

למידה באמצעות פרויקטים במדע וטכנולוגיה: תאור מקרה של הכשרת מורים

יהודה בן-חור ושרמן רוזנפלד (2001)
המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות

רקע

למידה באמצעות פרויקטים היא דרך הוראה ההולכת ותופשת מקום בלימודי תחומי דעת שונים בבית הספר. עם החדרת הסילבוס החדש במדע וטכנולוגיה בחטיבות הביניים אמצו מורים רבים את הדרך הזאת ויישמו אותה בכיתותיהם. נכתבה חוברת מיוחדת הנקראת בשם "למידה באמצעות פרויקטים במדע וטכנולוגיה" הכוללת אוגדן לתלמיד וחוברת למורה (בריינר, א. רוזנפלד, ש. פליק, א., 1999). בד בבד נערכו השתלמויות מורים רבות מתוך מטרה להכשיר מורים להטמעת השיטה בכיתותיהם.

חוקרים רבים מדגישים את הקשיים בהכשרת המורים לשיטת עבודה זו ואת הצורך בתמיכה הניתנת להם במהלך ההכשרה והיישום בכיתות. חוקרים גם מדווחים שהמורים עוברים רצף התפתחותי במהלך הכשרתם ובמהלך יישום השיטה בכיתותיהם. הרצף מתחיל בתחושה של מבוכה והתלהבות ממשיך בתחושה של ספק וחשש בקשר ליכולתם לבצע את המשימה הנדרשת ומסתיים בתחושה של סיפוק והכרה ביכולתם. (Rosenfeld, S. , Scherz, Z. , Orion, N. & Eylon B., 1997).

במאמר זה נתאר את התחושות ואת דרכי התנהגות של קבוצת מורים למדע וטכנולוגיה שעברו הכשרה לקראת שימוש בשיטה של למידה באמצעות פרויקטים במדע וטכנולוגיה.

אוכלוסיית המורים

במסגרת מרכז מורים נתניה התקיים, במהלך שנת הלימודים תש"ס, קורס מורים למדע וטכנולוגיה מהמגזר הערבי. הקורס התקיים באשכול הפיס בטירה שבמשולש, והשתתפו בקורס כ- 30 מורים המלמדים בחטיבות ביניים שבכפרי המשולש: טירה, טייבה, קלנסווה, כפר קאסם וג'לגוליה. מבדיקה שנערכה בין המורים נמצא שרובם מלמדים תוכניות לימודים ישנות, ברוב בתי הספר לא קיים שילוב של תחומי הדעת השונים לתחום אחד מדע וטכנולוגיה, כמעט ולא קיימת עבודת צוות בין המורים ושיטות ההוראה בכיתות ברוב המקרים הן השיטות המסורתיות.

למצב הזה סיבות רבות ביניהן הכשרה לא מספקת של המורים והעדר ספרי לימוד חדשים בשפה הערבית. חיפשנו דרך אינטנסיבית, מעניינת ומעשית להחדיר את רוח הסילבוס ובחרנו את שיטת הלימוד של "למידה באמצעות פרויקטים במדע וטכנולוגיה".

התהליך

על מנת להדגיש את השילוב בין מיומנויות והתכנים ערכנו למורים הכרות מעמיקה עם יחידת הלימוד "כוכב הלכת הכחול" (בן צבי – אסרף, אוריון, 1999) העוסקת במחזור המים במערכות כדור הארץ. למורים הוסבר שהפרויקטים שיהיה עליהם להכין יהיו כולם קשורים לנושא המים. כמו כן, המורים

קבלו הסדנה של תקשורת מדעית-טכנולוגית (שרץ וספקטור-לוי, 1999). הסדנה של "למידה באמצעות פרוייקטים" כללה כ- 10 מפגשים לא רציפים שנמשכו מחודש דצמבר עד חודש יוני.

הסדנה התבססה על חוברת ההדרכה, למידה באמצעות פרוייקטים במדע וטכנולוגיה (בריינר, א. רוזנפלד, ש. פליק, א, 1999). מהלך ההכשרה כלל את השלבים הבאים: א. שאלת שאלות הקשורות ל"יריד תופעות" בנושא מים; ב. בחירת נושא ובחירת שאלה מובילה לפרוייקט; ג. מיפוי ידע אישי, איתור מקורות מידע, קריאה מדעית וזיקוק שאלת הפרוייקט; ד. תכנון דרך מחקר/פיתוח מתאימה (ניסוי, תצפית, סקר, בניית דגם או המצאה); ה. כתיבת הצעת מחקר/פיתוח; ו. הערכה של הצעות המחקר/פיתוח על ידי עמיתים; ז. ביצוע המחקר/פיתוח ותייעודו; ח. ניתוח הממצאים והסקת המסקנות; ט. כתיבת דו"ח מסכם; י. הצגת הפרוייקט בפוסטר מדעי, בעל פה ובפורטפוליו (תלקיט).

רוב הצוותים בחרו נושאים שיש להם היבט טכנולוגי שימושי ושיש להם קשר לחיי היום יום. רשימת הפרוייקטים מצביעה על כך:

1

נושא הפרוייקט	דרכי מחקר/פיתוח
1. ריכוך מים לשימוש ביתי	בניית דגם וביצוע ניסוי
2. מנגנון הפעולה של מכשיר לטיהור מי שתייה מהי הדרך הפיסיקלית לפיה פועלים מכשירים שונים?	בניית דגם וביצוע סקר
3. מערכות השקיה ממוחשבות שונות	עריכת סקר
4. תעלת הימים – היבטים כלכליים, חברתיים וסביבתיים	עבודה עיונית ובניית דגם
5. מתקני טיהור מים ביתיים ויעילותם	ביצוע סקר
6. מים מליחים ימתקו: השפעת ריכוזים שונים של מלחים על צמחים	הייתה ביצוע ניסוי
7. פעולתו ויעילותו של מתקן לטיהור מים ביתי	ביצוע ניסוי
8. איך פועלת מערכת השקיה ממוחשבת?	בניית דגם ועריכת סקר

בשני מועדים במהלך הסדנה המורים נתבקשו לכתוב דפי משוב (רפלקציה) על מהלך התקדמותם. אחד בתחילת חודש מרץ לאחר שכתבו הצעת מחקר והשני בחודש יוני, בסוף התהליך לקראת הצגת הפרוייקט. מתוך מעקב צמוד אחר המורים במהלך הסדנה ועיון בדפי המשוב אנחנו יכולים להצביע ולתאר כמה תהליכים מעניינים שהתרחשו במהלך הסדנה.

היבטים חברתיים ואפקטיביים

מתוך מעקב צמוד אחר פעילות המורים במהלך הסדנה ועיון בדפי המשוב אנחנו יכולים להצביע ולתאר מספר תהליכים מעניינים שהתרחשו אצל המורים, נציג כאן שניים מהם:

1. התהליך החברתי. המורים התארגנו בצוותים באופן חופשי להכנה ולכתיבה הפרוייקט. כמחצית מהצוותים היו מורכבים ממורים מאותו בית ספר והחצי השני היו צוותים מעורבים. היו מקרים של סכסוכים בין חברי הצוות שאנו כמנחים היינו צריכים להתערב ולהשקין שלום. כמה מהמורים עברו מצוות אחד לשני עד שמצאו את מקומם.

2. ההתפתחות האפקטיבית של המורים במהלך העבודה על הפרוייקט. במהלך הסדנאות המורים היו בדרך כלל שאננים ולא עמדו בלוח הזמנים שהכתבנו להם. היינו נאלצים לדרבן אותם וגם לעזור להם ולעודדם. באחד המפגשים בחודש מאי התפתח משבר בקבוצה. רוב המורים היו מתוחים, הייתה להם תחושה שהם לא יוכלו לעמוד במשימה. הם הודיעו לנו שהם לא מעוניינים להציג את הפרוייקטים, מספיק שהם יגישו אותם בכתב ושרק אנחנו נראה אותם. הם אינם מעוניינים להזמין אורחים מבחוץ ליום הכנס ובמיוחד לא את המפקחים. התגובה שלנו הייתה חד משמעית וברורה, הכנס יתקיים ועל המורים יהיה להציג בפני החברים והאורחים את עבודתם. מרגע זה הצוותים נכנסו לעבודה אינטנסיבית ורצופה. על פי התיאורים שלהם הם עבדו ימים ולילות כדי לעמוד במשימה. רק צוות אחד מתוך שמונת הצוותים לא עמד בכך ולא הכין את הפרוייקט לכנס.

משוב מהמורים

בחרנו להביא כאן כמה מהמשובים המתארים את התחושות באמצע התהליך ובסופו. המשובים מובאים כפי שנכתבו על ידי המורים עצמם.

להלן דף משוב שנכתבו בתאריך 1/3/00 על ידי מורה מהצוות של "מיים קשיים".

מה עשיתי?

אספתי חומר תיאורטי מהאינטרנט והתייעצתי עם מומחה. חיפשתי חומרים כימיים שבעזרתם יספגו יוני Ca ויוני Mg. ישבתי עם הצוות והתייעצנו. חשבתי על המתקן שנבנה וידעתי איזה בעיות יהיו. אני חושבת על פתרון, השגתי מספר טלפון של חברה שיש לה קשר לנושא שלי.

כיצד אני מרגיש?

אני מרגישה טוב, אבל יש לי רעיון אחר לשינוי כיוון הפרוייקט.

מה הקשיים? מה האפשרויות לפתרון?

הקשיים בבניית המתקן שיעמוד בלחץ.

מה עלי לעשות? מי יכול לעזור לי?

עלי ללמוד טוב את הנושא ולהתייעץ עם מומחים.

ענה נביא שלושה דיווחים: משוב אחד ושני דברי סיכום שנכתבו על ידי אותם מורים ב – 17/6/00 כמה ימים לפני הצגת הפרוייקטים.

1. משוב לקראת שלב הסיום

מה עשיתי?

הגענו לשלב הסיום, עשינו את הפוסטר ותכננו את ההצגה. נותרו כמה דפים בדו"ח המסכם שחסרים.

כיצד אני מרגיש?

הכי הכי... (כל מיני הרגשות של עייפות, תקווה להצלחה בהרצאה ובפוסטר שיענה על הדרוש ושיהיה לעניין).

מה הקשיים? מה האפשרויות לפתרון?

עכשיו לא נותרו קשיים, נותר שלב ההצגה

מה עלי לעשות? מי יכול לעזור לי?

אלוהים יעזור לנו. עידוד מהצוות, מהמנחים ומשאר מגישי הפרוייקטים בקורס.

2. דברי סיכום: מיים קשים

הפרוייקט שלנו נולד כאשר הגדירו לנו את הנושא הכללי והוא נושא "המים". מתוך מחשבה העדפנו לבחור בבעיה שנוגעת לנו באופן אישי ולחשוב איך לפתור אותה. הבעיה הייתה הצטברות האבנית במכשירים הביתיים שלנו כמו מכונת הכביסה ומדיח הכלים. בעזרת המורים שלנו ובעזרת עצמנו התחלנו לאסוף מידע ולשאול מה גרם לאבנית להצטבר במכשירים החשמליים? עד שהגענו לנקודה שהמים בישראל הם מים קשים. ומאש התחלנו ללמוד את הנושא מים קשים ומה גורם לקשיות המים. אבל לא הסתפקנו בזה אלא שאלנו את השאלה: האם באמת אפשר לבנות מכשיר שמאפשר הפיכת המים הקשים למים רכים וכך לאפשר הארכת אורך החיים של המכשירים האלה. בסופו של דבר מצאנו פתרון פשוט וזול שמאפשר את זה, פתרון המבוסס על ידע בכימיה. נכון שהיו לנו הרבה קשיים בדרך אבל ניסינו להתגבר עליהם. אנו מרגישים שאפשר לפתח את הנושא באופן מאוד רציני וליצור מתקנים שכל אזרח יכול להשתמש בהם).

3. דברי סיכום: מערכת השקיה ממוחשבת

כשהחלטנו לערוך מחקר לגבי מערכת השקיה ממוחשבת, חשבנו לנו כי לנושא "ממוחשב" זה, יימצאו המון מחקרים והסברים ואפילו אתרים באינטרנט, אך אין הדבר כך. החברות המייצרות מערכות השקיה ממוחשבות כאלה מוכנות להסביר למה הם מיועדים, איך מפעילים וכמה עולים, אך אין הם מסבירים על פי איזה רעיון הן עובדות, ואין הם מספקים חומר כתוב לגבי אותן מערכות. כאמור, היו לנו קצת מקורות מידע שאספנו ופירקנו מערכת (ברז) והבנו במה מדובר ואז ניגשנו לעבודה. עיקר העבודה הייתה במחשב. חיפשנו בקר (In/Out I/O) מיוחד, שדרכו נוצי "הוראות" למערכת, חיברנו תוכנה ב- Visual Basic, שתפעיל את המערכת לפי התכנות. הייתה לנו בעיה חשמלית בכך שהמחשב מוציא מתח של 5V וזרם חלש של 0.5 ma והיה צורך בהגברת האות החשמלית היוצאת מהמחשב על ידי בניית לוח בקרה עם דרגת הגברה ומערכת מגעים (Relay) ובסוף התגברנו על הבעיה, וכשסיימנו לבנות את התוכנית, חיברנו הכל ו... הפעלנו את התוכנה וראו איזה פלא, שום דבר לא עבד, בדקנו שוב ושוב עד שמצאנו את הבעיה, תקנו והפעלנו והנה הכל עובד כמו שעון שוויצרי טוב. אחר כך התחלנו לעבוד על העבודה הכתובה, אספנו חומר ישבנו עם מומחים, ביקרנו במפעלים, ביקרנו בשדות חקלאיים, חילקנו שאלונים... עבדנו גם על הפוסטר המדעי, שאף הוא גזל ממנו זמן ומאמץ עד שהגענו לסוף מטרתנו והמחקר הסתיים בהצלחה. ולבסוף עבדנו על נושא הצגת המחקר והחלטנו להציג דרך הדגמת המערכת בזמן אמת, על ידי חיבור המערכת למחשב ולממטרות, ולהפעיל את המערכת דרך המחשב, ואחר כך דרך מצגת בפני המליאה.

למען האמת, השקענו המון זמן ואומץ במחקר זה, אף על פי שלא הראינו בקורס שאנחנו עובדים, אך כמעט נפגשנו יומם ולילה, נסענו הרבה עד שהגענו לאן שהגענו וזה היה מאוד שווה. תקוותנו היא

שמחקרנו הקטן הזה יועיל להרבה אנשים בכך שיפקח את עיניהם לנושא החסכון במים ובדשן כאשר ירכשו מערכת ממוחשבת."

סיום התהליך

הכנס היה ברוב עם, הגיעו אליו מנהלי בתי הספר, המפקחים, ראש העיר ופקידים בכירים בעירייה. באולם הכניסה של אשכול הפיס בטירה הוצגו הפוסטרים ובאולם הכינוסים הציגו הצוותים השונים את עבודותיהם. כל צוות הוגבל להרצאה של 20 דקות בלבד.

הצגת הפרוייקטים הייתה מרשימה, המורים הציגו את עבודותיהם בדרך מעניינת, באופן ברור תוך הצגת ידע ושליטה בחומר. הם זכו לעידוד רב ולשבחים מהקהל ומחבריהם בקורס. הייתה למורים בסוף הכנס תחושה של סיפוק וגאווה שהביעו אותה לפנינו.

סוף דבר

בשנת הלימודים תשס"א המורים שהשתלמו בסדנה אמורים להטמיע את השיטה של "למידה באמצעות פרוייקטים במדע וטכנולוגיה" בכיתותיהם. המורים יקבלו תמיכה וליווי על ידי שני מורי מורים שידריכו אותם בבתי הספר וילוו את עבודתם עם התלמידים.

אנו מאמינים שהתנסות האינטנסיבית והתהליכים שהמורים עברו בסדנה יחד עם התמיכה שהם יקבלו במהלך שנת הלימודים יביאו להטמעה מוצלחת של דרך ההוראה על פי השיטה של "למידה באמצעות פרוייקטים במדע וטכנולוגיה" ויהוו צעד חשוב בשינוי תרבות ההוראה והלמידה בבתי הספר.

רשימה ביבליוגרפית

בריינר, א. רוזנפלד, ש. פליק, א. (1999), *למידה באמצעות פרוייקטים במדע וטכנולוגיה*, מהדורת עיצוב, המחלקה להוראת המדעים, מכון וייצמן למדע, רחובות.

בן צבי אסרף, א. אוריון, נ. בן מנחם, ע. ירדן, ע. (1999), *כוכב הלכת הכחול*, מחזור המים – במערכות כדור הארץ, מהדורת ניסוי, המחלקה להוראת המדעים, מכון וייצמן למדע, רחובות.

שרץ, ז. וספקטור-לוי, א. (1999). *תקשורת מדעית-טכנולוגית*. המחלקה להוראת המדעים, מכון וייצמן למדע, רחובות.

Rosenfeld, S. , Scherz, Z. , Orion, N. & Eylon B. (1997). "An Evolving Model for Long Term Teacher Development". In: Vosniadu, S. et al. Conference Proceedings for the 6th European Conference for Research on Learning and Instruction. University of Athens, Greece.

Rosenfeld, S. and Ben-Hur, Y. (2001). "Project-Based Learning (PBL) in Science and Technology: A Case Study of Professional Development." In Valanides, N. (ed), Science and Technology Education: Preparing Future Citizens. Proceedings of the 1st IOSTE Symposium in Southern Europe. Paralimni, Cyprus.