

לאן פנינו בתחום הוראת המדע והטכנולוגיה בבתי הספר היסודיים ובחטיבות הביניים

אביבה בריינר¹

נראה כי תהליכי ההוראה-למידה בעשור השני של המאה ה-21 בחטיבות הביניים ובבתי הספר היסודיים ימשיכו בדרך אבולוציונית ולא בדרך של מהפכות, במטרה לחזק כיוונים מוכרים בלמידה. למידה כזו צורכת זמן, סביבה לימודית מתאימה והכשרות מורים. מתפקידנו כקובעי מדיניות לתת למורה כלים להתמודד עם פדגוגיה חדשנית באמצעות ריווח תוכניות הלימודים, שדרוג המעבדות בצידוד חדיש, בניית מרחבי למידה רב-תכליתיים ובעיקר הכשרת מורים באמצעות הרחבות הסמכה וכל זאת כדי להשלים את המהפכה הבלתי גמורה של דיואי בחשיבה של תחילת המאה ה-20 ובאמצעים של המאה ה-21.

זו הזדמנות לשאול את עצמנו לאן פנינו?

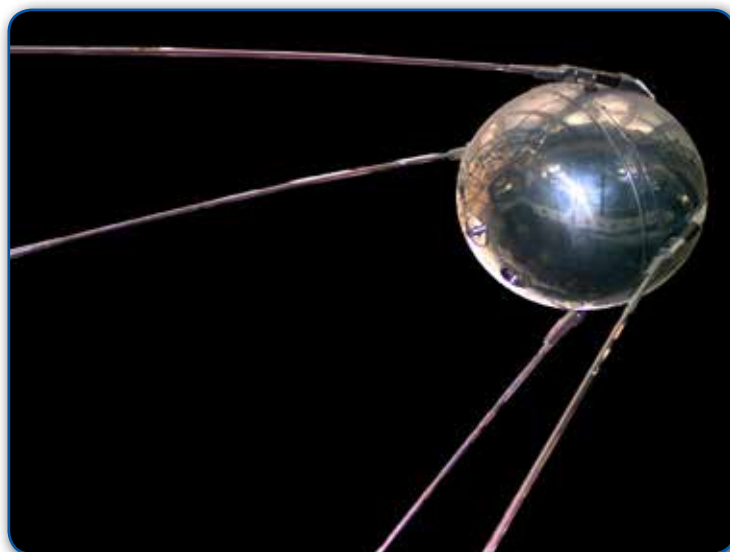
אנחנו נמצאים היום בתקופה החמישית שהיא המשכה של התקופה הרביעית המדגישה את גישת ה-S.T.S. שניתן להסתכל עליה כרפורמה הבלתי גמורה או זו שנפחה את נשמתה כדבריו של פרופ' ניר אוריון (ראו שם).

ספוטניק 1 - שוגר ב-4 באוקטובר 1957 והיה הלווין המלאכותי הראשון בחלל. היכולת המוכחת של ברית המועצות על פני ארה"ב לשליחת ספוטניק 1 (תמונה 1) - לווין ראשון בתולדות האנושות - לחלל גרמה זעזוע עמוק בארה"ב ובין היתר הייתה הגורם המוטיבציוני לכתיבת תוכנית לימודים חדשה. אחד המאפיינים המרכזיים של תוכנית הלימודים בתקופה זו הוא ביצוע התנסויות במעבדה. אולם ביצוע ניסויים במעבדה אינו מייצג גישה חדשה בהוראת התחום. כבר ב-1770 כתב פריסטלי: "מן הראוי שילדים יורגלו לניסויים ויעסקו בתיאוריה ובמעשה של החקירה כבר בגיל צעיר. בעשותם כך עשויים הם לרכוש את הידע הדרוש להתקדמות בדרכים מקוריות משלהם." (המעבדה בהוראת המדעים, ח.ת.) פריסטלי עצמו ניהל ב"ס באנגליה, והטרידה אותו התופעה שלפיה הנרות שבהם השתמשו לתאורה בערבי החורף הארוכים כבו מדי פעם, והאוויר הפך דחוס. מכאן הגה את הניסוי

ראש ממשלתה הראשון של מדינת ישראל, דוד בן גוריון, הבין את חשיבותם המכרעת של מדע וטכנולוגיה לבניית עם ומדינה. בישיבתה השביעית של הכנסת הראשונה ב-1949 הציג את קווי היסוד של הממשלה הראשונה, ומנה שלושה מרכיבים עיקריים שיאפשרו להתגבר על הקשיים האדירים בהקמת המדינה: עזרת העם היהודי בתפוצות; כוח החלוציות היוצרת הפועמת בלב הנוער בארץ ובגולה; ו... "הדבר השלישי שיחולל את הפלא זהו כוח המדע והטכניקה שנצמיד לעבודתנו. בדורנו אנו, מתחוללת אולי המהפכה הגדולה בחיי אנוש עלי אדמות, מהפכת שלטון האדם על הכוחות האיתנים הטמירים בטבע, בכוח האטום ובכיבוש האוויר והמרחב וצפונות היקום. אין אנו יכולים להשתוות להרבה עמים בכוח, בעושר, במספר ובחומר. אך אין אנו נופלים מאיזה עם שהוא ביכולתנו האינטלקטואלית והמוסרית." (אסטרטגית-על למדינת ישראל עיונים וכיוונים, 2017).

גיליון חגיגי זה של קריאת ביניים עוסק בהתפתחות הוראת המדע והטכנולוגיה במדינת ישראל במהלך 70 השנים מאז הקמת המדינה. הגיליון כולל שלושה מאמרים הסוקרים את התפתחות המקצוע "מדע וטכנולוגיה" בישראל ובתמורות שעבר תחום זה במהלך השנים. (ראו מאמרם של [הופשטיין ודריפוס](#), [אוריון](#) וכן של [ארנברג וכן עטר](#) בגיליון זה).

1 ד"ר אביבה בריינר, מפמ"ר מדע וטכנולוגיה, המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך



תמונה 1: ספוטניק, הלויין הראשון בחלל. מתוך [ויקיפדיה](#)

למעשה, במהלך 70 שנות התהפוכות בחינוך המדעי-טכנולוגי בישראל שמוזכרות בגיליון זה, ניסו חוקרי הוראת המדעים וקובעי המדיניות להתחקות אחר האופן שבו נעשים הגילויים המדעיים והפיתוחים הטכנולוגיים במטרה לפשט ולתרגם פרקטיקות אלה לשפת ביה"ס ולעשייה החינוכית בתחום ביה"ס. פיתוח "השיטה המדעית" נועדה לפשט תהליכים מורכבים לפרקטיקה יעילה שעברה התאמה לתרבות ביה"ס. ל"חקר המדעי" כמו גם ל"פתרון בעיות" מקום מרכזי בהתפתחות זו.

ברור היום שאין גישה אחת לחקר מדעי. "השיטה המדעית" שכולנו מכירים המכילה את המיומנויות הבסיסיות ומחקה באופן ליניארי חלק מפעילות מדעית הנהוגה במעבדות המחקר, מהווה רק חלק מתוך הפעולות שעושה מדען/חוקר/מפתח (שיטה מדעית אחת, האמנם?, ח.ת.).

אכן, הייתה מהפכה בהוראת המדעים. אם בעבר הושם דגש על ידע, הרי תוכנית הלימודים המופעלת בהווה מדגישה את החיבור לעולם הילד אגב שילוב של מיומנויות חשיבה ועשייה וידע תוכני כתנאי הכרחי ללמידה משמעותית. הסיבה לכך היא כי תלמידים צריכים להבנות ידע באופן פעיל, כדי שיוכלו להבין ולהשתמש בידע זה כפי שמוסבר במסמך: [לקראת פיתוח תרבות חקרנית בביה"ס](#) (רוזנפלד, 2016).

של הנר תחת כיפת הזכוכית, העכבר שמת ולבסוף החשיבה פורצת הדרך שאם הנר והעכבר "מקלקלים" את האוויר, אז מי "מתקן" אותו? הנחת ענף ירוק מתחת לכיפת הזכוכית הביאה אותו לפתרון חלקי. בכל מקרה תפיסת כדור הארץ כמערכת סגורה - הייתה מהפכנית לתקופתו.

אם כך מה החידוש בפרקטיקום של ניסויי מעבדה שעליהם מדובר בתוכנית הלימודים של שנות ה-60 ואלו שלאחריהם לעומת זה של פריסטלי?

החידוש היה בגישה של מעבדה חוקרת בניגוד למעבדה מאשרת, ובביצוע ניסויים בפועל ע"י תלמידים ולא באמצעות הדגמה. למעשה, זו הייתה תחילתו של עידן חדש שבו ביה"ס מתחקה אחר עבודת המדען והמהנדס.

דיואי המליץ בתחילת המאה על למידה בדרך העשייה וההתנסות כאשר הילד במרכז. "באמצעות הניסיון מקבלת התיאוריה משמעות וחיוניות" (שורץ-פרנקו, 2012). הגישה של דיואי נלמדת כיום בכל ביה"ס לחינוך, ולמרות זאת גם 90 שנה מאוחר יותר, מרבית בתי הספר ממשיכים ללמד מדעים בשיטה הפרונטאלית, ורק מעטים מהתלמידים זוכים ללמוד בדרך הפליאה, הגילוי, ההתנסות וההתבוננות.



ממדינות אחרות, חקר בתחום אנרגיות חלופיות, בתים ומוסדות חינוך "ירוקים" ועוד. אל לנו לשכוח לבסס את הלמידה על ערכים המשלבים אחריות סביבתית וחברתית.

באשר לעמדות כלפי המקצוע מדע וטכנולוגיה הנשמעות בקרב הצעירים ולעיתים גם בקרב המבוגרים - 70 שנות מדינת ישראל הפכו מדינה צעירה חסרת משאבי טבע לאחת המדינות המתקדמות בפיתוחים טכנולוגיים. כל המהנדסים, הטכנאים, המדענים, המפתחים בתעשיות ההייטק וזוכי פרסי נובל ופרסים אחרים - הם כולם תוצרי מערכת החינוך הישראלית המתלבטת ומחפשת את דרכה זה 70 שנה ומהווים גאווה והשראה לכולנו.

ברצוני לשלוח ברכה ל"קריאת ביניים" שזה גיליון ה-30 במספר, על היותו עלון מורי מדע וטכנולוגיה, מגדלור איכותי ומכבד בגובה העיניים למורי חטיבות הביניים. יחד עם הכנס השנתי העלון מאיר נושאים עתידיים, בודק מניין באנו ולאן אנו הולכים ומלווה אותנו בכתבות ומאמרים.

תודה לעורכת ד"ר ארנה פליק ולמערכת כתב העת "קריאת ביניים".

רשימת ספרות

שוורץ-פרנקו א. (2012), המהפכה הבלתי גמורה, הד החינוך, 58-59.

מדע טכנולוגיה וחינוך (2017). [אסטרטגית-על למדינת ישראל: עיונים וכיוונים](#). מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית, 166. המעבדה בהוראת המדעים (ח.ת) [במוזה](#) רוזנפלד ש. (2016). [לקראת תרבות חקרנית בבית הספר](#). משרד החינוך, המזכירות הפדגוגית, אגף א' לפיתוח פדגוגי. שיטה מדעית אחת, האמנם? (ח.ת) [במוזה](#).

נראה כי תהליכי ההוראה-למידה בעשור השני של המאה ה-21 בחטיבות הביניים ובבתי הספר היסודיים ימשיכו בדרך אבולוציונית ולא בדרך של מהפכות, במטרה לחזק את הכיוונים הבאים:

- הוראת מדע וטכנולוגיה לכול בדרך של התנסות ולמידה פעילה, הכוללת שאלות, תצפיות, ביצוע ניסויים, איסוף מידע מתוך מאגרים של נתוני עתק (Big Data).
- עידוד הוראה דיסציפלינארית משולבת ברעיונות מרכזיים לקראת כיתה ט.
- למידה רלוונטית באמצעות הקשר בין הנלמד ובין ביטוי בעולם הסובב אותנו.
- שילוב תיכון הנדסי ככלי להבנת עקרונות מדעיים תוך כדי שימוש בגישת ה-make.
- מסלולי מציאות מדעית-טכנולוגית.
- פיתוח מקצועי של מורים בדגש על קהילות מקצועיות לומדות.

למידה בדרך זו צורכת זמן, סביבה לימודית מתאימה והכשרות מורים. מתפקידנו כקובעי מדיניות לתת למורה כלים להתמודד עם פדגוגיה

חדשנית באמצעות ריווח תוכניות הלימודים, שדרוג המעבדות בצידוד חדיש, בניית מרחבי למידה רב-תכליתיים ובעיקר הכשרת מורים באמצעות הרחבות הסמכה וכל זאת כדי להשלים את המהפכה הבלתי גמורה של דיואי בחשיבה של תחילת המאה ה-20 ובאמצעים של המאה ה-21. חשוב שלמידה זו תערב את קהילת המדענים, החוקרים והמהנדסים בתהליכי ההוראה-למידה המתקיימים בבתי הספר.

למידה כזו צריכה לשלב יציאה מגבולות הכיתה ומבית הספר אל הטבע, לסביבה האקדמית, למפעלי תעשייה, למוזיאונים מדע ועוד. תחומי דעת חדשים נפתחים בפני התלמידים כשהחלל לדוגמה מהווה מעבדה מרתקת - בתוכנית ספייסלאב בשיתוף משרד המדע וקרן רמון - לשפע של ניסויים חדשניים בתחום חקר ציפורים ולחקר סביבה שיתופי שנעשה בשיתוף עם תלמידים

מורים יקרים,

"אין אדם לומד תורה אלא כמקום שלבו חפץ" (עבודה זרה י"א).

ע"י המורים עצמם או ע"י צוות ההוראה כפי שנעשה, למשל, בפרויקט עדש"ה בהוראת המתמטיקה.

מודל נוסף וחדש יחסית בישראל הוא מודל קהילות מקצועיות לומדות (Learning Professional Communities). בהקשר זה פורחות ועולות ברחבי הארץ קהילות עירוניות, אזוריות וארציות של מורי מדע וטכנולוגיה. המורים משתפים במתרחש בכיתות, לומדים יחד נושאים שונים ומסייעים זה לזה באווירה ייחודית לכל קהילה.

בנוסף יוצא לדרך פרויקט ייחודי "אף בית ספר לא נשאר מאחור" בהנהגת מפמ"ר המקצוע ד"ר אביבה בריינר ובשיתוף פעולה בין הפיקוח על המדעים במחוזות ובין מרכז המורים הארצי. בפרויקט זה מוצעות לצוותי מדעים בבתי ספר שעות הטמעה בית-ספריות בנושאים שונים: משימות אורייניות מתוקשבות, שיפור הישגים, טיוב תהליכי חקר, שילוב ציוד מתקדם, כמו חיישנים בהוראת המעבדה, וכן הוראה דיפרנציאלית.

בנוסף מתקיימים מודלים ותיקים של השתלמויות מרוכזות, שגם בהן מושם דגש על קישור לשדה ההוראה. בימים אלה התקיימו תוכניות פיתוח מקצועי למורים מובילים במחוזות דרום, תל-אביב, ירושלים ומנח"י בדגש על אנרגיות חלופיות. סדנאות אלה כללו סיור מרתק בערבה ולינת לילה בקטורה.

אני תקווה כי מורים יגיעו למסגרות השונות המוצעות להם בתחום הפיתוח המקצועי של תחום ההוראה מדע וטכנולוגיה ויעשו זאת בלב חפץ ומתוך אהבה והערכה לתחום הדעת המופלא שאנו חולקים.

בהערכה

ד"ר יעל שורץ

מקורות ספרות

כפיר, ד. אבדור, ש. ריינגולד, ה. (2006) הכשרה ראשונית ופיתוח מקצועי של מורים – תהליך רצוף ומתמשך. דו"ח מס' 1. בהוצאת מכון מופ"ת

Scherz, Z., Bialer, L. and Eylon, BS. (2011) [Towards accomplished practice in learning skills for science \(LSS\): the synergy between design and evaluation methodology in a reflective CPD programme](#). Research in Science & Technological Education 29:1, pages 49-69.

רבות מדובר במערכת החינוך על חשיבות המוטיבציה בתהליך הלמידה של התלמידים. אתייחס לנושא זה מתוך התבוננות בתהליכי למידה והתפתחות מקצועית של מורים בפועל (להבדיל מההכשרה המתבצעת במכללות להכשרת מורים ובמחלקות לחינוך באוניברסיטאות), שהרי מרכז המורים הארצי אמון על תחום זה.

"הוראה איננה מיומנות או יכולת שניתן לרכוש בשלמות במוסד להכשרה לפני השירות, אלא מהווה מכלול של ידע, כישורים, מיומנויות, ניסיון, עמדות ותפיסות בהוראה הנרכשים בעיקר תוך כדי עבודה אחרי ההכשרה הראשונית. יכולות אלה מתפתחות ומשתפרות לאורך השנים בתהליכי עיבוד והסקת מסקנות מודעים ובלתי מודעים ברמת הפרט וברמות מערכתיות, עיוניות ומחקריות" (כפיר, אבדור וריינגולד, 2006). באופן מסורתי החלה הכשרת מורי המדעים בישראל במתכונת של השתלמויות - בדפוס זה נאספים מורים מבתי ספר שונים למקום אחד, לומדים ומשתלמים יחד ומתפזרים בתום ההשתלמות. מחקרים רבים הראו כי קיים קושי למורים ליישם את מה שלמדו בהשתלמויות כאלה.

בעקבות המלצות ועדת הררי (מחר 98) - אוחדו מקצועות המדע והטכנולוגיה למקצוע אינטרדיסציפלינרי ברמת חטיבת הביניים. מהלך זה לווה בפיתוח מודל להכשרת מורים מסיבית וארוכת טווח. המונח CPD - (continuous professional development) - מתאר הכשרה מתמשכת לאורך שנה ויותר. במקביל התפתחה ההבנה כי קיימים מספר גורמים המאפשרים תהליכי למידה אצל מורים, כשהמרכזי שבהם הוא שהלמידה צריכה להיות מעוגנת בפרקטיקה היומיומית בכיתות הלימוד שלהם.

באחד המודלים שפותחו הביאו המורים להשתלמות עדויות לאירועי למידה והוראה, קשיי תלמידים, דרכי התמודדות ותוצרי למידה. עדויות אלו היו בסיס לדיון וללמידה משותפת במפגשי ההשתלמות (Scherz, Bialer, Eylon 2011). הניסיון לעגן את הכשרת המורים בפרקטיקה הביא לפיתוחם של מודלים נוספים, ביניהם מחקר פעולה (Action Research), שבו המורים מבצעים מיני מחקר דיאגנוסטי בכיתתם ומשתמשים בממצאים לתכנון פעולות הוראה, למידה והערכה עתידיות, צילום שיעורים בווידיאו וניתוחם