

מורים למדעים כמפתחי תוכניות לימודים במדע ובטכנולוגיה לכל

אבי הופשטיין, רחל ממלוק-נעמן ומרים כרמלי
המחלקה להוראת המדעים
מכון ויצמן למדע
רחובות 76100

מבוא

פיתוח חומרי למידה ותוכניות לימודים על ידי מורים מוכר כיום כשיטה חשובה ויעילה בהתפתחותם המקצועית של מורים (Ben-Peretz, 1990). מידע גדל ומצטבר מצביע על כך שהטלת תוכנית לימודים על ידי גופים ממורכזים (חיצוניים) מקצועיים, בדרך המכונה "הנחתה מלמעלה", לפיה מצופה מהמורה שיבצע ויממש את הפילוסופיה של המפתחים, דעותיהם ומטרותיהם, איננה יעילה בהכנסת חידושים חינוכיים וחידושים המתייחסים לתוכניות לימודים לבתי הספר (ראה גם: Eden, 1979; Sabar, Silberstein & Shafriri, 1982).

קיימת הכרה בצורך ובחשיבות של ליווי העבודה המבוצעת על ידי מרכזים מקצועיים לתוכניות לימודים (כלומר, המרכז הישראלי להוראת המדעים) בפעילויות פיתוח חומרים המבוצעות על ידי מורי בתי הספר (Sabar & Shafriri, 1982; Connelly & Ben-Peretz, 1980). בן-פרץ (1990) טען כי "מורים יכולים לתפקד כיוצריה של תוכניות הלימודים שלהם או באמצעות מעורבות בתהליך הנקרא "פיתוח תוכנית לימודים המבוסס על מורים" או כ"משתתפים במאמצי תוכנית לימודים ממורכזים".

בפרייקטים אחדים שנערכו בעבר (של Sabar & Shafriri, 1994; Campell et al, 1994; Ben-Peretz, 1980; 1982) נכללו קבוצות מורים בתהליך הממשי של פיתוח תוכנית הלימודים. בסדנאות מעין אלה עסקו צוותי המורים בפיתוח תוכנית לימודים ופעלו כצוותי כתיבה. סאבר ושפריירי (1982) טענו כי "השתתפות מורים בפיתוח תוכנית לימודים עשויה להעביר את המורה משלב מודע לשלב של אוטונומיה והפנמה עמוקים יותר", (עמוד 310). ניתן גם להצביע על כך כי גישות-מבוססות-מורה בפיתוח תוכניות לימודים עשויות להניב שפע גדול ביותר של רעיונות פדגוגיים וגישות חדשניות לתוכנית הלימודים המתוכננת.

מדע וטכנולוגיה לכל

בשנות ה-80 וה-90, התעורר המושג 'מדע וטכנולוגיה לכל' כסיסמה הטומנת בחובה אתגר חדש עבור מחנכים במדעים. בכל העולם קיימת תחושה הולכת ומתעצמת כי על המדע להיות מרכיב אינטגרלי בחינוך עבור כל מי שלומד בבית הספר ולא רק אצל מי שעתיד לפתוח בקריירה מדעית. על המדע והטכנולוגיה להוות חלק מהחינוך של אלה שעתידים להפוך, בסופו של דבר, ל"אזרחי העתיד". הסינתזה של הפרוייקט בארצות הברית (Harms & Yager, 1981) ראתה ארבע קבוצות מטרות להוראת המדע.

1. מדע בשירות הצורך האישי.
2. סוגיות חברתיות.
3. מודעות לקריירה.
4. הכנה לחיים אקדמיים.

על מנת להשיג מטרות אלה קמה בשנים האחרונות תנועה בכל ארצות העולם לפיתוח ולהוראת תכנים מדעיים בהקשר הממשי של הסביבה הטכנולוגית והחברתית. וכך, S.T.S. הוא מאמץ ליצור גוף אזרחי בעל ידע, המסוגל להגיע להחלטות חיוניות באשר לבעיות ולסוגיות העכשוויות ולבצע פעולות אישיות כתוצאה מהחלטות אלה. ברור למדי (Hofstein et al., 1988) שהכשרת המורים המסורתית בשלבים ההתפתחותיים, הן של טרום-ההוראה והן של ההוראה, נוגעת אך לעתים רחוקות בהוראה של קורס המבוסס על S.T.S. בועידת IOSTE שהתקיימה בקיל (Hofstein et al., 1988) זוהו הבעיות שלהן, הנוגעות ביישום תוכניות S.T.S.:

- * טיבו הבין-תחומי של התוכן ואי הכרתם של המורים את חומרי התוכן בהם לא קיבלו הכשרה.
- * אי הכרת המורים את אסטרטגיות ההוראה הנדרשות.
- * טכניקות והליכי הכשרה בלתי הולמים בהכשרת מורים, הן בשלב של טרום-הוראה והן בשלב ההוראה.

הסדנה

מטרת הסדנה שתוארה הייתה לערב את המורים בפיתוח תוכנית הלימודים כחלק מהתפתחותם המקצועית וכך להגביר את המוטיבציה שלהם ללמד תוך שימוש בחומרים לימודיים, בין-תחומיים ו-S.T.S. בטבעם. ציפו אף שמעורבות מעין זו תצמצם את החרדה שלהם לקראת הכנסת חומר לימודי בלתי מוכר לכיתותיהם. הסדנה תוכננה כחלק מפרוייקט רב-היקף בצפון הארץ. מטרת פרוייקט זה הייתה לייעל ולשפר את הוראת המדע והטכנולוגיה ולמידתם. 22 המורים שהתנדבו להשתתף בסדנה זו, שהתקיימה במשך שלוש שנים, הגיעו מרקע מדעי שונה (כלומר מרקע של כימיה, ביולוגיה, חקלאות, טכנולוגית התזונה ומפיסיקה) והביעו את התעניינותם בפיתוח תוכנית הלימודים. מורים אלה נפגשו פעם בשבוע כשכל פגישה אורכת כשש שעות. הזמן שהקדישו לפרוייקט הוכר כחלק משעות ההוראה שלהם.

בפרוייקט היו שלושה שלבים:

1. בשנים 1994-1995 המורים היו מעורבים באיסוף חומרים לימודיים ובכתיבת החומר.
2. בשנים 1995-1996 הופצה גרסת ניסיון של כל אחד מהמודולים ששימשה כמחקר ניסויי בבתי הספר. המשוב שהתקבל מהמורים ומצופים אחרים שימש לשיפור החומר ולהכנת הגרסה הבאה של חומרי תוכנית הלימודים.
3. בשנים 1996-1997 התמקד הפרוייקט בהכשרת מספר גדול יותר של מורים על מנת ליישם את המודולים בבתי ספר רבים יותר.

המורים סווגו לחמש קבוצות, כשכל אחת מעורבת בפיתוח אחד מן המודולים הלימודיים הבאים:

- * רדיואקטיביות
- * פלסטיקה
- * אור וצבע
- * השמדה כימית וביולוגית
- * מזון ותזונה

לכל קבוצה הוקצה מדריך פדגוגי ויועץ מדעי. מודולים אלה יחוו, בסופו של דבר, חלק אינטגרלי מתוכנית לימודים חדשה המיועדת לכל מי שמתאים להגדרה 'מדע לכל'. מוצע כי תוכנית לימודים זו תכלול אסופה של מודולים מסוג בין-תחומי (S.T.S.) וחמשת המודולים המתוארים לעיל הם דוגמא לאסופה זו.

במשך השלב הראשון המורים היו מעורבים בנושאים הבאים:

- * פיתוח חומר לימודי רלוונטי המתאים לתלמידים שלא הייתה להם אוריינטציה מדעית.
- * שינויים בהליכים כיתתיים על מנת להגביר את יעילות המאמץ הלימודי ואת המוטיבציה של התלמידים (Hofstein & Kempa, 1985).

טכניקות ההכשרה הבאות פותחו לשימוש במודולים שונים:

- * קבוצות תלמידים קטנות (מחקרים משותפים)
- * סימולציה של משחק ומשחק תפקידים
- * טיולים בשטח
- * קריאה ביקורתיות של מאמרים מדעיים בעיתונים
- * פרויקטים של תלמידים בקנה מידה קטן
- * דפי עבודה מובנים
- * אנלוגיות ומודלים

במשך השלב השני נוסו המודולים בשש הכיתות שלנו שהוגדרו כ"חסרי אוריינטציה מדעית" באופן הבא:

1. בסמסטר הראשון כל מורה לימד את המודול שעזר לפתח. בסמסטר השני אותו מורה לימד את אחד המודולים האחרים, שפותח על ידי עמיתיו באחת הקבוצות האחרות.
2. לכל מורה, בעת שלימד את המודול, התלווה מורה-עמית מקבוצתו. המורה-העמית נטל חלק בכל היבטי ההוראה: תכנון השיעור, הכת דפי עבודה והעברתם, מבחנים וחומרי לימוד נוספים.
3. המדריכים הפדגוגיים השתתפו בחלק מן השיעורים ועזרו למורים ולעמיתיהם.

אנו נמצאים כעת במהלך השלב השלישי, בו משפרים המורים את חומרי הלימוד ומשלימים אותם, ובה בעת מלמדים את החומר בכיתותיהם; חלקם מדריכים מורים אחרים באזור, שזה ניסיונם הראשון בהוראת מודולים אלה. מאמצים להרחבת התוכנית בבתי ספר נוספים נעשים בשתי רמות:

- א. הצגת התוכנית בפני מנהלים נוספים וניסיון לשכנעם לאמצה בכיתות המתאימות.
- ב. ארגון השתלמויות קיץ עבור המורים למדעים יחד עם הצעה לקבלת הדרכה שוטפת במשך שנת הלימודים.

הערכה

הערכת התוכנית התייחסה לשתי שאלות מרכזיות:

- * באילו דרכים משפיעה מעורבות מורים בפיתוח תוכנית הלימודים על הוראתם ועל עמדותיהם לגבי הוראה ולימוד? (כלומר, על יכולתם ללמד ביחידות בין-תחומיות, על הדימוי העצמי שלהם כמורים ועל הבנתם את קשיי הלמידה של תלמידיהם).
- * באיזו מידה מודולים אלה מתאימים לאוכלוסיית היעד, כלומר לתלמידים "חסרי אוריינטציה מדעית"? (רמת התעניינות, רלוונטיות, קושי, ידע מוקדם של מושגים בסיסיים, וכו').

כדי לענות על שאלות אלה נאספו נתונים ממורים ומתלמידים המשתמשים במגוון כלים מחקרניים כגון שאלונים, ראיונות ותצפיות.

התוצאות הראשוניות המתוארות כאן מבוססות על נתונים הלקוחים משאלוני מורים ומראיונות. ניתוח נוסף של הנתונים שנאספו מהמורים ומהתלמידים המשתתפים יושלם בעתיד הקרוב. כל המשתתפים הרגישו, על בסיס ניסיונם, כי מעורבות המורים בפיתוח תוכנית הלימודים היא חשובה ביותר. הם ראו זאת כדרך נוספת לבטא ולנצל את ניסיון ההוראה שלהם וידעתם העמוקה של סביבת הכיתה, אשר איננה נחלתם של רוב אנשי המקצוע, הכותבים את חומרי ההוראה.

רוב המשתתפים ציינו שנטילת חלק בקבוצה הייתה משמעותית עבורם. הם הרגישו כי שיתוף פעולה עם עמיתיהם מעוררת את היצירתיות ועוזרת בגיוון אסטרטגיות ההוראה בכיתה. העובדה שכל קבוצה הייתה מטבעה בין-תחומית, בהתייחס לרקע האקדמי של המורים, גרמה לכך שהמורים הרגישו שמצד אחד הייתה להם השפעה ייחודית על העבודה שנעשתה, ומהצד האחר הם למדו הרבה מאד מניסיון עמיתיהם בשטחים אחרים.

מורים מעטים דיווחו על כך שבמשך השתתפותם בפרוייקט הם אימצו בהדרגה באסטרטגיות הוראה חדשות והשתמשו בהן בכיתותיהם הרגילות. הם הזכירו לימוד עצמי של תלמידים או עבודה על פרויקטים (באופן אישי או בקבוצות קטנות). שלושה מורים ציינו את העובדה שתפיסתם את תפקיד המורה בכיתה עברה שינוי. כפי שאמר אחד מהם: "עכשיו אני לא מלמד יותר, אני מדריך. כמורה אינך חייב לדעת כל דבר, אינך אמור להרצות, אלא להציע את הכיוונים ואת הכלים".

כפי שצוין לעיל, לכל קבוצה הוקצה יועץ מדעי. רמת המעורבות הייתה שונה בין הקבוצות השונות. חלקם נטלו חלק בתהליך הכולל של כתיבתה המודול, ואילו באחרים נועצו בשלבי התכנון הראשוניים והם סייעו בהגדרת הנושאים המרכזיים, ובשלב מאוחר יותר נתבקשו להעריך את טיוטת הגרסה הראשונה. המדריכים הרגישו שהיועצים היו זמינים בכל עת ושיחקו תפקיד מאד חשוב, בעיקר בהבטחת שלמותו המדעית של חומר הלימוד.

כפי שצוין לעיל, יושמה גרסה ניסיונית של החומר הכתוב בשש כיתות במשך השנה השנייה של הפרוייקט. כל יחידה נוסתה בכיתה אחת לפחות. מורי כיתות אלה וכן העמיתים שליוו חלק מן השיעורים לפחות, התראיינו ונשאלו בקשר לניסיון זה. להלן מובאות תגובות המורים באשר לניסיון ההוראה:

* חמשת היחידות שפותחו שונות זו מזו בהיבטים אחדים: רמת קושי החומרים, מידת הבין-תחומיות ומידת הרלוונטיות בהתייחס לעניין שגילו התלמידים.

* התמודדות בכיתה עם החומרים הכתובים העתיקה למורים משוב מידי ששימש לעריכת שינויים הולמים בגרסה הבאה. הניסיון בכיתה אף השפיע מיידית על השיעורים הבאים. המורים דיווחו שלעיתים קרובות הרגישו את הצורך לפשט את החומרים שהוכנו קודם לכן או להוסיף חומרים הקשורים למושגים בסיסיים, וכו'.

* רוב המורים ציינו שמאחר שהרקע שלהם היה ביולוגי או כימי, הם מלמדים על פי רוב תלמידים בעלי יכולת גבוהה. פרויקט זה העניק להם את ההזדמנות לעבוד עם תלמידים בעלי יכולת נמוכה יותר. הם הופתעו למצוא שרוב התלמידים הללו הביעו עניין בנושאים המדעיים והיו מסוגלים להשתתף בפעילויות בכיתה.

* ראוי לציין ביחס לשתיים או שלוש כיתות את הבעיות שצינו המורים, כלומר, מוטיבציה נמוכה ללימודים והעדר הרגלי למידה אצל חלק מן התלמידים, העדר עניין בנושא הנלמד או סירוב להכין שיעורי בית.

מסקנות

אנו עומדים בפתחו של עידן חדש בו מורים שהוכשרו ללמד נושא מסוים, עם דיסציפלינה בעלת מבנה ייחודי, יצטרכו לפרוץ את הגבולות וללמד גם נושאים מדיסציפלינות אחרות. בהתבסס על ניסיון מחקר זה, ברור למדי שאחת השיטות לצמצום חרדת המורים כשהם ניצבים בפני הוראת חומר לימודי בו אין להם הכשרה, היא לערב אותם הן בתכנון והן בפיתוח של חומר תוכנית הלימודים. מחקר זה הוא למעשה קריאה להכשרת צוותי מורים בבתי הספר, בהם ישתתפו מורים מדיסציפלינות שונות (כימיה, ביולוגיה ופיסיקה), כדי שיוכלו ללמד מודולים ויחידות שהם בין-תחומיים בטבעם. ניתן לצפות כי תוכנית הלימודים ב"מדע ובטכנולוגיה לכל" תהיה גמישה ותעניק לבתי הספר חופש לגבי התכנים. תהליך מייגע הגוזל זמן רב. אולם, למרות שהחומרים שהופקו דורשים עבודה נוספת במונחים של עריכה מדעית ומקצועית, אין כל ספק שאין להתעלם משיטה זו כחת הדרכים המשמעותיות יותר של חינוך מורים העוסקים בהוראה.

- Ben-Peretz, M. (1990). Teachers as Curriculum Makers. In T. Husen & N.T. Postlethwaite (eds.) *The International Encyclopedia of Education (and ed.)* Oxford, Pergamon.
- Campbell B., Lazonby, J., Millar, R., Nicolson, P., Ramsder, J. & Waddington, D. (1994) Science: The Salter's Approach – a Case Study of the Process of Large Scale Curriculum Development. *Science Education*, 78, 415-447.
- Connelly, F.M., & Ben-Peretz, M. (1980). Teacher's Role in the Using and Doing of Research an Curriculum Development. *Journal of Curriculum Studies*. 12, 95-107.
- Eden, S. (1979). Implementation of Innovations in Education. A Case in Curriculum Planning. *Studies in Educational Evaluation*. 3, 1-160.
- Harman, A., & Kempa, R.F. (1985). Motivating Strategies in Science Education Attempt at an Analysis. *European Journal of Science Education*, 7, 221-229.
- Hofstein, A, Aikenhead, G. & Riquarts, K. (1988). Discussion over S.T.S. at the 4th IOSTE Symposium, *International of Science Education*, 10, 221-229.
- Sabar, N. & Shafriri, N. (1982). On the Need for Teacher Training in Curriculum Development. *Studies in Educational Evaluation*, 7, 307-315.
- Sabar, N., Silberstein, M. & Shafriri, N. (1982). Needed: Curriculum Coordinators for Teachers Developing Learning Materials. *Curriculum Inquiry*, 12, 53-67.