זו מתחזקת כיום כמענה לקריאה להפחתת טעויות אנוש ברפואה ולהנחלת תרבות "בטיחות החולה". בנוסף, משקפת מגמה זו את ההכרה הגוברת בכוחם של סימולטורים רפואיים לשפר את תפקודם של צוותים רפואיים במצבי חירום ובתרחישים מורכבים.

המחקר נערך **במ.ס.ר** - המרכז הארצי לסימולציה רפואית במרכז הרפואי ע"ש שיבא. המרכז בנוי כבית חולים וירטואלי, עושה שימוש במאמנים רפואיים חדשניים ומגוונים ומצויד במערכות אודיו-ויזואליות מתקדמות המיועדות לצורכי תחקור ומשוב. מ.ס.ר הינו מרכז רב-תחומי המשלב מגוון מודלים ואימוני פרט וצוות. מתאמנות בו אוכלוסיות מגוונות מהצבא, מבתי החולים, ממשרד הבריאות ומבתי הספר לרפואה.

מטרת המחקר הייתה לאפיין את סביבת הלמידה מבוססת המודלים וכן לחקור את תפיסת הצוות הרפואי הבכיר את אופן שילוב המודל הרפואי במהלך האימון, בהתאם להיבטים הבאים: (1) בחינת סוגי המודלים המשולבים באימוני התאגידים הצבאיים (תאגיד - תחנת נפגעים גדודית); ו- (2) חקר תפיסות בנוגע למודלים.

אוכלוסיית המחקר כללה 90 אנשי צוות הדרכה וצוותי רפואה צבאיים. במחקר נעשה שילוב של כלי מחקר כמותיים ואיכותניים שכללו שאלוני עמדות, תצפיות וראיונות.

מן הממצאים עולה כי במרבית אימוני הצוותים הרפואיים של הצבא נעשה שימוש במודלים המשתייכים לקטגוריית הטכנולוגיות המתקדמות. המחקר סוקר את הסיבות להתאמת מודלים אלה לאימוני אוכלוסיית הצוותים הצבאיים. מניתוח תפיסותיהם של אנשי הצוות הבכיר במ.ס.ר את סביבת האימון הרפואי, עולה כי למדריך באימון הסימולטיבי יש חלק מכריע להצלחת האימון, בהקשר של יחסי הגומלין בין המדריך, המתאמנים והמודל, תוך שימוש מרבי בתכונותיו ומציאת פתרונות למגבלותיו.

בעולם עתיר טכנולוגיה בו אנו חיים, קיימת חשיבות רבה להבנת ולהכרת הדרכים לשילוב טכנולוגיות כגון סימולטורים ומודלים בהוראה, בלמידה ובהערכה. בהיבט התאורטי, המחקר תורם לגוף הידע העוסק בסביבת למידה מבוססת מודלים וסימולציות ברפואה. בהיבט היישומי, המחקר תורם להתוויית קווים מנחים לפיתוח ושילוב מערכי לימוד הכוללים מודלים מגוונים במהלך הלימוד והאימון הרפואי החל מלימודי מדעי הבריאות הנלמדים כיום במסגרת תוכנית הלימודים בבתי הספר התיכוניים ברמה של חמש יחידות לימוד לבגרות ובמוסדות האקדמיים, וכלה בצבא, בבתי חולים ובמד"א. הסביבה הסימולטיבית הכוללת לרוב מדריך, סימולטור או מספר סימולטורים ומערכת תיעוד אודיו-ויזואלי, מהווה פלטפורמה לשימוש ושילוב של מספר דרכי הערכה של תהליכי הוראה ולמידה, לרבות הערכת ביצועים והערכת עמיתים. סביבה זאת, בעלת פוטנציאל להשפיע על תהליכי למידה, הוראה והערכה גם בתחומי תוכן אחרים במערכת החינוך.

מילות מפתח: מודלים, סימולציה רפואית, חינוך רפואי, אימון רפואי, Hands-On

