

דוח הערכה לשלש שנות הפרויקט (תוצר של שלב ג-2 בפרויקט 211) (יישום מערכת של הוראה קלינית דיאגנוסטית על ידי 230 מורים לפיזיקה)

דוח זה נכתב על ידי: דר' אסתר בגנו, פרופ' בת שבע אלון, אסתי מגן, דר' ברוריה שישון

מסמך זה כולל ארבעה חלקים: תיאור קצר של "מהלכי ההוראה לשילוב ידע" שפותחו במסגרת פרויקט 211 במחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע, ההטמעה של מהלכי ההוראה לשילוב ידע בקהילות מורי הפיזיקה בארץ, עדויות המורים לגבי תרומתם של מהלכי ההוראה לשילוב ידע להוראתם ולמידת תלמידיהם, ומסקנות ותובנות. הנתונים עבור המסמך נאספו מתיקי עבודות של מורים בקהילות מורי הפיזיקה לאורך שלוש שנות הפרויקט, מסקר שערכנו בסוף שנת הלימודים תשע"ח בקרב מורי הקהילות ומראיונות עומק שבצענו השנה עם שישה מורים בקהילות אזוריות.

חלק א: מהם מהלכי ההוראה לשילוב ידע?

מחקרים על למידה של תלמידים מראים שהידע הקודם אתו התלמידים מגיעים לבית הספר משתלב בידע החדש הנלמד בבית הספר ויוצר תרכובות שלעיתים אינן מדויקות מבחינה מדעית. חוקרים בהוראת המדעים (ראו למשל Linn & Eylon, 2006, 2011), ממליצים על תהליכי למידה מרכזיים שהתלמיד צריך לעבור על מנת לשלב נכון בין הידע הקודם שלו לבין הידע החדש. שילוב זה מניב לעיתים את הרחבת הידע הקיים של התלמיד ובמידת הצורך אף החלפתו בידע החדש. תהליכי הלמידה המרכזיים הם:

- א. חשיפת הידע הקודם של התלמיד טרום הלמידה.
 - ב. הוספה של ידע מדעי חדש ממקורות שונים.
 - ג. בחינת הידע החדש לעומת הידע המקורי, באמצעות קריטריונים מדעיים.
 - ד. רפלקציה של התלמיד על השינויים בידע שלו.
- לפי גישה זו "תפקיד חשוב של המורה הוא ליצור סביבות למידה המאפשרות לתלמידים לחוות תהליכים אלה ולתמוך בהפעלתם היעילה" (לוי, 2017, עמ' 37).

מורים רבים, המתמודדים עם קשיים שונים בהוראת המדעים, אינם מודעים למקומו הקריטי של הידע הקודם בלמידה של התלמידים ועל השפעתו האפשרית בלמידת הידע החדש. כתוצאה מכך הם אינם מזמנים עבור תלמידיהם את תהליכי הלמידה המאפשרים את שילובו הנכון של הידע המדעי החדש בידע הקודם של התלמיד.

במסגרת פרויקט זה, פיתחנו עבור התלמידים 6 משפחות גנריות של "מהלכי הוראה לשילוב ידע" (או "מהלכי הוראה") המזמנים עבור התלמידים את תהליכי הלמידה המרכזיים הנ"ל וממוקדים

ברעיונות ומיומנויות מרכזיים בהם תלמידי הפיזיקה מתקשים. לדוגמא, המשפחה הגנרית של מהלכי ההוראה "מצא את ההבדלים" מתמודדת עם נטייה של תלמידים להתבלבל בין מושגים פיזיקליים הנראים להם דומים כגון, שדה לעומת פוטנציאל, מהירות לעומת תאוצה ועוד. משפחה גנרית אחרת של מהלכי ההוראה היא "נוסחה ומשמעותה" המסייעת לתלמידים בהבנה של הגדלים והקשרים הפיזיקאליים בנוסחה.

כל מהלך ההוראה בנוי משלש פעילויות עוקבות: הפעילות הראשונה היא פעילות "חשיפה" שבה התלמיד חושף את הידע המקורי שלו באמצעות שאלה דיאגנוסטית או אחרת ומנמק את תשובתו תוך שימוש בידע הפיזיקלי שלרשותו. מכאן, עובר התלמיד לפעילות "טיפול" שבה הוא מתוודע לידע החדש ובוחן אותו באמצעות קריטריונים מדעיים שונים. "רפלקציה עצמית" של התלמיד היא הפעילות השלישית המסכמת בה התלמיד בודק את תהליך הלמידה שעבר ע"י השוואה בין הידע החדש שאימץ לידע המקורי שחשף בפעילות הפתיחה.

על מנת לוודא שהתלמיד יתנסה בכל היבטי הלמידה שלעיל, פעילות הלמידה מתבססת על למידה אישית, לאחריה למידה בקבוצות קטנות ולאחר מכן דיון מסכם במליאת הכיתה. בדרך זו של "יחיד-קבוצה-מליאה" הידע החדש זוכה להתייחסות מנקודות מבט שונות של הלומד עצמו, של חבריו לקבוצה, של חבריו לכיתה ושל המורה ובכך מגדיל את הסיכוי לשלב נכון את הידע החדש במארג הידע הנבנה במוחו.

האופי הגנרי של מהלכי ההוראה מאפשר למורה לחזור לפעילויות מוכרות בהזדמנויות שונות ובתכנים שונים ונוטעת את תהליכי הלמידה המרכזיים הנ"ל בלמידה ובהוראה. ההטמעה של מהלכי ההוראה בקרב התלמידים מתבצעת על ידי מורי הפיזיקה העוברים הכשרה אינטנסיבית בעיקר באמצעות קהילות מורי הפיזיקה.

להלן מתוארות באופן תמציתי 6 המשפחות הגנריות של מהלכי ההוראה שפותחו בפרויקט זה.

הפיזיקה של הסיפור

מטרת מהלך ההוראה "הפיזיקה של הסיפור" היא לסייע לתלמידים להבין לעומק את הסיטואציה הפיזיקלית המתוארת בבעיה לפני שהם מנסים לפתור אותה.

בשלב הראשון, מוצג לתלמידים הפתיח של השאלה - ה"סיפור" בלבד, ללא השאלות המלוות. התלמידים מתבקשים לחלק את הסיפור לאירועים עוקבים ולתאר כל אירוע באמצעות המושגים והעקרונות הפיזיקליים הרלבנטיים. מאמר שפורסם לאחרונה (Bagno et.al, 2019)

Starting with Physics - A Problem Solving Activity for High-School Students

Connecting Physics and Mathematics

מציג חקר מקרה של הפעלת מהלך ההוראה הזה בשתי כתות פיזיקה בארץ, את אופן ההפעלה ואת התרומה ללמידת התלמידים.

אוף כמה נוסחאות

מטרת מהלך ההוראה "אוף, כמה נוסחאות!" היא לאפשר לתלמידים להכיר לעומק, להבין ולארגן את כל הנוסחאות בנושא מסוים בפיזיקה ולהבין את יחסי הגומלין ביניהן. בעזרת מהלך ההוראה התלמידים דנים במשמעות של כל נוסחה, לומדים לזהות את הפרמטרים השונים בה, את ההבדלים ויחסי הגומלין בין הנוסחאות ולארגן אותן כך שכשהם ניצבים מול בעיה הם יוכלו לבצע בחירה מושכלת של הנוסחה המתאימה לנתוני הבעיה.

מצא את ההבדלים

מטרת מהלך ההוראה "מצא את ההבדלים" היא לתת מענה לקושי של תלמידים להצביע על הבדלים פיזיקליים בין מושגים הנראים דומים. למשל, בלבול בין העתק למהירות, או בין שדה חשמלי לפוטנציאל חשמלי. כמו כן, להבין כי סיטואציות בעלות מאפיינים חיצוניים שונים יכולות להיות מוסברות בעזרת אותם חוקים ועקרונות פיזיקליים.

נוסחה ומשמעותה

בעיני תלמידים רבים נוסחאות בפיזיקה הן כלים מתמטיים הנחוצים בהקשר של פתרון בעיות ולא ייצוגים סימבוליים של קשרים בין גדלים פיזיקאליים (שלעיתים קרובות מבטאים הגדרות, חוקים או עקרונות בפיזיקה). מטרת מהלך ההוראה "נוסחה ומשמעותה" היא לקדם את ההבנה של הגדלים והקשרים הפיזיקאליים שהנוסחה מייצגת. כלומר, הגודל פיזיקאלי המיוצג על ידי כל מרכיב בנוסחה, יחידות המידה שלו, הקשרים בין יחידות המידה והתנאים הפיזיקאליים בהם הקשרים תקפים. התלמידים מתבקשים גם להציג ייצוגים נוספים של הקשרים ומקרים פרטיים ומקרי קיצון של הקשר.

נימוק מה חסר

מטרת מהלך ההוראה "נימוק מה חסר?" היא לקדם את היכולת של התלמיד לכתוב נימוק מדעי מילולי לטענה או לתשובה שהתקבלה בפתרון של בעיה. כלומר, נימוק שמציג את נתוני הבעיה או המצב, הידע המדעי (מושגים, חוקים ועקרונות) ומראה כיצד באים לידי ביטוי הנתונים הספציפיים של הטענה או התשובה לבעיה.

דורות של מורים ומחקרים רבים מעידים שתלמידים אינם יודעים לתת נימוק מדעי מושכל ומספק לטענה, הן מבחינת תוכנו של הנימוק והן מבחינת המבנה שלו. תלמידים רואים את מתן הנימוק כרע הכרחי ואינם מקדישים זמן לניסוח בהיר, קוהרנטי ומדויק של הנימוק. במהלך הוראה זה, התלמיד לומד להציג בכל נימוק שלושה מרכיבים: א. הנתונים של הבעיה או המצב, ב. הידע המדעי הרלוונטי המבוטא באמצעות מושגים בפיזיקה, ג. הנימוק שהוא הקישור בין הנתונים לבין הידע המדעי.

שרטוט גרפים

גרף הוא כלי רב עוצמה בלימודי הפיזיקה להצגת הקשר בין משתנים שונים. תלמידים רבים מתקשים הן בשרטוט גרפים והן בהפקת מידע מגרף. מטרת הפעילויות במהלך ההוראה "שרטוט גרפים" היא להתמקד בכמה מוקדי קושי של התלמידים: בהעברת הנתונים מטבלה לגרף, בשרטוט מערכת צירים ובסימון מתאים של הנקודות במערכת הצירים התואמת את הטבלה.

בסך הכל פותחו 20 דוגמאות מפורטות ל-6 המשפחות הגנריות של מהלכי ההוראה הנ"ל בנושאים שונים בתוכנית הלימודים. למשל, למשפחה הגנרית של מהלך ההוראה - הפיזיקה של הסיפור - נבנו דוגמאות בנושאים של "גוף על מסלול מחוספס", "תנועת לווין במסלול אליפטי" ו"תנועת חלקיק טעון בשדה חשמלי אחיד".
ראו תרשים:



כאשר מורה מזהה קושי מסוים המשותף למספר תלמידים בכיתתו הוא יכול להתאים לקבוצה זו "טיפול" המתמקד בקושי שאובחן, תוך שימוש במאגר מהלכי ההוראה שלרשותו. למשל, כאשר המורה מזהה שתלמיד או מספר תלמידים נתקלים בקושי בהבנה של נוסחה מרכזית מסוימת הוא יכול להפעיל בקבוצה זו את מהלך ההוראה "נוסחה ומשמעותה" (מתוך 6 הדוגמאות שפיתחנו). מכיוון שהמהלכים שפותחו הם גנריים באופיים ויש דוגמאות בנושאים שונים, לרשותו של המורה

עומדים מהלכי הוראה מגוונים המתאימים לקשיים של התלמידים בנושא הנלמד בכיתתו באותה עת.

במקביל, פותחו לכל מהלך הוראה "מדריך למורה" הכולל את הקשיים המרכזיים של התלמיד בנושא המטופל, כפי שהם מדווחים בספרות המחקרית, ו"פתרון בית ספר" מלווה בהערות דידקטיות מפורטות וב"עצות" למורה. סה"כ פותחו 20 מדריכים למורה.

חלק ב: ההטמעה של מהלכי ההוראה לשילוב ידע בקהילות מורי הפיזיקה בארץ

קהילות המורים מכוונות להתפתחות מקצועית של מורים ומהוות את הפלטפורמה העיקרית להטמעת מהלכי ההוראה לשילוב ידע. עשרים המהלכים שנבנו בנושאים שונים הרלוונטיים להוראת הפיזיקה בכיתות י"א ו י"ב, מתבססים כולם על פעילויות בעלות אופי גנרי, כשהתוכן או הנושא המוצג בהם יכול להשתנות בהתאם להעדפות המורים ובהתאם לרצף ההוראה בנקודת זמן מסוימת. בבסיס תהליך ההטמעה של עשרים מהלכי ההוראה לשילוב ידע בקהילות המורים השונות, עומדת ההנחה שהשימוש במהלכי ההוראה ובפעילויות ספציפיות שהן מזמנות יגבר כאשר המורה ייחשף וילמד אותם, יראה כיצד ניתן להפעילם בנושאים שונים ובהקשרים רחבים ומגוונים, וייווכח לדעת עד כמה הם יכולים לשדרג את ההוראה שלו ובכך לתרום ללמידת תלמידיו.

הטמעת מהלכי ההוראה התבססה על ההסכמה הגורפת בספרות המקצועית שההזדמנויות ללמידה של מורים צריכות להיות בהקשר למשימות ההוראה - תכנון והפעלה של הוראה, חשיפת רעיונות של תלמידים, רפלקציה על ההוראה ודוגמאות לעבודות של תלמידים. כשמורים חוקרים את ההוראה שלהם ביחד, הם מבהירים את מטרותיהם ואת האמונות שלהם, מפתחים ידע חדש ולומדים מהרעיונות ומהניסיון של אחרים ובכך מרחיבים ומעשירים את הידע שלהם על למידת תלמידיהם (Feiman-Nemser, 2001; Whitcomb et al, 2009).

1. מעגלי ההטמעה של מהלכי ההוראה לשילוב ידע

מהלכי ההוראה לשילוב ידע הוטמעו בקהילות האזוריות בקרב כ-250 מורים באמצעות קבוצה של 22 מורים מובילים שהוכשרו להיות "מומחי מהלכי ההוראה". לשם כך בנינו שלשה מעגלי הטמעה:

מעגל ראשון - המורים המובילים כלומדים: המורים המובילים למדו להשתמש במהלכי ההוראה כלומדים באמצעות האסטרטגיה של "יחיד-קבוצה-מליאה". בשלב הראשון, הם ענו ביחידות על השאלות בפעילות כאילו היו תלמידים. בהמשך, התקבצו לקבוצות ודנו בתשובותיהם לפעילות וגם בדעתם על התרומה הפוטנציאלית של הפעילות ללמידת תלמידיהם. לבסוף, נערך דיון

במליאה וקבוצות המורים השונות הציגו את תובנותיהם ממהלך ההוראה לקראת הפעלת המהלך בכיתות.

מעגל שני – המורים המובילים במפגש רפלקטיבי בעקבות הפעלה בכיתות: המורים המובילים הפעילו את המהלכים בכיתותיהם, אספו נתונים על למידת התלמידים ושיתפו את עמיתיהם בתובנות "מבוססות עדויות". תובנות ורעיונות שעלו במפגש הזה, השפיעו על עריכת חזרת של מהלכי ההוראה.

מעגל שלישי – מורי הקהילות כלומדים וכמורים רפלקטיביים: מורי הקהילות, בהנחיית המורים המובילים, עברו את שני מעגלי הלמידה הקודמים. הם התנסו במהלכי ההוראה באמצעות האסטרטגיה יחיד – קבוצה – מליאה, הפעילו את המהלכים בכיתותיהם, אספו נתונים מהתלמידים, נתחו אותם במפגש הקהילה העוקב וניהלו שיח רפלקטיבי על ההפעלה בכיתות.

2. חשיפה ספירלית ועיסוק חוזר ונשנה עם מהלכי ההוראה לשילוב ידע

קהילות המורים, שחלקן החלו לפעול לפני כתשע שנים, הולכות וגדלות, הן במספרן (כיום פועלות אחת עשרה קהילות אזוריות ברחבי הארץ) והן במספר המורים המשתתפים בהן. למרות שמורים רבים חוזרים ומשתתפים בקהילות שנה אחר שנה, עדיין מטבע הדברים מספר מורים עוזבים את הקהילות במהלך השנים ורבים אחרים מצטרפים. כפועל יוצא ממצב זה, בכל קהילה נמצאים הן מורים שלהם וותק של שנתיים או יותר בקהילות המורים, והן מורים שזו להם השנה הראשונה בקהילות. לפיכך, על ראשי תכנית הקהילות לתת מענה לצרכים השונים של מגוון המורים המשתתפים בקהילות מחד, ומאידך לחזור ולעסוק במהלכי הוראה בשל היותם של מהלכים אלה כלים בעלי עוצמה בהסטת הפרקטיקה של המורים לעבר הוראה ממוקדת לומד. הפתרון לאתגר הזה נמצא בחשיפה ספירלית למהלכי ההוראה לשילוב ידע. לדוגמא' אם בשנה מסוימת עסקו במהלך הוראה 'אוף כמה נוסחאות' בנושא של מעגלי זרם, הרי בשנה שלאחר מכן חזרו למהלך הזה בנושא של קינמטיקה. בנוסף, מורים בקהילות שנחשפו כבר בעבר למהלך 'אוף כמה נוסחאות' ואפילו התנסו בו בכיתתם בנושא של מעגלי זרם, תרמו מנסיונם ותובנותיהם בדיון בקהילה שהתמקד עתה בנושא של קינמטיקה. דרך עבודה זו של חשיפה ספירלית למהלכים בנושאים שונים, מעבר ליכולת שלה לתת מענה למגוון המורים המשתתפים בקהילה בכל רגע נתון, תורמת גם להפנמה גדולה יותר של המהלכים ע"י המורים, שבה ומזכירה לוותיקים מהלכים משנים קודמות ובאותה עת מקדמת את למידת המורים החדשים.

3. ערוצי תקשורת דו-כיווניים – מודל המניפה

ניתן לדמות את המערכת שבראשה נהגו ונבנו מהלכי ההוראה לשילוב ידע ובבסיסה הופעלו המהלכים האלה בעשרות כיתות ברחבי הארץ, למניפה ההולכת ומתרחבת ככל שמתרחקים מראשה. קודקוד המניפה מורכב מצוות הפיתוח של מהלכי ההוראה לשילוב ידע הכולל מספר מצומצם של אנשי חינוך, פיזיקאים המכירים את מערכת החינוך, חוקרים ומורים. בהמשך, קבוצת

המורים המובילים המתמחים במהלכי הוראה אלה ולבסוף המורים בקהילות המתנסים עם המהלכים והפעלתם בכיתותיהם. כך, מהלכי הוראה לשילוב ידע אלה שפותחו ע"י צוות מצומצם יחסית של מומחים מגיעים בסופו של התהליך לעשרות רבות של כיתות ברחבי הארץ וללמידה של אלפי תלמידים בעזרת מהלכים אלה.

היתרון הגדול של מודל ההטמעה זה הוא גם באפשרות שהוא פותח לערוצי תקשורת דו כיווניים, כלומר כל מוקד או מעגל של התנסות עם המהלכים הוא מקור של ידע חדש, תובנות ומסקנות שמובאים לידיעת צוות הפיתוח, הדואג לעדכן, לשנות ולהתאים את המהלכים על סמך המשובים שהתקבלו. כלומר, המידע "מבוסס העדויות" שמתקבל מההתנסות של המורים המובילים עצמם, מכיתותיהם, מקהילות המורים ומהכיתות של מורי הקהילות, עובר לצוות הפיתוח ונלקח בחשבון בשדרוג המהלכים ובהתאמתם לייעודם. כך, רבים מ'מהלכי ההוראה לשילוב ידע' עברו מספר עדכונים ושינויים עד שהגיעו לצורתם הסופית.

לסיכום, ייחודו של מודל ההטמעה של מהלכי ההוראה לשילוב ידע הוא בהתבססותו על קהילות מורי הפיזיקה ומסגרות אחרות בהן הוא מהווה אחד מן העוגנים ללמידת המורים. מודל ההטמעה מאופיין גם בדינמיות שבו, בקיומם של ערוצי תקשורת דו כיווניים המאפשרים התאמה, תיקון ושינוי על בסיס המידע המגיע מהשטח, וברגישות שלו לצרכים של המורים והתלמידים. חשוב גם לציין שהטמעת המהלכים בקרב מורי הפיזיקה בקהילות ומחוצה להן ממשיכה גם אחרי סיום הפרויקט. בשנה הקרובה מורים בקהילות יתנסו במהלכי ההוראה בנושא גרפים שפותחו השנה ויחזרו להתנסות במהלכים קודמים לטובת המורים החדשים.

חלק ג: עדויות המורים לגבי תרומתם של מהלכי ההוראה לשילוב ידע להוראתם

וללמידת תלמידיהם

1. התייחסות המורים למבנה מהלכי ההוראה לשילוב ידע ולמודל ההטמעה שלהם

בראיונות שנערכו השנה (2019) עם שישה מורים בקהילות האזוריות, התייחסו המורים למהלכי ההוראה ולמודל ההטמעה שלהם.

במסגרת מפגשי הקהילה אנחנו מקבלים דברים חדשים שקשורים למחקרים שעושים בתחומי הוראה, כגון פעילויות כמו הפיזיקה של הסיפור, אופי כמה נוסחאות ואחרות. אחר כך יש לנו אפשרות לבדוק את הפעילויות ושיטות הוראה בכיתות שלנו. בעקבות הבדיקה של הפעילויות והשיטות בכיתה אנחנו בוחרים מה מתאים לנו. ומה שהכי חשוב זה לפגוש אחר כך את הקולגות שלנו (במפגשי הקהילה), לדבר איתם ולשמע מהם חוויות עם הדברים האלה בכיתות שלהם (ב.ב. מורה בקהילה אזורית).

ההתנסות הכוללת לא רק למידה במסגרת מפגשי הקהילה אלא גם התנסות בכיתות ודיון נוסף שנערך לאחר התנסות זו, מגביר את הסיכוי של המורה לשלב את הפעילויות כחלק אינטגרלי מהפרקטיקה שלו.

המורה הבא מתייחס להיבט נוסף של הטמעת מהלכי ההוראה לשילוב ידע שזוכה להערכת המורים והוא 'תו התקן' של הפעילויות הללו שהן תוצר של המחלקה להוראת מדעים במכון ויצמן וצוות הפיתוח הפועל במסגרתו. 'תו תקן' זה משמעו, לפי דברי המורה, שהפעילויות הללו נגזרות מתיאוריות מתקדמות על למידה והוראה ובכך מעשירות ומרחיבות את השכלתו של המורה ומשפרות את הוראתו:

המידע האקדמי שמגיע החצי השני של המפגש (החלק בו עוסקים בהכרת ובלימוד מהלכי ההוראה לשילוב ידע) תורם קודם כל בהבניית הידע שלי. דברים שאני עושה לעיתים באופן אינטואיטיבי, גם אם לא בצורה מושלמת, עכשיו אני יודע מהי התיאוריה מאחוריהם. זה נותן איזו שהיא המשגה ואפשרות לחשוב על מה אתה עושה. זה גם נותן חיזוק למה שאתה עושה ע"י מישהו (צוות הפיתוח של מהלכי ההוראה לשילוב ידע) שבקי מאוד בתחום הזה. (א.ג. - מורה בקהילה אזורית).

גם המורה הבא מתייחסת ל'תו התקן' של מהלכי ההוראה לשילוב ידע ועד כמה השימוש בכלי מתקדם שמבוסס על מחקר בהוראה תורם לה כמורה, אבל במקביל מספרת על תרומת הכלים שקיבלה להוראתה:

בחלק השני של מפגשי הקהילה אנחנו יושבים ולומדים משהו חדש שעשו במכון ויצמן ואיך משתמשים בזה בכיתות – מה שנקרא 'הלחם והחמאה' של הלמידה. הדברים הבסיסיים האלה, החשובים, שאתה בא ללמוד, והנה מלמדים אותך, וזה משפר את רמת ההוראה שלך כמורה. קיבלת עוד כלי מתקדם שמבוסס על מחקר בהוראה. יוצא מן הכלל. אני מאוד מאוד אוהבת את זה (ל.ג. מורה בקהילה אזורית).

מורים אחדים התייחסו להתנסות, במסגרת הקהילה, עם הפעילויות שבבסיס מהלכי ההוראה לשילוב ידע באמצעות מודל הלמידה של יחיד-קבוצה-מליאה:

אחרי השלב שבו כל אחד עובד לבד, מגיע השלב של העבודה בקבוצות עם מורים אחרים. יש לי הרבה מה ללמוד ממורים שאני יושבת איתם בקבוצה. העבודה בקבוצה חושפת כל מיני דיונים ערכיים ופרקטיים וזה מאוד מעניין לשמוע אנשים מדברים על איך הם מלמדים ומה דעתם על הפעילות, השיקולים שלהם ודברים נוספים. ככה אנחנו עובדים תוך כדי הפרייה הדדית (ל.ג. מורה בקהילה אזורית).

האסטרטגיה המיושמת בלמידת מהלכי ההוראה לשילוב ידע, יחיד-קבוצה-מליאה, וההתנסות של המורים בלמידה בעזרת האסטרטגיה הזו במפגשי הקהילות, מאפשרים למורים להיווכח ממקור ראשון ביתרונות של אסטרטגיה זו ללמידה בכלל, ובכך מקדמים את שילוב האסטרטגיה הזו בהוראה השוטפת של המורים:

לקחתי מהקהילה גם את השיטה הזאת שבהתחלה כל אחד עובד לבד, אחר כך בקבוצות קטנות ואחר כך במליאה. את כל זה למדתי שם (בקהילה). בהתחלה התלמידים מתמודדים עם הבעיה לבד, זאת אומרת שיש איזושהי חשיבה. נותנים את התשובה ולי מאוד מאוד חשוב שהתשובה הזאת תהיה כתובה ואני עובר ביניהם ואומר להם 'תכתבו, תכתוב, תצייר משהו'. אחר כך הם יושבים בקבוצות ואז פתאום רואים שיש כמה תשובות ואז יש דיון ביניהם. לפעמים הם מצליחים לשכנע אחד את השני ולפעמים לא. אחר כך במליאה אנחנו מדברים ודנים. כלומר הם לא מקבלים דברים מוכנים, זאת אומרת שיש איזושהו תהליך למידה – עם טעויות או בלי טעויות, תלוי, אבל מה שחשוב זה שלא לתת להם דברים מוכנים. זה גם משהו שלמדתי בקהילה. (ב.ב. מורה בקהילה אזורית).

ההתנסות של המורים עם מהלכי ההוראה לשילוב ידע כתלמידים העושים במו ידיהם את מה שמצופה מתלמידיהם מאפשרת למורים לנהל דיון פתוח בקבוצות עבודה ובמליאה על הפעילות, ולהציע שיפורים נדרשים לדעתם עוד לפני כניסתם לכיתה. באופן זה המורים מגיעים לכיתות עם ניסיון וידע על מה צפוי להתרחש במהלך הלמידה של תלמידיהם. בנוסף, ההתנסות של המורים מגדילה את מודעותם לתרומת מודל הלמידה הזה להם עצמם כמורים ומעודדת אותם להשתמש גם בכיתותיהם במודל הלמידה שבו התנסו במפגשי הקהילות.

2. מקומם של מהלכי ההוראה לשילוב ידע בקהילות מורי הפיזיקה

העיסוק במהלכי ההוראה לשילוב ידע במפגשי הקהילה זכה להתייחסות גם בסקר שנערך בקרב כל מורי הקהילות בסוף שנת הלימודים תשע"ח. השאלה שהוצגה למורים בסקר היתה כדלקמן: "להלן רשימה של פעילויות שונות בהן התנסו במפגשי הקהילה בעבר. אנא בחרו באיזה אופן אתם מעוניינים לעסוק בפעילות זו גם בשנה הבאה, אם בכלל?". המורים התבקשו לדרג כל סוג של פעילות על פי הדרוג הבא: "אין צורך בסוג זה", "בצמצום ביחס לעבר", "בדומה לעבר", "בהרחבה ביחס לעבר".

ברשימת הפעילויות הופיעו גם כאלה המתייחסות למהלכי ההוראה לשילוב ידע. שאלה 8 עסקה בפעילויות לסיכום נושא כגון 'נוסחה ומשמעותה' או 'אוף כמה נוסחאות'. בתשובה לשאלה זו כ-65% מהעונים אמרו שצריך לעסוק בפעילויות אלה בדומה לעבר בעוד שיותר מ-25% אמרו שיש לעסוק בהם בהרחבה ביחס לעבר. שאלה 9 עסקה ספציפית בפעילות 'הפיזיקה של הסיפור'. כ-75% מהעונים טענו שצריך לעסוק בפעילות זו בדומה לעבר ו-20% טענו שצריך לעסוק בנושא זה בהרחבה ביחס לעבר. שאלה 10 עסקה ב'מהלכי ההוראה נוספים כמענה לקשיי תלמידים'. שאלה כללית זו כוללת בתוכה למעשה את כל מהלכי ההוראה לשילוב ידע שפותחו והוצגו למורים בקהילות השונות, יחד עם פעילויות נוספות כגון שאלות דיאגנוסטיות. 70% מהעונים טענו שיש

לעסוק בפעילויות אלה בדומה ביחס לעבר, בעוד שכ 43% טענו שיש לעסוק בפעילויות אלה בהרחבה ביחס לעבר.

המשמעות של תוצאות הסקר ברורה – המורים מודעים לתרומתם של מהלכי ההוראה לשילוב ידע לפרקטיקה שלהם ובכך ללמידת תלמידיהם ומבקשים להמשיך לעסוק בהם.

3. תרומת האופי הגנרי של מהלכי ההוראה לשילוב ידע להטמעתם בהוראה

האופי הגנרי של מהלכי ההוראה לשילוב ידע בא לידי ביטוי ביכולת ההתאמה האישית של כל מורה לתכנים שונים שבהם הוא עוסק בכיתתו בנקודת זמן מסוימת על רצף ההוראה. בשל היותם של מהלכי ההוראה לשילוב ידע מסגרת רעיונית בעיקרה המקדמת הוראה ממוקדת לומד, הרי ניתן לצקת לתוך מסגרת זו הן תכנים והן דרכי פעולה מגוונים.

הן בתיקי העבודות והן בראיונות סיפרו המורים על ההתאמות שהם עושים לפעילויות השונות. אחד המורים הסביר בראיון שנערך עימו כיצד השימוש בפעילות של "הפיזיקה של הסיפור" הפך לגביו לכלי שגרתי בהוראה שאותו הוא מפעיל במגוון נושאים:

ברגע שהבנתי את הרעיון המרכזי [של הפעילות "הפיזיקה של הסיפור"] אז אני בהחלט משתמש בזה על בסיס קבוע. כל פעם שאני פותר עם התלמידים שאלות ביחד, אני מתחיל בצורה הזאת. אני אומר להם "בואו נסתכל על השאלה קודם מלמעלה וננסה להבין מה קורה לפני", וממש פיזית מסתיר להם את הסעיפים של השאלה. "בואו ננסה להסתכל על המערכת, על מה שיש לנו ונבין מה קורה פה וננסה לשער מה ישאלו אותנו". רק אחרי שעשינו את זה, אז אני מאפשר להם לגשת לסעיפים של השאלה עצמה (מתוך ראיון שנערך עם א.ג., מורה בקהילה אזורית).

מורה אחרת כותבת בתיק העבודות שהגישה על הפעילות 'נימוק – מה חסר':

אחד האתגרים בפניהם ניצבתי השנה היה הוראת ניסוח תשובות איכותיות. תלמידי כיתה י"א, שניגשו לבחינת הבגרות במכניקה, התבקשו לכתוב תשובה מנוסחת היטב, לפי תבנית נ.מ.ק.. הקדשתי לכך שיעור, שבו השתמשתי בדף עבודה שנוסח לצורך זה במחלקה להוראת המדעים, ושאופן השימוש בו להוראה נידון במפגשי הקהילה. במהלך השנה תרגלנו מיומנות זו בשאלות שונות. (מתוך תיק העבודות של ל.ג., מורה בקהילה אזורית).

מורה נוספת כותבת על ההתנסות שלה עם הפעילות 'שרטוט גרפים':

הוראת הפיזיקה כוללת מיומנויות קשות לתלמידים, ביניהם שרטוט גרפים. מצאתי שהתלמידים מתקשים לשרטט גרפים – בין אם מדובר בבחירת קנה מידה מתאים, או בניצול מלא של שטח הגרף. אפילו מיומנויות פשוטות יחסית, כמו שימוש בסרגל ורישום תוויות על הצירים היוו אתגר לחלק מתלמידי. נעזרתי בפעילות שלמדתי בקהילה, וחומרים של הקהילה גם לעבודה בתחום זה ובכל הזדמנות שנקרתה חזרתי והשתמשתי ברעיונות מתוך הפעילות. (מתוך תיק העבודות של ג.ס., מורה בקהילה אזורית).

ומורה נוספת מתארת בראיון שנערך עימה כיצד היא משתמשת בפעילות 'נוסחה ומשמעותה':
 לגבי למשל הנוסחאות, מה הנוסחה אומרת, אנחנו כבר קיבלנו דפים מוכנים והם מאוד מאוד טובים. אז מה שאתה עושה אתה משתמש בדף הזה, מחליף את הנוסחה. (מתוך ראיון עם ב.ב., מורה בקהילה אזורית).

והתייחסות נוספת של מורה אחרת לפעילות 'נוסחה ומשמעותה':
 אני משתמשת בדוגמאות שבאמת נותנים לנו בעיקר, כן. יש לפעמים פעילויות שהן יותר כלליות, שאנחנו יכולים להכניס דברים אחרים. נניח היתה פעילות על נוסחה או משהו כזה, זה באמת עשיתי גם עם נוסחאות אחרות ולא דווקא שנתנו לנו כדוגמא כי זה באמת התאים לנו לחומר הלימוד. אז עשיתי את זה וזה באמת היה בנפרד, אבל הדף עצמו היה אותו פורמט, רק את התוכן בתוכו היו צריכים התלמידים לבנות אחרת, מבנה יותר קל. (מתוך ראיון עם א.מ. מורה בקהילה אזורית).

מתוך הדברים עולה כי העובדה שהפעילויות הן בעלות אופי גנרי מאפשרת בקלות יחסית למורה לצקת לאותה תבנית נושאים אחרים. המורה א.מ. אומרת כי הקלות שבה ניתן שוב ושוב להשתמש באותה תבנית בהקשרים שונים היא זו שמאפשרת לה לשלב בקלות כה רבה את הפעילות החשובה הזו במהלך ההוראה שלה.

גם לגבי פעילויות אחרות, כגון "אוף כמה נוסחאות" ניתן לצקת תכנים שונים. למשל, מורה מובילה (ג.פ.) השתמשה בתבנית הפעילות של "אוף כמה נוסחאות" ויצקה לזה נושא אחר – מגנטיות. וכך היא כותבת בתשובה לשאלה שנשאלה:

כתבתי פעילות במגנטיות. מצרפת לך אותה. הפעילות מבוססת על שניים שכבר פותחו במכון ויצמן על כבידה ועל קינמטיקה. אני אנסה אותה בקיץ בהשתלמות של מורים בתחילת דרכם.

והמורה אכן צרפה את הפעילות במגנטיות שבנתה על סמך התבנית של 'אוף כמה נוסחאות'.

כל הדוגמאות הללו ועוד רבות אחרות המופיעות בתיקי עבודות של המורים לאורך השנים האחרונות מעידות, על השימוש הנרחב שעושים המורים במהלכים לא רק כשהם משתמשים בהם כפעילות סגורה עם התכנים או הנושאים אותם הם למדו בקהילות, אלא גם כאשר הם משתמשים במהלכים כשלד עליו הם "מלבישים" נושאים שונים. אין ספק ששימוש באופן זה מרחיב את רפרטואר השיטות של המורים, מקדם אותם לעבר הוראה ממוקדת לומד.

4. האופן שבו המורים מתאימים את הפעילויות ואת מודל הלמידה של יחיד-קבוצה-

מליאה לאילוצים ולאתגרים שאיתם הם מתמודדים

אסטרטגיית הלמידה של יחיד-קבוצה-מליאה היא אבן יסוד במהלכי ההוראה לשילוב ידע. דפי הפעילויות הנלוות להפעלת המהלכים מכוונים את הלמידה של התלמידים לשלבים השונים

שבסיומם התלמיד אף מבצע רפלקציה על למידתו. מדיווחי המורים עולה שמרביתם משתמשים בדפי הפעילות כלשונם, לפחות בפעמים הראשונות להפעלתם בכיתה. מכיוון שחלק מהפעילויות הן ארוכות וכרוכות בהקדשת שיעור שלם או יותר לכל פעילות, ובהינתן תכנית הלימודים העמוסה ממילא, לא תמיד מאפשרת למורה בהפעילו את הפעילות "ללכת לפי הספר". או אז מוצאים המורים פתרונות וקיצורי דרך כך שעדיין רובם שומרים על האופי והאפקטיביות של הפעילות. השימוש באופן הזה של הפעילויות מגיע רק לאחר שהמורה ניסה את הפעילות כלשונה מספר פעמים, ורק לאחר שרכש בטחון מלא ביכולתו לשלב אותה בשגרת ההוראה שלו, הוא מתאים את ההפעלה לצרכים ולהעדפות שלו ושל כתתו.

להלן קטעים מתוך תיק העבודות של י.פ., מורה בקהילה אזורית:

תלמידים רבים מתקשים כאשר הם נדרשים לספק נימוק מילולי. הסבריהם נוטים להיות ארוכים ומבולבלים ולעיתים קרובות קשה להבין מהם אם התלמיד אכן מבין את הנושא. השיעור שהועבר בנושא זה באחד ממפגשי הקהילה הציף את הבעייתיות בצורה יפה והגביר אצלי את המודעות לבעיה ואת הצורך לטפל בה.

בעקבות השיעור שהועבר במפגש העברתי שיעור דומה בשתי כיתות, י' ו"א, ובשני המקרים השתמשתי בדוגמה שניתנה בכיתה ובדפי העבודה שחולקו במפגש. בדומה למפגש, הציונים שהעניקו התלמידים לנימוק של התלמיד לבחירתו בתשובה מס' 1 כתשובה הנכונה ירדו לאחר שהתלמידים הבינו כיצד אמורים לכתוב נימוק נכון. ציונים אלו נעו בתחילה בין 70 ל-100 ובתום השיעור נעו בתחום של 0 עד 40. סיכום הנתונים בדף המשוב האישי בשתי הכיתות (40 תלמידים סה"כ, 28 בכיתה י' ו-12 בכיתה י"א) מופיע בטבלה הבאה:

בתיק המורה מובאת הטבלה ובה סיכום של תשובות התלמידים, ולאחריה מוסיף המורה: מהתוצאות ניתן לראות שהתלמידים הבינו שהדרישות מנימוק מדעי נרחבות הרבה יותר ממה שחשבו מלכתחילה והם מודעים לכך שלא מספיק לשרבט כמה משפטים כדי לזכות בנקודות. כמובן שבשיעור בודד לא ניתן ללמד ותרגל את התלמידים בכתיבת נימוק מדעי. אך לאחר שהתלמידים למדו (בפעם הראשונה מאז החלו את לימודיהם) את עקרונות כתיבת נימוק מדעי ועד כמה רמת נימוקיהם הנוכחית רחוקה מהנדרש, הקפדתי שישתמשו בהנחיות לכתיבת נימוק מדעי בכל פעם שנדרשו לנמק תשובה, ובעיקר בכיתה י"א בה תרגלנו שאלות רבות מתוך ספר המיקודית ובחינות בגרות קודמות, כהכנה למבחן הבגרות במכניקה.

מתוך הדברים עולה בברור כי המורה עושה שימוש תכוף בפעילות 'נימוק-מה חסר?' גם אם הוא מדלג על חלק מן השלבים שבדף הפעילות המקורי. המודעות של המורה ותלמידיו לחשיבות של מתן נימוק נכון גוברת ככל שהמורה מכניס את הפעילות, או חלקים ממנה, להוראה שלו בדרך שגרה.

בתשובה לשאלה כיצד הוא משתמש בפעילויות בכיתתו, מספר המורה א.ג.:

זה מתחיל מזה שאני מקצר בחצי את כמות העמודים שצריך להדפיס עליהם. אין פעילות שאני לא משנה.... הרבה פעילויות אני לוקח ומתקשב אותם. את רוב הפעילויות תקשבת. אני למשל לא מדפיס את כל מה שקשור לקבוצה. הרבה פעמים אני, אני כן מבצע את שלב הקבוצה בלי הדפסה של דפים נוספים בשביל זה. יש פעילויות שממש שינית', אני משנה בהן ניסוחים או מקצץ סעיפים, תלוי ממש בכל פעילות, אני בדרך כלל כל דבר משנה. (מתוך ראיון שנערך עם א.ג., מורה בקהילה אזורית).

מעבר לשינויים שמורים לעיתים עורכים עם הפעילויות כך שיתאימו לאופי ההוראה שלהם, הרי השינויים שהמורים מכניסים לפעילויות, בתנאי כמובן שליבת הפעילות נשארת קבועה, מאפשרת למורים לחוש בעלות על הפעילות ואז הסיכוי לשילוב עמוק וקוהרנטי של הפעילות בהוראה של המורה היא גדולה יותר.

5. תרומת השימוש במהלכי ההוראה לשילוב ידע לשיפור ההוראה של המורים ולמידת

תלמידים

בסעיפים הקודמים של מסמך זה תיארנו את מהלך ההטמעה של מהלכי ההוראה לשילוב ידע בקהילות המורים והבאנו עדויות של המורים לגבי השימוש שהם עושים במהלכים אלה בכיתותיהם. מעבר לתיאור של המורים לגבי מה נעשה ואיך נעשה, הרי גם מתוך תיקי העבודות שלהם וגם מתוך הראיונות שנערכו עם המורים עולה שהם מייחסים לכלים אלה חשיבות גדולה בשיפור ובשדרוג ההוראה שלהם.

הדברים הבאים מתוך ראיון שנערך עם ב.ב., מורה באחת הקהילות האזוריות, משקפים את התרומה החשובה שהמורים מייחסים למהלכי ההוראה לשילוב ידע:

באלקטרוסטטיקה באמת הנוסחאות נורא דומות. למשל, חוק קולון ואנרגיה פוטנציאלית הן נוסחאות שאת מסתכלת עליהן הן נורא דומה. שדה חשמלי ופוטנציאל חשמלי גם הן נורא דומות וברגע שאתה עושה את הפעילות הזאת [אוף כמה נוסחאות] אז זה כנראה זה עושה להם [לתלמידים] משהו. וגם מה שעוד יותר חשוב, הם [התלמידים] צריכים להגיד מתי משתמשים בנוסחה הזאת ומתי משתמשים בנוסחה אחרת ומדוע. מדוע אתה לא יכול לחשב את השדה בעזרת הנוסחה הזאת ולמה הנוסחה האחרת לא עובדת.

בהמשך נשאל המורה האם הוא למד משהו מפעילות זו:

מה אני למדתי? קודם כל אני... בזכות הקהילות האלה אני למדתי איך אפשר בהחלט לעשות את הסדר בנוסחאות. אף פעם לא עשיתי את זה ככה. זאת אומרת ניסיתי פה ושם אבל זה לא היה מוצלח. קודם כל צריך לחשוב איזה נוסחאות לקחת. יש איתן בעיות [עם הנוסחאות], לא סתם כתבו את הנוסחאות האלה. זאת אומרת זה נושא שהוא מתבסס על איזשהו מחקר וזה בהחלט עזר. זאת אומרת הנה הנוסחאות, הנה התנאים וקודם לא הייתה חשיבה כזאת. לא הייתה חשיבה, אף פעם לא חשבתי בצורה כזו, נניח מה קורה אם משתנה אחד שואף לאפס. לא,

לא עשיתי את זה ככה. יש שם נוסחה ומה קורה נניח אם משנים משתנה אחד. איך זה משפיע על הגרף.

מתוך דברים אלה עולה שלא רק התלמידים למדו טוב יותר בעזרת הפעילויות הללו, אלא גם המורה למד. הפעילות הביאה לתודעתו של המורה את החשיבות של הבנת הנוסחאות לעומקן ולא רק שימוש טכני בהן. אין ספק שתובנה זו של המורה השפיעה בצורה ניכרת על דרך ההוראה שלו.

א.צ., מורה באחת מקהילות המורים האזוריות, מתאר בתיק העבודות את האופן שבו השתמש בפעילות 'נימוק מה חסר' בכיתתו, ואז מוסיף:

אני חושב שלפעילות הייתה הצלחה רבה שתרמה לכישורי הנימוק הנכונים של התלמידים. התלמידים עצמם אמרו שהפעילות עזרה להם והם למדו ממנה. הם אמרו שהעובדה שלנימוק יש מבנה מוגדר וברור, מקילה עליהם במחשבה על מרכיבי הנימוק והניסוח שלו. במבחנים שעשיתי לאחר מכן, מספר תלמידים מכיתה י' ויב' כתבו נימוקים באופן הבא: "לפי שיטת נ.מ.ק.".... - כלומר הם השתמשו באופן מעשי במרכיבי הנ.מ.ק. בכדי לנסח את תשובתם. נחמד שאפשר לראות באופן כזה ישיר שהילדים אימצו את השיטה והשתמשו בה בהצלחה.

העדות הנ"ל ממחישה היטב את תרומת הפעילות ללמידת התלמידים ולהעמקת הבנתם לגבי מהו נימוק מדעי וכיצד מנסחים אותו.

א.ג., מורה בקהילה אזורית כותבת לסיכום הפעילות 'אוף כמה נוסחאות':

הפעילות 'אוף כמה נוסחאות' היא השיטה המועילה לחזור על החומר ועוזרת לתלמיד בהבנת המושגים והתופעות. אני מתכוונת להשתמש בה באופן קבוע בסיום נושאי ההוראה גם לצורך ארגון הידע, וגם כדי לגוון את צורת ההוראה.

א.נ., מורה באחת מהקהילות האזוריות, כותב בתיק העבודות לגבי הפעילות "הפיזיקה של הסיפור":

אני מעריך שפעילות 'הפיזיקה של הסיפור' נתפשת בעיני המורים כדרך עיקרית להוביל תלמידים להבנת הפיזיקה, זו בעצם כפי ששמענו מהמורים בקהילה אחת הדרכים העיקריות שמורים משתמשים בה כדי לתווך את הבעיה לתלמידים. ברגע שנבנה מהלך הוראה מסודר המסדר למורה את התהליך אני חושב שמורי הפיזיקה יכולים רק להרוויח מכך וכמובן גם התלמידים. מהתבוננות ושיחה עם התלמידים אני מעריך שהתלמידים מרגישים נוח יותר להתמודד עם "סיפור הפיזיקה" ולאחר מכן לפתור את השאלה משאלון הבגרות. אני מעריך שהסיבה לכך שפעילות סיפורית נתפסת בעיני התלמידים לפעילות לא מאיימת אולי אפילו ילדותי, כך שהתחושה בכיתה היא תחושה של יצירתיות וחשיבה מחוץ לשגרה. ההתמקדות של התלמידים היא לא איך פותרים את השאלה או איזה נוסחאות יכולות להתאים כאן אלא יותר מה קורה כאן? מה השלבים? האם יש חוקים או עקרונות היכולות לסייע לי בפתרון?

ציטוט זה משקף התייחסויות דומות רבות של מורי הקהילות בתיקי העבודות שלהם לאורך השנים האחרונות. למורים מוצג רפרטואר נרחב של מהלכי הוראה לשילוב ידע. במהלך מפגשי הקהילות הם מתוודעים באופן מעמיק לכל אחד מהמהלכים, לאחר מכן הם מתנסים במהלכים כמורים בכיתותיהם וחוזרים למפגשי הקהילות שם הם דנים עם עמיתיהם על התובנות והמסקנות שעלו מההפעלה בכיתות. לאחר ההפעלה הראשונית בכיתות, המורים בדרך כלל ממשיכים להשתמש במהלכי ההוראה או בחלקם, ולמרות שלא תמיד הם עוקבים אחר כל השלבים השונים כפי שהם מופיעים בדפי הפעילות המקוריים, הרי רוח הדברים בעיקרה עדיין נשמרת.

העדויות האלה של המורים על תרומת מהלכי ההוראה לשילוב ידע להוראה שלהם ולמידת תלמידיהם, מחזקים את הממצאים שעלו בסקר שעליו דיווחנו בפרק ג' סעיף 2. תחושת המורים שההוראה שלהם נתרמת ומשתפרת בעקבות השימוש שהם עושים במהלכי ההוראה היא זו שעומדת בבסיס הרצון המשותף כמעט לכל העונים לסקר להמשיך ולהקדיש זמן במפגשים לפעילויות מסוגים אלה.

לסיכום, מעגלי ההטמעה של מהלכי ההוראה לשילוב ידע מבטיחים את היקף החשיפה של המהלכים למורים רבים ככל האפשר ולמידתם באופן שתעמיק את היכרותם עם המהלכים ותקנה להם את המודעות לחשיבותם של המהלכים הללו להוראתם. המורים שהתנסו במהלכים במסגרת מפגשי קהילות המורים, שבים לכיתתם עם מיומנויות של שימוש בגישות הוראה חדשניות בעלות פוטנציאל לשדרג את הוראתם ואת למידת תלמידיהם. האופי הגנרי של הפעילויות שבבסיס מהלכי ההוראה לשילוב ידע מבטיח את האפשרות ליישם אותם במגוון נושאים ובמגוון דרכי פעולה והלימוד הספירלי של המהלכים ע"י מורי הקהילות מאפשר להם למידה מועילה של המהלכים, ובכך מגדיל את הסיכוי ליישומם המוצלח בהוראתם.

עם זאת, חשוב לציין את השפעת הרקע השונה של מורי הפיזיקה על עומק ואיכות ההטמעה בכיתות. מצאנו שהבנת הרציונל של מהלכי ההוראה אינה מיידית ודורשת מאתנו השקעה לאורך זמן, חזרה על הרציונל ופיתוח אסטרטגיות המאפשרות התאמה לצרכים המיוחדים של המורים השונים.

חלק ד: מסקנות ותובנות

מסמך זה מפנה זרקור לאחת היוזמות הבולטות ורחבות ההיקף בתחום הוראת הפיזיקה בארץ בשנים האחרונות. סיכום הפרויקט ממחיש את החשיבות של הפרויקט להוראת הפיזיקה בארץ, הן להוראת המורים והן ללמידת תלמידיהם, בכך שהוא מקנה למורה כלים חדשניים ומבוססי מחקר שמידת השפעתם על למידת התלמידים היא רבה ולעיתים אף דרמטית. אומנם המסמך

מתבסס על עדויות של מורים בלבד אולם מגוון המקורות וריבוי הקולות מלמדים שהתמונה המצטיירת במסמך משקפת את המציאות בשטח.

את הצלחת הפרויקט ניתן לזקוף לזכותם של מספר גורמים:

1. **הרכב מגוון של מומחים בצוות הפיתוח:** צוות הפיתוח של מהלכי ההוראה לשילוב ידע

מורכב הן מחוקרים אקדמיים בעלי שם המחוברים לשדה העשייה ולהתפתחות מקצועית של מורים והן ממורים מנוסים מצטיינים בתחומם, ומשלב ייעוץ של פיזיקאים המכירים את הנעשה בשטח. הרכב זה מבטיח בניית כלים שמצד אחד משקפים את התפיסות לגבי גישת ההוראה מועדפת (הוראה ממוקדת לומד) אבל גם כאלה שיוכלו להשתלב בקלות יחסית בשגרת ההוראה של מורים בשדה ולשדרג את הוראתם.

2. **אופיים של מהלכי ההוראה לשילוב ידע:** מהלכי ההוראה לשילוב ידע התבררו ככלים רבי

עוצמה הן להגברת המודעות של המורים ללמידת תלמידיהם והן להגברת מודעותם לחסכים ולחסרים של ההוראה שלהם עצמם. ככאלה, מהלכי ההוראה מעמידים לרשות המורה אסטרטגיות הוראה שבקלות יחסית ניתן להפעילם בכיתות ובכך לגרום לשינוי משמעותי בהוראת הפיזיקה. מהלכי ההוראה לשילוב ידע מאפשרים לתלמיד לחשוף את הידע המקורי בו הוא מחזיק, ולמורה להיות מודע לידע זה. לאחר מכן התלמיד משווה את תשובותיו ומתעמת עם תשובות חבריו לקבוצה ולבסוף הדיון במליאה מעניק את האישור הסופי לידע החדש אותו למד. כדי להגביר את הפנמת הידע החדש התלמיד מתבקש לבדוק כיצד השתנה הידע שלו במהלך הלמידה. שלבים אלה המלווים כל אחת מהפעילויות הנמצאות בבסיס מהלכי ההוראה לשילוב ידע מבטיחים למידה משמעותית של ידע חדש. היבט נוסף של המהלכים הוא אופיים הגנרי, וככזה הוא מאפשר למורים לעשות שימוש בפעילויות על בסיס קבוע, ובכל פעם מחדש להתאים את הפעילויות לנושאים ולתכנים שעל הפרק.

3. **מודל ההטמעה:** ההסתמכות על קהילות מורי הפיזיקה הוכיח את עצמו בהפצה נרחבת

של מהלכי ההוראה לשילוב ידע בקהילות השונות, ומשם לכיתות לומדי הפיזיקה. הפלטפורמה של קהילות המורים מהווה גם מצע זמין ונוח לחקירה, דיון ולמידת המהלכים, כפי שהראינו בסעיפים הקודמים. התקשורת הדו-כיוונית המלווה את תהליך הטמעת מהלכי ההוראה לשילוב ידע בקהילות המורים מבטיחה את התאמתם המיטבית של המהלכים לצרכים לאתגרים של המורים. המהלך הספירלי של העיסוק במהלכי ההוראה לשילוב ידע בקהילות המורים, כאשר כל פעם עוסקים בפעילות שונה ומזווית אחרת, תרם רבות ללמידה מעמיקה והפנמה של המהלכים ע"י המורים. שילוב המהלכים בפעילות עם מורים במסגרות אחרות (כגון מורים בחמד"ע), מרחיבה את היקף ועומק ההטמעה.

4. **צרכים של מורים:** מהלכי ההוראה לשילוב ידע הוכיחו שמורים לפיזיקה 'צמאים' לכלים

ושיטות שישדרגו את ההוראה שלהם, לא רק ברמת גיוון ההוראה אלא בעיקר ברמת העמקת ההבנה של המורים לגבי למידת תלמידיהם והגדלת הרפרטואר שלהם למתן

מענה לקשיי תלמידיהם. הדרך שבה פועלות קהילות מורי הפיזיקה המסתמכת על איסוף וניתוח עדויות מהכיתה הוכיחה את עצמה כדרך יעילה להקניית מהלכי ההוראה לשילוב ידע לציבור מורי הקהילות. אולם יש לתת את הדעת גם לגבי ציבור המורים שאינו לוקח חלק פעיל במפגשי הקהילות, ולחשוב על דרכים שבהן אפשר לחשוף את המורים הללו לחידושים האלה בהוראת הפיזיקה.

רשימת מקורות:

לוי. ס' (2017). התפתחות מקצועית של מורים מובילים לפיזיקה במסגרת קהילה מקצועית לומדת. (תזה לדוקטורט, מכון ויצמן למדע).

Bagno, E., Berger, H., Magen, E., Polingher, C., Lehavi, Y., Eylon, B. (2019). Starting with Physics - A Problem-Solving Activity for High-School Students Connecting Physics and Mathematics, *Mathematics in Physics Education*, Pospiesh, Michelini and Eylon (Ed)., Springer.

Feiman-Nemser, S. (2001). From preparation to practice: Designing a continuum to strengthen and sustain teaching. *Teachers College Record*, 103(6), 1013-55.

Linn, M. C., & Eylon, B.S. (2006). Science Education: Integrating Views of Learning and Instruction. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (2nd ed., pp. 511-544). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Linn, M. C., & Eylon, B. S. (2011). *Science learning and instruction: Taking advantage of technology to promote knowledge integration*. Routledge.

Whitcomb, J., Borko, H., & Liston, D. (2009). Growing Talent. *Journal of Teacher Education*, 60(3), 207-212.