

# הערכת התפתחות גישה מערכתית בקרב

## מורי מט"ס מפתחי תכנית לימודים

### בגישת STES - חקר מקרה

רויטל טל, יהודית דורי, אורי צולר

#### רקע

גישת מדע-טכנולוגיה-חברה (STS) Science-Technology-Society בהוראת המדעים זוכה להדגשה וליישום ברחבי העולם החל משנות השמונים. גיימס גלאגהר (James Gallagher) היה מהחוקרים הראשונים, שכבר בשנת 1971 הביעו את הדעה שנושאי לימוד במדעים צריכים להיות מאורגנים על פי גישת STS. הוא טען שהלומדים צריכים להכיר את ההשלכות החברתיות של המדע והטכנולוגיה נוסף לידע מדעי ותהליכים (Bybee and DeBoer, 1994). בשנת 1982 אימץ ארגון מורי המדע האמריקני National Science Teachers Association (NSTA) את הגישה החדשה שנקראה מדע-טכנולוגיה-חברה: חינוך מדעי לשנות השמונים. בפרסום העמדה נאמר כי רבות מן הבעיות שעמן מתמודדים כיום, יכולות להיפתר רק על ידי אנשים בעלי אוריינות במדע ובטכנולוגיה גם יחד. ארגון מורי המדעים בארה"ב הכריז כי אוריינות מדעית היא בסיסית לקיומנו, לעבודתנו ולתהליכי קבלת ההחלטות בתקופתנו. הלומד צריך להבין כיצד מדע, טכנולוגיה וחברה משפיעים זה על זה. הבנה זו צריכה לשמש בסיס לקבלת החלטות (NSTA, 1982).

חוקרים שונים הדגישו את חשיבות השילוב של תכנים מדעיים בהקשר החברתי-טכנולוגי (Aikenhead and Ryan, 1992; Bybee, 1987; Hofstein and Yager, 1992; Waks 1992; Yager, 1993; Yager and Hofstein, 1986; Zoller, 1990, 1993). לטענתם, שילוב נושאים חברתיים במסגרת לימודי המדע עשוי להקנות לתלמיד יכולת של קבלת החלטות באופן אישי ובמסגרות חברתיות תוך שימוש בידע מדעי ובתהליכים של חשיבה מדעית מערכתית. יכולת זו תשפר את איכות החשיבה ואת איכות החיים ותגרום גם להצלחתו האישית של הלומד בחברה הטכנולוגית.

כהוראה ולמידה של מדעים בהקשר של הניסיון האנושי STS (1990, 1982) רואה את NSTA ייגר (Yager, 1990) דיווח שגישת STS תרמה באופן משמעותי לכישורי היצירתיות, לעמדות כלפי מדע, לשימוש במושגים ובתהליכים בחיי יום-יום ולשימוש אחראי בתהליכי קבלת החלטות.

נראה שגורם משמעותי שתרם להתפתחות רעיונות אלו באשר לחינוך המדעי היה צמיחת המודעות הסביבתית מראשית שנות השבעים ואילך. נושאים כגון חיסכון באנרגיה, זיהום וניצול משאבי טבע וכן בעיות גלובליות כגון הידלדלות האוזון ואפקט החממה, הפכו נושאי דאגתם של כל יושבי כדור הארץ, וכולם קשורים בהיבטים רבים של מדע וטכנולוגיה. בשנת 1979 טען בייבי (Bybee) כי האקולוגיה תהפוך לסוד המארגן גם בחינוך המדעי וגם בחינוך החברתי. טענתו הייתה כי הקיום והצמיחה בעתיד יהיו תלויים באילוצים אקולוגיים, כך שהאקולוגיה תהפוך למטפורה חברתית מדריכה בתכנון מדיניות (Bybee, 1993). בייבי הציע ארבע מטרות לחינוך המדעי לאור הפרדיגמה האקולוגית: א) פיתוח אינדיבידואלי של הפרט; ב) הגנה על הסביבה, שימור הסביבה ושיפורה; ג) שימוש נכון במשאבי טבע; ד) פיתוח גישה קהילתית ברמה מקומית ובין-לאומית. הפרספקטיבה האקולוגית קשורה למרכיבים שונים של הומניזם ולפיתוח מיומנות קבלת החלטות בקרב אזרחי העתיד. גישת ה-STES מתמקדת בהצגת הידע המדעי בהקשר הטכנולוגי-חברתי תוך הדגשת הרלוונטיות לחיי הפרט והחברה והבנה שהחלטות הקשורות לנושאים מדעיים מושפעות בין היתר מערכים.

שילוב גישת STS בחינוך הסביבתי (Environmental Education) הביא להתפתחותה של מגמה חדשה - מדע-טכנולוגיה-סביבה-חברה (STES). על פי גישה זו מטרת החינוך היא לחשוף את התלמיד בחברה המודרנית לבעיות אמיתיות, לפתח את כושרו, יכולתו ורצונו של הלומד להיות מעורב ולתרום לשיפור איכות החיים והסביבה (Zoller, 1991, 1993). גישה זו מאופיינת בהיותה מערכתית, בין-תחומית ומכוונת לפיתוח כישורי חשיבה ברמה גבוהה. הגישה המערכתית מבוססת על תאוריית המערכות הכללית, שבמרכזה תפיסת עולם הרואה את העולם במונחים של תהליכים, יחסים ואינטגרציה. לכן היא הוליסטית במהותה ושונה מן הגישה המסורתית - הרדוקציוניסטית, המתייחסת לשלם כאל אוסף מרכיבי. הגישה המערכתית רואה את העולם כמורכב ממערכות המקיימות ביניהן קשרי גומלין, בין שמדובר במערכות אקולוגיות ובין שבמערכות מעשה ידי אדם (Keiny, 1991; Chen and Stroup, 1993).

גישת STES/STES מתייחסת לתהליכי פיתוח תכנית לימודים, הוראה/למידה בכיתה והערכת ביצועי התלמידים כאל מערכת דינמית ומתפתחת בהתאם לתנאים הסביבתיים והאנושיים במערכת (צולר, 1993; Zoller, 1991; Dori and Herscovitz, 1998). בפיתוח תכנית לימודים בגישת STES/STES מודגש תפקידו המרכזי של המורה בתהליכי הפיתוח (Yager and Tamir, 1993; Yager, 1992; Lawrenz and Heller, 1992). וכמו כן התפקיד המרכזי של כלל האזרחים - הקהילה - בעיצוב תכניות הלימודים. מכאן שגם לא קיים גבול חד בין חינוך פורמלי וא-פורמלי (Ben-Pertz, 1980; Hofstein and Rosenfeld, 1996; Dori and Tal, 1980). תומכי גישת STS ו-STES מציעים לחשוב מחדש על תכניות הלימודים, להבנות, לארגן ולכותבן מחדש. הגישה מחייבת חינוך מחדש בכל הרמות, החל ברמת קובעי מדיניות וכלה במורים ובהורים (NSTA, 1990). הגישה המרכזית לפיתוח תכניות הלימודים בעבר הייתה הסיבה העיקרית לאכזבה מהן. היישום של הוראה בשיטת החקר לא היה מלא, ונכזבה אפוא הציפייה שבאמצעות הלימוד השיטתי ירכשו התלמידים דרכי עבודה ושיטות לפתרון בעיות יום-יומיות (Yager and Tamir, 1993).

הופשטיין וייגר (Hofstein and Yager, 1982), הם שטענו שתכנית הלימודים צריכה להיות מאורגנת סביב נושאים חברתיים ולא סביב מושגים דיסציפלינריים. לפי גישתם, התוכן לא צריך להיבחר בגלל ערכו הדיסציפלינארי, אלא על פי יכולתו לגרום לתלמידים לתפקד בתוך בעיות חיים אמיתיות. גישה זו עמדה בניגוד לגישה המדעית הקלאסית אותה ייצגו חוקרים שטענו כי החינוך המדעי הוא האחראי להקניית התפיסות המדעיות ושתפקידו לגלות, לפתח ולהעריך שיטות וחומרים ללימוד מדע. את עדותיהם מסכם Bybee בביקורתו (Bybee and DeBoer, 1994). מכיוון שעיקרון מנחה של תנועת STS הוא שכל האזרחים צריכים להבין ולהיות מסוגלים לנתח ולהעריך נושאים ובעיות בחברה הטכנולוגית המודרנית לצורך מעורבות משמעותית בתהליכי קבלת החלטות - הרי שהחלק הקשה הוא השינוי הנדרש בהוראת המדעים לשם יישום של רעיונות STS ו-STES. מכאן שמורים חייבים להשתתף בצוות בשילוב עם מומחים בהוראת מדעים לצורך בחינה מחדשת ויצירה של תכנים קוריקולריים בהתאם. ראוי שתלמידים ישתתפו בתהליכי קבלת החלטות ברוח STES/STES, ומורים צריכים להיות סוכני השינוי העיקריים (Ben Chaim, Joffe and Zoller, 1994). אימוץ גישה זו היווה את הבסיס לפרויקט מדע-טכנולוגיה-סביבה בחברה המודרנית (להלן מט"ס).

#### פרויקט מט"ס

להוראת המדעים בחטיבה העליונה בישראל תפקיד מפתח בחינוך להשתתפות פעילה ומחייבת של התלמידים, אזרחי העתיד, בתהליכי קבלת החלטות על פי מערכת שיקולים ערכית במסגרת החברתית-טכנולוגית לשיפור איכות החיים והסביבה. מטרת-העל של פרויקט מט"ס - "מדע, טכנולוגיה, סביבה בחברה המודרנית" במסגרת תכנית מוט"ב - מדע לכול, היא: פיתוח/טיפוח לומדת/עצמאית/בעלת יכולת חשיבה ביקורתית - מערכתית - מעריכה, המסוגלת לקבל החלטות רציונליות לגבי בעיות חיים אמיתיות בין-תחומיות ולפעול בהתאם.

במוקד הפרויקט קהילת לומדים המטפחת אוריינות (literacy) מדעית-טכנולוגית-סביבתית, וחשיבה ביקורתית, מעורבות ושינוי התנהגות המתבטא בפעולה. תכנית הלימודים נקבעת על פי צורכי התלמיד, והמורה הוא עמית ומנחה ולא מקור ידע בלעדי. מטרת הלמידה היא לפתח כישורי דעת והמשגה ברמה גבוהה. תהליך הלמידה מעמיד במרכז בעיות רלוונטיות ללומד וחקירתן על ידי התלמידים לצורך הסקת מסקנות, נקיטת עמדה, קבלת החלטות ופעולה אישית וקבוצתית בהתאם. תכנית הלימודים היא מודולרית ומורכבת ממבניות (מודולות) העומדות בפני עצמן ואינן מחייבות רצף קבוע מראש (צולר ושות, 1998). במעגל הפיתוח הראשון פותחו במט"ס שלוש מבניות: "הזהב הלבן במעבה האדמה - מי תהום", "איכות האוויר סביבנו" ו"מדבר ומדבור". המעגל השני פותח תחת מסגרת-העל "שימור מול פיתוח", והוא כולל ארבע מבניות: "המוח שמאחורי הכוח", "ביוטכנולוגיה, סביבה ומה שביניהן", "החיה המטרופוליטנית, שימור מול פיתוח: תל-אביב-יפו", ו"הברכה והקללה שבקדמה". פיתוח המבניות התבצע על ידי קבוצות שונות. בכל קבוצה השתתפו מורים מתחומי דעת שונים, מנחה קבוצה/רכז ואחראי אקדמי, שהוא מראשי הפרויקט.

#### מטרה ושאלת הערכה

מטרת ההערכה הייתה לעקוב אחר דפוסי שינוי שעוברים מורים המשתתפים בפרויקט מט"ס בהקשרים הבאים:

- # פיתוח תפיסה מערכתית במסגרת שימוש במגוון דרכי הוראה/למידה בגישת STES.
- # שימוש באסטרטגיות הוראה התומכות בגישה המערכתית הלכה למעשה.
- # תפקוד המורים במערכת קבוצתית מנחה המעודדת חשיבה ביקורתית.

המונחים "מחקר כמותי" לעומת "מחקר איכותי" בהקשר של מתודולוגיית מחקר, מתייחסים לסוג הנתונים הנאספים ולדרך סיכום הממצאים במסגרת מחקר והערכה ומשמשים לציון הבחנה בין שתי פרדיגמות מחקר. מן רב הן ייצגו דעות מנוגדות באשר לדרך העדיפה להערכת תכניות לימודים ושיקפו דיכטומיה מוחלטת

בין הגישות (Guba and Lincoln, 1985; Shulman, 1986a; Salomon, 1991). בשנים האחרונות מסתמנת מעין פשרה או השלמה בין הגישות ונטון כי לשם קבלת תמונה מלאה, אין פסול באף אחת מן הגישות שנחשבו עד היום למנוגדות ואף רצוי לשלב ביניהן (לוי, 1990) (Roberts, 1982; Shulman, 1986a; Salomon, 1991), ויש להתאים את השיטה למטרות המחקר ולשאלות המחקר. האתגורפיה, כשיטת מחקר, מציגה את הפנומנולוגיה כמודל חלופי. הפנומנולוגיה היא ניסיון לצפות ולהתנסות באירועים בחיי קבוצת נחקרים. תיאור התצפיות או ההתנסות צריך להיות עשיר ומפורט, ולאחר מכן יש לפרש אותו ולתת להן משמעות (Gallagher, 1991). זוהי דרך ההערכה שבאמצעותה בוצע מחקר מעקב זה אחר ההתפתחות של גישה מערכתית אצל קבוצת מורי מט"ס. הגישה המט"סית, שהיא הוליסטית במהותה, מעודדת גישה מערכתית בתכנון לימודים, בהוראה ובהערכה. הגישה המערכתית תקפה הן לגבי הערכת המורים השותפים בצוותי פיתוח תכנית הלימודים והן לגבי הערכת הביצועים של הלומדים. הערכת מורי מט"ס המתוארת להלן התמקדה בקבוצה אחת מקבוצות הפיתוח. פעילות הקבוצה תועדה לאורך שנת עבודה.

## שיטות לאיסוף הנתונים

#	תצפית משתתפת (participant observation) של החוקרת בכל פגישות הקבוצה.
#	שיחות בלתי רשמיות של החוקרת עם חברי הקבוצה.
#	מעקב וניתוח החומר הכתוב שהציגו חברי הקבוצה.
#	שיחות עם האחראית האקדמית של הקבוצה.
#	יומן חוקר.

## הערכת המורים

אחת מקבוצות הפיתוח כללה שישה מורים. הקבוצה כולה נפגשה אחת לשבועיים במפגש שנמשך כ-3 שעות. שתיים מן המורות נפגשו מידי שבוע. בקבוצה זו פותחה המבנית "ביוטכנולוגיה, סביבה ומה שביניהן" (צאושו, טל, דורי, שדה ויורקובסקי, 1998).

## מאפייני המורים

קבוצת המורים מנתה חמש מורות ומורה אחד, המלמדים ביולוגיה, כימיה ולימודי סביבה. שלוש הן מורות ותיקות, שתיים בעלות ותק בינוני, ואחד - מורה חדש. אחת בעלת תואר שליש, שתיים בעלות תואר שני, אחת לומדת לקראת תואר שני ושניים בעלי תואר ראשון. אחת המורות מלמדת במגור הערבי. שלושה היו מורים נסיינים, דהיינו לימדו בכיתותיהם את היחידה "ביוטכנולוגיה, סביבה ומה שביניהן". בחלוקת העבודה הראשונית בקבוצה, שלוש מורות היוו את גרעין צוות הכתיבה, והן היו אחראיות לכתיבת רוב יחידות המבנית. שלושת המורים האחרים השתתפו בכל פגישות הקבוצה, קראו את החומר הכתוב והעירו הערותיהם. בהמשך עבודת הקבוצה השתנתה הגדרת תפקידים ראשונית זו, ועל כך יפורט להלן.

## תיאור מפורט של המורים בתחילת המחקר

**מורה 1** היא מורה ותיקה ורכזת מקצוע בבית ספרה וכן בעלת ניסיון של שנים רבות בהגשה לבחינות בגרות. מורה זו ריכזה את קבוצת המורים והייתה האחראית הראשית על המבנית שפותחה בקבוצה. עיקר אחריותה היה בתחום ריכוז החומר, האחדות, עריכתו והכנת משימות אישיות לחברי הקבוצה לכל פגישה. מורה 1 הייתה האישיית המרכזית בקבוצה. האחראית האקדמית של הקבוצה מינתה את מורה 1 לתפקיד הריכוזי משתי סיבות:

1. מורה זו חוקרת במסגרת לימודיה לתואר מסטר את השפעות יחידת הלימוד הזו על מיומנויות למידה;
2. מורה זו נמצאת מרבית השבוע בטכניון, והיא פנויה לתפקיד הריכוזי. בשלב ההתחלתי של מחקר הערכה זה, התברר כי המורה לא חשה שעברה שינוי לצורך הוראה בגישה מט"ס.

**מורה 2** היא מורה ותיקה ומרכזת מקצוע. היה לה ניסיון בכתיבת תכניות לימודים לפני הצטרפותה לקבוצה. היא השתתפה בקורס "יחידושים בחינוך לאיכות הסביבה", שאותו לימדה האחראית האקדמית של הקבוצה, וזו התרשמה שהמורה היא בעלת מאפיינים מתאימים לפרויקט מט"ס ולכן הציעה לה להצטרף לקבוצה. כבר בשלב הראשון של עבודת הקבוצה הציגה מורה זו גישה בין-תחומית ופתוחה יותר מהמקובל וגילתה נכונות לאמץ מודלים שונים מן המקובל.

**מורה 3** הוא מורה חדש שבא מן התעשייה, וזו לו שנתו הראשונה בהוראה. הוא מלמד בבית ספר שהשתתף בניסוי של מבניות קודמות שפותחו במסגרת מט"ס והביע נכונות להשתלב בצוות קקורא ומעורר. מורה זה ביטא את כל הקשיים של מורה חדש, הנמצא בשלב המקצועי של ההישרדות. הוא גילה פתיחות ונכונות לבחון גישות שונות בכיתתו (אם כי בפועל לא היה מורה נסיון ולימד בכיתתו יחידה אחרת של מט"ס), אך התקשה ביישום מרכיבים יסודיים בגישה מט"ס בכיתתו.

**מורה 4** היא בעלת ותק בינוני. היא הביעה עניין ורצון להשתלב בצוות פיתוח בין-תחומי. מורה זו יישמה בכיתתה שיטות להערכה אלטרנטיבית טרם הצטרפותה לפרויקט מט"ס. היא גם הייתה אחת המורות הנסייניות של המבנית המט"סית "איכות האוויר סביבנו" (הרשקוביץ ודורי, 1997) שפותחה בקבוצת הטכניון, ושל המבנית הנוכחית.

**מורה 5** היא מורה ותיקה, שהצטרפה לקבוצה מתוך מטרה להתעדכן במגמות עכשוויות בחינוך המדעי.

**מורה 6** היא בעלת ותק בינוני, והיא הצטרפה לקבוצה כדי לתרום מן הידע המקצועי שלה בתחום הדעת שבו עסקה המבנית. למרות הציפיות המוקדמות ממנה להציג פתיחות וחדשנות בכיוונים של שילוב תחומי דעת וגישות הוראה, בתחילת הפיתוח והכתיבה של חומרי הלמידה היא הציגה פעילויות המשקפות את הגישה האקדמית הקלסית לגבי מבנה הדעת של המקצועות המדעיים.

## ממדים של שינוי

הממדים שבהרצף להעריך היו: א. פעילות בצוות קבוצת הפיתוח; ב. אימוץ הגישה הבין-תחומית; ג. אימוץ מגוון גישות להוראה/למידה. שינויים בשלושה ממדים אלו עשויים לשקף אימוץ של גישה מערכתית המבוססת על תורת המערכות הכללית (שרן, שחר ולוין, 1998). שלושה ממדים אלו מבטאים גם את ההיבט ההכרתי, ההיבט הריגושי וההיבט הפדגוגי, כמובן באיור 1.

## איור 1. ממדים של שינוי בקרב מורי מט"ס

התיאור שלהלן יעבור מהיבט להיבט, שכן החצים המקשרים ביניהם מצביעים על מעברים שאינם ניתנים להפרדה מוחלטת. כפי שצוין בתיאור מאפייני המורים, תחילת עבודת הקבוצה אופיינה בכך שכל מורה ייצג את תחום הדעת שהוא מלמד. הדבר התבטא באופנים שונים, כמו בחירת משימות הכתיבה. האירוע הבא לקוח מן השליש הראשון של העבודה בצוות:

שתי מורות התנדבו לתכנן פעילויות לימודיות הקשורות להתרבות של חיידקים ולמבנה ה-D.N.A, ומורה אחת התנדבה להכין פעילות לימודית על אנזימים וחלבונים. לאחר שתי-יחידות אלו הוצגו בפני הקבוצה, הן נראו כמו שיעור וניסוי שהוצאו מספרי ביולוגיה וכימיה. בדיון הקבוצתי שנערך על החומר שהוצג, התבררו המורים השונים בעמדותיהם בנימוק שיקשה יהיה להבין איך חיידקים מתרבים ללא ביצוע הפעילות המוצעת, או ש"זה יהיה לא רציני שלא ללמד על מבנה כימי של חלבון". מובן שהתוכן הלמד בגישה הוראה מסורתית, מוכרת משיעורי הביולוגיה והכימיה. רוב המשימות הלימודיות שהוצגו היו בשיטה היחידנית ודרשו ביצוע של משימות פשוטות על ידי התלמידים, או קיום דיון כיתתי, שבמהותו היווה "צורה מעודנת" של שיעור פרונטלי. קשה היה לדבר על עבודת צוות של המורים בשלב זה. ניתן היה להתרשם שמורה שהעלה הצעה בפני הקבוצה, חשש מתגובת עמיתיו והציג בעיקרו של דבר תגובה או התנהגות מתגוננת. המורים הפחות מנוסים חששו לקחת חלק בדיונים, שהיו רגשיים מאוד, ואפילו חשו שנכנסו, שלא ברצונם, לוויכוח בין מייצגים נאמנים של תחומי הדעת השונים. בשלב זה נדרשה מעורבות חזקה של האחראית האקדמית של הקבוצה. היא פעלה במקביל בשלושת ההיבטים - התוכני, הריגושי והפדגוגי: בעקבות מעורבותה בדיונים "הוכרו" שהמטכונת המוכרת בדיסציפלינות השונות איננה תקפה במסגרת פרויקט מט"ס; הובעה שאיפה שהשיעורים המתוכננים לא ייראו כאילו נלקחו מספרי לימוד קיימים; נערך דיון על משמעות הגישה הבין-תחומית וחשיבותה בקרב תלמידי מט"ס. בעצם, הלומד הועמד במרכז, ועבודת הפיתוח כוונה אליו, בניגוד ליעד של הקניית ידע שיטתי. כמו כן, האחראית האקדמית ביקשה להעביר את המעריכה מעמדה של צופה לעמדה של משתתפת דומיננטית, לפחות בשלב שאותו כינתה "שלב המעבר הקונצפטואלי". שינוי נוסף שהתרחש לאחר שלב זה היה השינוי במעמד ובפעילות של המורים "הקוראים" - אלה המורים שבשלב הראשון התבקשו לקרוא את החומר ולהעיר את הערותיהם. בגלל הלחץ בזמן, שנגרם עקב הדיונים על ה"נאמנות" לתחום הדעת ועל גישות הוראה, הצטרפו באופן חלקי גם שלושת המורים הללו לצוות הכותב. השפעתם על הקבוצה הייתה חיובית, שכן המורות הוותיקות בצוות השתדלו להעיר הערות בונות ולרכז את תגובותיהן, ועובדה זו השפיעה בהכרח גם על תגובותיהן והערותיהן ההדדיות. המורים הצעירים לא חששו להתנסות בכתיבה של משימות לימודיות שהן לא בהכרח בתחום הדעת שלהם, שכן לא הרגישו מחויבות ל"הגנה על המקצוע". למרות שהיה צורך לעבד ולשכתב את משימותיהם הכתובות, ניתן לומר ששלב זה תרם מאוד לתחושת שיתופם בקבוצה ותרם בעיקר בממד הריגושי: עבודת הצוות בקבוצה נעשתה יותר שיתופית ופחות תחרותית. כמו כן, הטיפול בחומרים עבר מהתחומי לבין-תחומי והמשימות הלימודיות שהוצגו היו פתוחות יותר ושגרתיות פחות.



מתרשמים שחשיפתה של מורה זו למטי"ס, מבלי שהזדמן לה ללמוד מט"ס, לא הביאה לשינוי משמעותי בהוראת המקצוע העיקרי, ושהעקרונות שהטמיעה "טובים עבור פרויקט מט"ס" בלבד, או עבור כיתות שאינן צריכות להתמודד עם רכישת ידע לברות. מורים בעלי ותק קצר בהוראה בקבוצה גילו אמונה רבה יותר מהמורות הוותיקות בגישת מט"ס. אף על פי שהמורה החדש נתקל בקשיים רבים האופייניים למורה מתחיל, הוא הביע צער ותסכול, אך לא עמדה המנוגדת לגישת ההוראה המט"סית. מורה נוספת (מורה 4) ציינה שעקרונות מט"ס מתאימים לה כמו כפפה ליד. באמצעות מט"ס היא קיבלה צידוק לדרכה בהוראה ואפשרות מעשית לבטא אותה, כפי שהיא מאמינה בה. אצל מורה זו חל שינוי בולט בעיקר בממד התוכני. בתחילת עבודת הקבוצה היא הצהירה על חשיבותיה מהתמודדות עם תחומי דעת אחרים. בסוף השנה דיווחה על העניין הרב בנושא ועל ההתמודדות המעניינת שזומנה לה הן ברמה התוכנית והן ברמה הדידקטית-פדגוגית. בניסיון לאבחן שינויים בממדים השונים, נערך ריאיון עם רכזת הקבוצה. זו ציינה את הסתירה בין הצורך לעמוד בלוח זמנים של צוות כתיבה לבין הצורך בהכשרה לעבודת צוות מורים במסגרת גישת מט"ס. גם לטענתה, שינוי מערך הכוחות אכן תרם לשינוי האווירה בקבוצה. האווירה נעשתה נינוחה, והייתה לגיטימציה להביע כל דעה. להשלמת התמונה חשוב לציין שריכוז חומרי הלמידה ושכתובם הסופי בוצע בעיקר על ידי רכזת הקבוצה בתמיכה של אחת המורות הוותיקות, המעריכה והאחראית האקדמית, ושלושת יחד שמו דגש על ההיבט התוכני והפדגוגי. יתר חברי הקבוצה קראו את הגרסה הסופית והעירו בעיקר הערות צורניות.

## סיכום דיון

במטרה לבדוק פיתוח תפיסה מערכתית במסגרת פיתוח מונון גישות הוראה/למידה בהקשר STES, נערך מעקב ממושך אחר קבוצת מורים אחת, הטרוגנית באופי, שפיתחה והפעילה יחידת לימוד מט"סית. לא מצאנו שחל שיפור בגישה המערכתית של כל המורים. בהיבט התוכני מצאנו שהמורים הסתגלו לנושאים, שהם בין-תחומיים במהותם, ובמשך הזמן אף למדו לשלב נושאים כאלו בהוראה ולהעדיף על פני נושאים המחייבים ידע דיסציפלינרי. עם זאת, אצל מורים אחדים היה בהקשר זה ניגוד בין הוראה לפי מט"ס לבין הוראת מקצוע מדעי, כגון ביולוגיה או כימיה. בתחום של שימוש באסטרטגיות הוראה, המבטאות את יישום הגישה המערכתית הלכה למעשה, מצאנו הבדלים גדולים למדי בין המורים. כך, למשל, נמצא שיש הבדלים בין הרמה המוצהרת לבין הרמה המעשית כאשר ליישום דרכי הוראה/למידה. כאשר לתכנים, נמצא שמורים שהשתתפו באותו צוות כתיבה, יוצרים בפועל כמה סוגים של פוטנציאל קוריקולארי חבי (בן-פרץ, 1995), כלומר כל אחד מאתר משמעותי והדגשים שונים בנושאי הלימוד ומפעיל בכיתה מערכי פעילות שונים. פיתוח הדיונים והריאיונות עולה, כי בצוות היו מורים אשר פיתחו תפיסה מערכתית הכוללת גם את דרכי ההוראה/למידה, כלומר גם בממד הפדגוגי, והיו מורים שגישתם המערכתית הוגבלה לתחומי התכנים במסגרת מט"ס בלבד. כאשר ליכולתם של המורים לתפקד במערכת קבוצתית המעודדת חשיבה ביקורתית, הנחת המוצא הייתה שעבודת צוות פתוחה תאפשר ביטוי יותר לרמות חשיבה גבוהות. לכן בדקנו את שילוב הממד של עבודת הצוות עם הממדים הקודמים. מצאנו שמעורבותה של האחראית האקדמית הייתה בעלת חשיבות רבה בהשפעה על דפוסי עבודת הקבוצה. מעורבותה הביאה למעבר מדפוס הנחיה וריכוז ביוורקטי לדפוס שיתופי-מערכתי. זה היה השלב בו חל שינוי מתכונן מסורתי מבוסס-תוכן לתכונן המבוסס על חקר אירועים והדורש מיומנויות חשיבה מסדר גבוה. בעקבות שיחות עם האחראית האקדמית, ניכר היה שהיא הכירה בכך שדפוס העבודה בקבוצה הופך להיות ביוורקטי יותר, ובכך בעצם נוטל יזמה ועניין מחברים בצוות ומוביל לעבודה אינדיבידואלית, שתוצריה בלטו ברמות חשיבה נמוכות. הכרתה הביאה לפעולה חריפה יחסית של שני מאזן הכוחות בקבוצה. מאחר שפעולה זו בוצעה במקביל לכניסת המורים הנסיינים לכיתות, גברה הדמוקרטיזציה בקבוצה וחל ארגון מחדש, שבסופו של דבר הגביר את השיתופיות בקבוצה והביא לשינוי ברמת התוצרים. מטרת ההערכה הביאו אותנו לעסוק בחסוגיות הקשורות למיקומו של המורה בתכונן לימודים. פרויקט מט"ס מעמיד את המורה במרכז תהליך פיתוח תכנית הלימודים ורואה את תכונן הלימודים כחלק בלתי נפרד מההוראה. זילברשטיין (1991, 1994) מצייין כי לפי גישה זו מושג ההוראה הופך להיות המושג המקיף והכולל, ומושג תכונן הלימודים מצטמצם לכדי מושג משני, ומכאן שמיקומו של המורה בתכונן הלימודים הופך להיות מרכזי. נושא אחר הוא תחום ההתפתחות הפרופסיונלית של מורים. זהו נושא חשוב בהכשרה להוראת המדעים, המתייחס לשימוש בדרכי הוראה/למידה ולפיתוח ידע תוכני ופדגוגי (זילברשטיין, 1994; Shulman, 1986b). כל אלו נוגעים בהיבטים הבין-תחומיים הקשורים לתכנים ולוויכוח כאשר לצורך בשמירה על מבנה הדעת של המקצועות המדעיים העומדת בניגוד לגישה האחדותית-אינטגרטיבית. ממחקר ההערכה הנוכחי עולה כי מורים המשתתפים בתהליך פעיל של תכונן לימודים בגישת מט"ס, נוטים להשתתף בדיון התוכני-פדגוגי, בדיונים הקבוצתיים והבין-קבוצתיים (בין קבוצות הפיתוח השונות במט"ס). רוב המורים העידו, שהשתתפות זו, הבאה לידי ביטוי בדיונים, מצד אחד, ובכתיבת המבנית, מצד אחר, תרמה רבות להתפתחותם המקצועית.

## אחרית דבר

בתום תקופת העבודה בקבוצה עולה השאלה, כיצד מחילים את ההתקדמות המשמעותית של הקבוצה, על עבודת צוות, הדמוקרטיזציה והפתיחות שבה, גם בתחומים הנוספים. כפי שתואר, לא חלה התקדמות שווה בכל הממדים, ולמרות התקדמות ניכרת בתחום ההנחיה ועבודת הצוות, עדיין קיים בתפיסתם של המורים במסגרת פרויקט מט"ס פער בין הציפיות בתחום התוכני-הפדגוגי לבין הוראתם בכיתה במסגרת הדיסציפלינרית. הפער מתבטא ביישום דרכי הוראה/למידה ייחודיות בשיעורי מט"ס ושמירה על הוראה קונבנציונלית יותר בשיעורי המדעים, שבהם יש לעמוד בהספק לקראת מבחני הברגות החיצוניים. משרד החינוך התרבות והספורט מתקצב פרויקטים של פיתוח חומרי למידה ופיתוח צוותי מורים לזמן מוגבל בלבד. החיסרון הוא, שלאחר עבודה מאומצת במסגרת כיתות ניסוי בלבד, יש תחושת החמצה מסוימת. זאת משום שהצוות, בהיעדר תקצוב, אינו ממשיך לפתח, לקדם ולממש את הכישורים שרכש בעבודת פיתוח ובהוראה של מבניות נוספות. באותה הרוח - במישור האופטימי, סביר להניח ולקוות שהמורים חברי הצוות יובילו בעתיד תהליכי שינוי ברוח המט"סית בבתי הספר שלהם.

## ביבליוגרפיה

- # בן-פרץ, מ' (1995). המורה ותכנית הלימודים, תורת כבלי הטקסט הכתוב, משרד החינוך התרבות והספורט ומכון מופ"ת, ירושלים ותל-אביב.
- # הרשקוביץ, א' ודורי, י' (1997). איכות האויר סביבנו, המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, טכניון, חיפה.
- # זילברשטיין, מ' (1991). "מבני הדעת של המקצועות וגישה אחדותית, פנים משלימות בתכונן הלימודים", בתוך: מ' זילברשטיין, (עורך), מבני הדעת של המקצועות וגישה אחדותית בתכונן לימודים: השתמעויות להכשרת מורים, משרד החינוך התרבות והספורט, האגף לתרבות לימודים, ירושלים.
- # זילברשטיין, מ' (1994). "הכשרת מורים לתכונן לימודים לנוכח שתי גישות קונספטואליות: קוריקולארית והוראתית", דרכים להוראה, 2, עמ' 105-150.
- # לוי, ד' (1990). נושאים בהערכה של תכניות לימודים, משרד החינוך והתרבות, האגף לתכניות לימודים, ירושלים.
- # צאושו, מ', טל, ר', דורי, י', שדה, א', ויורקובסקי, י' (1998). ביוטכנולוגיה, סביבה ומה שביניהם, המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, טכניון, חיפה.
- # צולר, א' (1993). "חקר האירוע המבחן שבו הסטודנט שואל את השאלות" בהכשרת מורים למדעי הטבע, הלכה למעשה בתכונן לימודים, 8, עמ' 55-62.
- # צולר, א', ושות' (1998). אשנב למט"ס, אוניברסיטת חיפה - אורנים, המרכז הישראלי לחינוך מדעי-טכנולוגי ע"ש עמוס דה-שליט.
- # שרן, ש', שחר, ח' ולוין, ת' (1998). בית הספר החדשני ארגון והוראה, רמות, תל-אביב.
- # Aikenhead, G. S. & Ryan, A. G. (1992). The Development of A New Instrument: "Views On Science- Technnology-Society" (VOSTS). Science Education, 76 (5), pp. 474-491.
- # Ben Chaim, D., Joffe, N. & Zoller, U. (1994). Empowerment of Elementary School Teachers to Implement Science Curriculum Reforms, School Science and Mathematics, 94 (7), pp. 356-366.
- # Ben-Peretz, M. (1980). Enviromental Education is too Important to be Left in the Hands of Teachers Alone, in: T.S. Bakshi & Z. Naveh (Eds.), Environmental Education: Principles, Methods and Applications, New York: Plenum Press, pp. 19-30.
- # Bybee, R. Y. (1987). Science Education and the Science-Technology-Society (S-T-S) Theme, Science Education, 71 (5), pp. 667-680.

- Bybee, R.Y. (1993). *Reforming Science Education, Social Perspectives and Personal Reflections*, New York, London: Teachers College #  
Columbia University.
- Bybee, R.Y. & DeBoer, G. E. (1994). Research on Goals for the Science Curriculum, In: D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on #*  
*Science Teaching and Learning*,  
(pp. 357-387). New-York: Macmillan, pp. 357-387.
- Chen, D. & Stroup, W. (1993). General System Theory: Toward a Conceptual Framework for Science and Technology Education for #  
All, *Journal of Science Education and Technology*, 2 (3), pp. 447-459.
- Dori, Y. J. & Herskovitz, O. (1998). Question Posing Capability as an Alternative Evaluation Method: Analysis of an Environmental #  
Case Study, *Journal of Research in Science Teaching*, in press.
- Dori, Y. J. & Tal, R. T. (1999). Formal and Informal Science Activities in a Community School Submitted to Science Education. #
- Finely, F. L., Lawrenz, F. & Heller, P. (1992). A Summary of Research in Science Education, *Science Education*, 76 (3), pp. 239-338. #
- Gallagher, J. J. (1991). Uses of Interpretive Research in Science Education, in: J. J. Gallagher (Ed.), *Interpretive Research in Science #*  
*Education*, NARST Monograph, No. 4., pp. 3-17
- Guba, E. G. & Lincoln, Y. S. (1985). Naturalistic and Rationalistic Inquiry, in: Husen, T. & Postlethwaite, T.N. (Eds.), *International #*  
*Encyclopedia of Education*.
- Hofstein, A. & Yager, R.E. (1982). Societal Issues as Organizers for Science Education in the 80's, *School Science and Mathematics*, 82 #  
(7), pp. 539-547.
- Hofstein, A. & Rosenfeld, S. (1996). Bridging the Gap Between Formal and Informal Science Learning, *Studies in Science Education*, #  
28, pp. 87-112.
- Keiny, S. (1991). System Thinking as a Prerequisite for Environmental Problem Solving, in: S. Keiny & U. Zoller (Eds.), *Conceptual #*  
*Issues in Environmental Education*, (pp. 171-184). New York: Peter Lang Pub., pp. 171-184.
- Society: Science Education for the 1980's, - Technology - National Science Teachers Association (1982). Science -NSTA #  
Washington, D.C.
- NSTA, (1990). *Science / Technology / Society: A New Effort for Providing Appropriate Science for All. A Statement Prepared by the #*  
*Task Force on STS Initiatives*, in: R. E. Yager, (Ed.), (1993). *The Science, Technology, Society Movement*, NSTA. Vol 7, *What Research Says to*  
*the Science Teacher*, pp. 3-5.
- Orion, N. (1993). A Model for the Development and the Implementation of Field Trips as an Integral Part of the Science Curriculum, #  
*School Science and Mathematics*, 93 (6), pp. 325-331.
- Roberts, D. A. (1982). The Place of Qualitative Research In Science Education, *Journal of Research in Science Teaching*, 19 (4), pp. #  
277-292.
- Quantitative Debate: The Analytic and Systemic Approaches to Educational -Salomon, G. (1991). Transcending the Qualitative #  
Research, *Educational Researcher*, 20 (6), pp. 10-18.
- Sarason, S. (1990). *The predictable Failure of Educational Reform*. San Francisco: Jossey-Bass. #
- Shulman, L. S. (1986a). Paradigms and Research Programs in the Study of Teaching: A Contemporary Perspective, in: M.C. Wittrock #  
(Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd Ed.), pp 3-36.
- Shulman, L. S. (1986b). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15, 2, pp. 4-14. #
- Waks, L. J. & Barchi, B. A. (1992). PTS in School Science: Perceptions of Selected Leaders and Their Implications for STS Education, #  
*Science Education*, 76 (1), pp. 79-90.
- Yager, R. E. (1993). *The Science, Technology, Society Movement*, NSTA. Vol 7, *What Research Says to the Science Teacher*. #
- Yager, R.E. & Hofstein, A. (1986). Features of a Quality Curriculum For School Science, *Journal of Curriculum Studies*, 18, pp. #  
133-146.
- Yager, R. E. & Tamir, P. (1993). STS Approach: Reasons, Accomplishments, and Outcomes, *Science Education*, 77 (6), pp. 637-658. #
- Zoller, U. (1990). The IEE- an STS Approach, A Course Format to Foster Problem Solving, *Journal of College Science Teaching*, 19 (5), #  
pp. 289-291.
- Focused Science Teacher - Teaching Evaluation in S/T/E/S 'Zoller, U. (1991). Teaching/Learning Styles, Performance, and Students #  
Education: A Quasiquantitative Probe of a Case Study, *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (7), pp. 593-607.
- Zoller, U. (1993). Lecture and Learning: Are They Compatible? May Be for LOCS; Unlikely for HOCS, *Journal of Chemical Education*, #  
70 (3), pp. 195-197.