

למידה בדרך החקר: אתגר מתמשך (עורכת)

הוצאת ספרים ע"ש י"ל מאגנס, האוניברסיטה העברית, ירושלים (2006)

מאמר סקירה מאת יוסי נוסבוי



התרחשותה של למידה בדרך החקר בעידודה של הוראה בדרך החקר¹ מוצגת מאז ראשיתה של הרפורמה בתכניות הלימודים בארה"ב, בשנות ה-60 הראשונות, כאחת ממטרותיה החשובות של הוראת המדעים. גישת ההוראה "בדרך הגילוי" או "בדרך החקר" הוכנסה בשנות ה-60 כמעט לכל תכניות הלימודים שפותחו אז בארה"ב. מאז שהוכנס שינוי זה, נכתבו עשרות מאמרים ופרקים בנושא, ולפחות שני ספרים (באנגלית) הוקדשו לדיון בהוראה/למידה בדרך החקר/הגילוי². באביב שנת תשס"ז הופיע בסקירה זו הספר "למידה בדרך החקר: אתגר מתמשך". ספר זה הוא הראשון שכתוב בעברית ומתייחס כולו לניסיונות שעשו חוקרים ממוסדות אקדמיים שונים בישראל כדי ליישם את "ההוראה והלמידה בדרך החקר" במגוון מקצועות לימוד. מבחינה זו ראוי הספר להתקבל בברכה בקרב מורים, סטודנטים לחינוך וסטודנטים בהכשרה להוראה. לברכה זו יצטרפו ודאי אף חוקרים הרוצים לדעת מה קורה בפעילות הפיתוח והמחקר של עמיתיהם בארצנו הקטנטונת.

סקירת תוכן הספר

הספר מחולק לשלושה חלקים: החלק הראשון מוקדש לביור מושגי ולהצגת הבעייתיות של ההוראה בדרך החקר. הפרקים השונים בחלקים השני והשלישי עוסקים בדיווחים על פיתוח יחידות שונות ללימוד

פרופ' יוסי נוסבוי, מכללה ירושלים.

מאמר סקירה זה הופיע בכתב העת "דפים" בגיליון 45 (תשס"ח) בהוצאת מכון מופ"ת, ותודתנו נתונה למערכת "דפים" על הרשות לפרסמו כאן. גירסה זו כוללת מספר הרחבות והתאמות.

בדרך החקר במקצועות: ביולוגיה, כימיה, פיזיקה ומתמטיקה, ובהערכת הישגי הלומדים בדרך זו. בסקירה שלהלן אתייחס בעיקר לחלק הראשון העוסק במהויות ואעיר בקצרה על הפרקים המציגים פיתוח ומחקר בנושאים ספציפיים.

הפרק הראשון, הכתוב על ידי פרופ' פנחס תמיר, מציג פתיחה טובה מאוד לספר כולו. הפרק נותן סקירה היסטורית של רעיון ההוראה בדרך החקר כפי



של התכנית. נראה מפרקי הספר השונים, כי גם שאר הכותבים מצדדים בגישה המשלבת. מהי דרך ההוראה שתתגבר על הקשיים של התלמידים? כאן זהר מציעה, בדומה לשיטות המומלצות לטיפול בתפיסות שגויות, לעודד את התלמידים לחשוף את דרכי חשיבתם ולהביא לידי ערעור האמונה ביעילותן של דרכים אלה וביכולתן להסביר עובדות ותופעות. בעקבות ערעור זה יש ליצור דיסוננס קוגניטיבי שיוביל להבניה מודרכת של אסטרטגיות חשיבה חלופיות מתאימות יותר.

בפרק השלישי מובא ריאיון עם פרופ' מנחם פיש. כאשר מדברים על "הוראה בדרך החקר", מי המומחה המתאים ביותר לקביעת אפיוניו של החקר המדעי, אם לא פילוסוף של המדע – או כל איש מדע בעל הסתכלות פילוסופית. אני מצאתי שהריאיון הזה מעניין במיוחד.

פיש עושה אבחנה ברורה בין החקר על פי התפישה האמפיריציסטית⁴ לזו של הפילוסופיה החדשה החדשה שאליה הוביל הפילוסוף של המדע קרל פופר⁵. הקו המרכזי בדבריו של פיש, (בעקבות פופר ואחרים), הוא שלא תיתכן פעילות חקר אמיתית שאינה יוצאת מקונספציה קיימת. נקודה זו מודגשת מאוד גם על ידי שוואב. לפי דבריו, היכולת להציע השערה פורייה במסגרת מחקרית תלויה בידע הקודם של החוקר וגם בכושר הדמיון והיצירתיות שלו⁶. לדאבוני, המשמעות של תלות זו כמעט ולא באה לידי דיון בפרקי הספר השונים, וזהו חסרון שיש להצטער עליו. אכן, מורים רבים מזמינים את התלמידים לשער השערות, אך מנחים שלב זה באופן טכני ופורמלי בלבד, בלי לזכור כי יש לפעול במכוון כדי לעודד את המעורבות הקונספטואלית ואת היצירתיות של התלמידים בתהליך העלאת ההשערות.

פיש מסכים עם דפוס השלבים של החקר – הכולל שאלה, השערת מחקר, העמדת ניסוי וכו' – אלא שהוא

שהוצג על ידי ג'וזף שוואב³ בארה"ב, לפני כארבעים וחמש שנים, וכפי שיושם בדרך ייחודית על ידי קבוצת הביולוגיה בישראל במשך קרוב לארבעים שנה. הפרק נותן מבוא תאורטי תמציתי ומעמיק כאחד לרעיון החקר בהוראה. שוואב הוא עדיין הבולט מבין הכותבים הרבים בנושא החקר ביכולתו להצביע, עוד בראשית הדרך, על מורכבותם של ההיבטים הפילוסופיים והפרקטיים גם יחד. תמיר הולך בעקבותיו, ומתאר את הדרכים השונות לעיסוק בדרך החקר בכיתה. כמו כן הוא מציג בכנות ובמקצועיות את הבעייתיות בניהול מחקר חינוכי בתחום. פרק זה ראוי שייקרא על ידי סטודנטים ומורים משתלמים, בנוסף לקריאת מאמר חשוב אחר של תמיר ושולמן (1973), שהתפרסם בשנות הייסוס הראשונות של ההוראה בדרך החקר בישראל.

בפרק ב' פרופ' ענת זהר מעמידה אותנו על הקשיים הקוגניטיביים שמתגלים בקרב תלמידים, כאשר הללו מתבקשים להפעיל מיומנויות חשיבה של חקר מדעי. היא מדווחת על בסיס מחקרים שונים, כי גם אחרי הוראה מכוונת בדרך החקר, נמצא כי תלמידים רבים משננים הגדרות של מיומנויות חשיבה אך מתקשים ביישומן, במיוחד כאשר נדרשת העברה. הם מציעים השערות שאינן רלוונטיות, אינם יודעים לבודד משתנים, אינם מבחינים בין תאוריה לראיות ובין רעיונות לניסויים. נמצא כי תלמידים רבים מתקשים בזיהוי דמיון בין בעיות ועוד. בהתבססה על ממצאים מחקריים מדווחת העורכת במבוא, כי גם מורים רבים אינם מבינים לעומק את תהליכי החקר (וזוהו גורם רב משקל, שאסור להתעלם ממנו, י"נ).

זהר תומכת בהוראה בדרך החקר, המשלבת למידת מיומנויות חשיבה של חקר מדעי בלימוד התכנים המדעיים המחויבים על פי הסילבוס. הגישה המשלבת מנוגדת לגישה המפרידה שמלמדת את מיומנויות החקר ללא זיקה ללימוד התכנים המדעיים



מציג תיאור של המיומנויות הייחודיות הדרושות לחקר בסביבה מתקשבת ומנתח אותן.

בהנחה שספר זה מיועד גם לסטודנטים להוראה ולתלמידי מחקר בהוראת המדעים, אחת מתרומותיו החשובות היא בהפניה לספרות מחקרית מעניינת המופיעה בכל פרק.

מספר הערות והרהורים נוספים בעקבות הקריאה

במבוא לספר מצטטת פרופ' זהר מסמך שהגישו גורדון ועמיתים (2003) למדען הראשי של משרד החינוך, הקורא למשרד החינוך "להיכנס לתהליך של דיון ובירור מושגי של נושא החקר, ... וכי (בירור זה) הוא תנאי מקדים לשיפור מערך ההנחיה וההוראה". בהכנת הספר שלפנינו יש משום היענות לקריאתו של המסמך הנ"ל. אכן, הפרק של תמיר תורם לבירור מושגי כזה, ובכל זאת אני מוצא שהיה מקום לבירורים מושגיים נוספים. ההערות שבהמשך מרמזות לכמה כיוונים מושגיים-תאורטיים שראוי היה להקדיש מקום רחב יותר בפרקים השונים לדיון בהם ולהגדרתם.

כבר בעמוד הראשון לספרה מציינת זהר כי "במסגרות חינוך רבות הפך המונח 'חקר' למוטג, המסמן את העובדה שאנו צועדים עם הזמן ומתעדכנים בשיטות הוראה מתקדמות". כדאי לשים לב כי "אנו צועדים עם הזמן" כבר ארבעים וחמש שנים, ועדיין מימוש האתגר מאתנו והלאה (עובדה שיכולה בצדק לעורר תסכול). כמעט כל הכותבים בספר שלפנינו (תמיר ואחרים) – וכן כל הכותבים המרכזיים בספר של Shulman & Keislar ובספר של Minstrel & Van Zee – מציינים שעם כל המאמץ שהושקע כל השנים, אין בסיס מחקרי לטיעון שבקנה מידה מערכת הניבה ההוראה בדרך החקר הישגים טובים יותר ברכישת ידע ואף השיגה הבנה טובה של החקר עצמו. שוואב עצמו הציע להתייחס להוראה בדרך החקר כהיפותזה ולא כדרך שיעילותה כבר הוכחה.

מציע שינוי משמעותי, שלפיו השאלות שיישאלו יבטאו התלבטות של ממש לגבי בקיעים בתאוריה הקיימת במוחו של התלמיד. הוא כותב – "אם נבטיח שלימוד החקר יתרכז בשאלות רציניות ... המהוות בחינה של ממש של תמונת עולמו של התלמיד, נבטיח שהוא ילמד משהו חשוב על מדעיות ואף ישביח בתוך כך את ידיעותיו על העולם".⁷ בהמשך אומר פיש כי "חקירה מדעית היא עניין קהילתי. המדען זקוק לבני שיח מומחים שיבקרוהו". הוא מבהיר שכוונתו לשיח שבו יש תפקיד חשוב לשותף שהוא "איפכא מסתברא", דהיינו זולת המקשה על בן שיחו ואינו מרפה. בשיח ביקורתי כזה אנו מתייחסים אל הדעה הנוגדת את דעתנו בכובד ראש ולא רק בסובלנות (נימוסית או דמוקרטית שטחית).⁸ כמי שהתנסה שנים בעידוד תלמידים צעירים לתהות ולהתווכח אודות שאלות קונספטואליות מהותיות⁹ ונוכח ברווח העצום של דרך זו, אני מבליט ומדגיש את דבריו אלה של פיש.

מחמת קוצר היריעה לא אוכל, כאמור, לסקור את הפרקים המתארים פרויקטים ספציפיים. הפרקים מדווחים על פעילויות מחקר ופיתוח מעניינות מאוד ומכולם משתמע כי פיתוח מיומנויות חשיבה הוא משימה לא קלה. כולם תומכים בשילוב פעילויות החקר בלימוד התכנים המוכרים, בהבניה של פעילויות החקר ובפיתוח חומר כתוב מובנה לתמיכה ביעילות התהליך. מכל פרקי הספר עולה הקריאה לשפר את איכות הכשרת המורים בנושאים הנידונים בספר, וכדאי להצטרף לקריאה זו בקול גדול.

בלי להמעיט בתרומתם של שאר הפרויקטים, אציין את העניין שמצאתי בפרק האחרון בשל תוכנו החדש לגמרי לרובנו. פרק זה עוסק בנושא "הערך המוסף של האינטרנט ללמידת החקר". הפרק סוקר ומתאר בפירוט את המאפיינים של האינטרנט כסביבת חקר ומבליט את הערך המוסף שטמון בסביבה לימודית זו לעומת דרכי הוראת החקר הוותיקות. כמו כן הוא



מיומנויות חשיבה, יזנחו מורים את ההשקעה בפיתוח תפיסות ומושגי יסוד. "הגישה המשלבת" שהוזכרה לעיל, מדגישה את שילוב הקניית מיומנויות החקר בלמידת התכנים. ההערות האחרונות שנאמרו כאן ראויות לבדיקה ולדין במיוחד אם בונים את הגישה המשלבת על בסיס תפיסה תאורטית של השילוב הראוי ולא על בסיס תפיסה טכנית ושטחית.

ניתוח מעמיק של ההצלחה החלקית בהשגת מטרות ההוראה בדרך החקר, לאורך 45 שנה, עשוי להביא גם לגישה רגלית יותר כלפי האתגר הזה, ואולי אף להגדרה מחודשת של המטרות והיתרונות של ה"הוראה בדרך החקר" כמו גם לדירוג חשיבותן של מטרות אלה. הצגה מקוצרת, אך חשובה ומועילה, של מטרות כאלה מצאתי בפרק השביעי בספר, וכדאי לעיין בה. נראה לי שחבל שזיהוי ומיון המטרות ודירוג חשיבותן לא זכה למקום מרכזי יותר בספר שלפנינו.

בכמה מקומות בספר מוזכרת ההוראה הקונסטרוקטיביסטית (מותג א', י"נ) כזהה ל"הוראה בדרך החקר" (מותג ב', י"נ). לדוגמה, מובא הקטע בעמ' 168 (המצוטט מתוך סלומון 2000):

"לא כך גורסת התפיסה הקונסטרוקטיביסטית [...] למידה טובה אינה עניין של "רכישה" או "קליטה" אלא תהליך שבו הלומד פעיל באיסוף הידע ובארגונו, בעיבודו, בקישורו לידע הקודם, במתן פירושים לו ובהפיכת המידע לידע. בקיצור, מדובר בכך שהלומד בונה לעצמו את הידע. [...]".

אני מסכים כי הוראה בדרך החקר, כשהיא מבוצעת כראוי, היא קונסטרוקטיביסטית. אולם לא כל הוראה קונסטרוקטיביסטית היא הוראה בדרך החקר. תיתכן הרצאה (שנחשבת בטעות כניגוד של דרך החקר) המנוהלת בגישה קונסטרוקטיביסטית, שבמהלכה המרצה מעורר ללא הרף את שומעיו לבצע קישורים מנטליים באופן פעיל ומשמעותי. מצד אחר, ייתכנו

האם נובע מכך שיש לוותר בייאוש על "האתגר המתמשך"? אני מסכים כי לנוכח אי-הצלחה מתמשכת בהשגת מטרות שאנו בטוחים בהיותן ראשונות במעלה, אין לרפות ידיים ולחדול מלפעול לקראת הגשמתן¹⁰.

עם זאת, אי-הצלחה מתמשכת מחייבת ניתוח מעמיק של הסיבות האפשריות למצב זה. אני מציע כאן כהסבר אפשרי את התזה האומרת כי אחת הסיבות העיקריות לכישלון בהבנה של מושגים ושל פעולות הקשורים בתהליך החקר נעוצה בהיעדר תשתית מושגית מוקדמת ומתאימה אצל התלמידים. זכינו לכך שרוב המורים מודעים לתופעה של "תפיסות שגויות" ולצורך להתייחס אליהן בהוראה מתאימה. המורים מכירים גם את המושג "שינוי תפיסתי". אולם עדיין מורים רבים אינם יודעים כיצד לגרום ולעודד שינוי תפיסתי במהלך ההוראה. גם רוב ספרי הלימוד ו"המדריכים למורה" אינם באים לעזרת המורים בעניין זה. חשוב לזכור כי מציאת השיטות היעילות לפיתוח תשתית קונספטואלית ולהשגת שינוי תפיסתי במקום שבו הוא דרוש, היא אתגר מתמשך בפני עצמו. בתחום זה איננו עושים הרבה, אולי משום שעדיין מורים רבים, ואפילו חלק ניכר מכותבי הספרים, אינם מבחינים בין ידע אינפורמטיבי לתשתית מושגית, וסוברים בטעות שתשתית מושגית צומחת מעצמה יחד עם רכישת המידע האינפורמטיבי.¹¹

מערכת החינוך צריכה להשקיע¹² בפיתוח היכולת של מורים: (1) לזהות ולאפיין את התשתיות המושגיות (קונספטואליות) של הדיסציפלינה שאותה הם מלמדים, (2) לזהות ולאפיין את התפיסות הרלוונטיות של תלמידיהם ו- (3) לנהל אינטראקציה אינטלקטואלית יעילה בין התפיסות הללו. חשיבותה של מטרה זו אינה נופלת מזו של פיתוח יכולתם של מורים להקנות מיומנויות חקר, ולדעתי היא אף קודמת לה. קיימת סכנה שבעקבות שימת הדגש על פיתוח



הערות

1. ראוי מאוד לעשות הבחנה בין "למידה בדרך החקר" ל"הוראה בדרך החקר". ההגדרה הראשונה מתמקדת בתהליך המתרחש בקוגניציה של התלמידים, והשנייה מתמקדת בפעולות שבהן נוקטים המורים כדי לעורר ללמידה בדרך החקר וכדי לדאוג שהיא אכן תתרחש. משום מה בחרה העורכת לכותרת הספר בכינוי הראשון בלבד. מטעמי קיצור לא אשתמש בסקירתי בשני הכינויים, אלא פעם בכינוי זה ופעם באחר.
2. Minstrel & Van Zee, 2000; Shulman & Keislar, 1966. ניתן למצוא הפניות לספרים ומאמרים נוספים באינטרנט.
3. ג'וזף שוואב - (Schwab, 1962, 1963) פילוסוף של החינוך שבשנות ה-60 תרם רבות לרפורמה בהוראת המדעים בארה"ב. שוואב היה הפילוסוף שבנה משנה מסודרת לגישה של "הוראת המדע כחקר". הוא היה מעורב והשפיע במיוחד בבניית התכנית להוראת הביולוגיה בביה"ס התיכון - BSCS. צוות הביולוגיה הישראלי אימץ בראשית דרכו את תכנית הלימודים הזו, תרגם והשתמש בחומרי הלמידה שלה ואף שכלל את מרכיבי ההוראה ברוח שוואב.
4. לפי הגישה האמפיריציסטית, הגורם המרכזי בחקר המדעי הוא החריצות והדייקנות של החוקרים, האוספים את נתוני התצפית, ממיינים אותם באופן שיטתי-לוגי ומגיעים מהם להכללות ולחוקים. הם משתמשים גם בניסויים מבוקרים כחלק מהתהליך האידוקטיבי הרציף של גילוי המבנה והפעולה של המציאות החומרית האמתית.
5. לפי הגישה של פופר, בעיה אמיתית מופיעה במפגש עם אירוע או תופעה שאינם תואמים את התפיסה הקיימת אצל הצופים (חריגה). ההשערה המציעה הסבר שיפתור את החריגה מעוגנת תמיד בתפיסה של המציאות, שהיא רחבה יותר מהתופעה החריגה

פעילויות דמויות חקר וגילוי שבהן התלמידים עשויים להיראות פעילים, בעוד שמוחם אינו מעורב כלל בלמידה משמעותית. חשוב לזכור כי "למידה משמעותית" היא לב הגישה הקונסטרוקטיביסטית, וכי היא מתרחשת כאשר מוחו של התלמיד פעיל, גם אם אין הוא מפעיל את ידיו בניסוי מעבדה או פעיל בעיניו בחיפוש מקורות מידע באינטרנט, ואף אם אינו פותח את פיו בדיון. הצגת הזהות בין שני ה"מותגים" הנ"ל רק תורמת לערפול שפוגע ביכולת להתמקד במטרות ובתרומה הייחודית של ההוראה בדרך החקר.

בכמה מקומות (כגון בעמ' 168) מופיעה הקביעה ש"למידה בדרך החקר מביאה להבניית ידע". אני מאמץ את ההגדרה למונח "הבניית ידע" כתהליך שבסופו מוטמע בהכרתו של התלמיד ידע בנוי היטב באופן הייררכי, עם הבחנות בין כללי לפרטי, בין מהותי למקרי, בין עקרונות לדוגמאות וכו'. אני מסכים עם הכותבים בפרק השביעי, הטוענים כי לשם גילוי מושגים והבניית ידע יש שיטות שהן ללא ספק יעילות יותר מזו של למידה בדרך החקר, וכי ללמידה בדרך החקר יש מטרות חשובות אחרות (עמ' 192).

לסיכום, ספר על זה העוסק בלמידה והוראה בדרך החקר הנו חשוב ונדרש, ומכאן שיש לברך בפה מלא על הופעתו. "למידה בדרך החקר" ו"למידת המדע כחקר" ימשיכו להימנות עם המטרות המרכזיות של תחום הוראת המדעים. יש להמשיך ולהדגיש את חשיבות התנסותם של התלמידים בדרך החקר במידה ובמקומות המתאימים, ואת חשיבות פיתוח ההבנה של מאפייני החקר המדעי, יחד עם פיתוח המיומנויות הרלוונטיות. כל אלה צריכים להתלוות לפיתוח ההבנה של מהות המדע כתהליך של חקר מתמשך.



ביבליוגרפיה

יחיאלי, ת' ונוסבוים, י' (תשס"א - 2000, מבנה החומר: ריק וחלקיקים (ספר המורה), רחובות: פרויקט מטמון - המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

נוסבוים, י' (תשנ"ה). הוראת המודל החלקיקי של החומר בכיתה ג': ניתוח של האינטראקציות בכיתה ושל השינוי בתפיסותיהם של ילדים". דפים 20, 28-7.

סלומון, ג' (2000). טכנולוגיה וחינוך בעידן הטכנולוגי. חיפה ותל אביב: הוצאת אוניברסיטת חיפה וזמורה-ביתן.

פיש, מ' (תשנ"ד). לדעת חכמה: מדע, רציונליות ותלמוד תורה. מכון ון-ליר בירושלים והקיבוץ המאוחד.

תמיר, פ' ושולמן, ל' (1973). ההוראה בדרך החקר. מונוגרפיה מתורגמת מאנגלית. המרכז הישראלי להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית ירושלים.

Minstrell, J. and van Zee, E.H. (Eds.) (2000). Inquiring into Inquiry learning and teaching in Science. Washington, DC: AAAS Publications.

Schwab, J. J. (1962). The teaching of science as inquiry. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Schwab, J. J. (1963). The biology teachers' handbook. New York: Wiley.

Shulman, L.S. & Keislar, E.R. (Eds.) (1966). Learning by Discovery: A critical appraisal. Chicago: Rand & McNally.

הנידונה. הצעת ההשערה היא תמיד תהליך יצירתי שיש בו קפיצה מחשבתית, לא בהכרח לוגית ושיטתית. הניסוי המדעי בא לבדוק אם ההשערה היא בת-הפרכה או שהיא עדיין נראית תקפה.

6. זהר (עמ' 66) מדווחת כי תלמידים מתקשים בזיהוי הדמיון הלוגי בין תופעות בעייתיות שונות.

7. פרופ' פיש מתאר בפרקו שיעור חקר כזה העוסק בניסוי טוריצ'לי בבניית הברומטר ו"גילוי" הריק ולחץ האוויר. (ראו ראיון בגיליון זה עמ' 16)

8. לקריאה על הדמיון בין השיח הביקורתי-מדעי והשיח התלמודי ביהדות, מומלץ לעיין בספרו של פיש: לדעת חכמה (תשנ"ד).

9. נוסבוים (תשנ"ה), יחיאלי ונוסבוים, (תשס"א).

10. כך אנו נוקטים ביחס לכל האידאלים הגדולים שהאנושות דוגלת בהם זה אלפי שנים, בלי לראות בבירור שהתקרבו להגשמתם.

11. לדוגמה: תבנית חשיבה סטטיסטית אינה מתפתחת מעצם למידת כללי מנדל; חשיבה ניוטונית (התמדה ותנועות בקו ישר) אינה מתפתחת רק מהוראה ומתרגול של חוקי ניוטון; ראיית העולם הפיזיקלי כמרחב ריק ובו חלקיקים באינטראקציה, אינה מתפתחת מהצהרה שלפיה 'זה מה שמדענים יודעים היום, כי הם אפילו הצליחו "לצלם" חלקיקים'.

12. לדוגמה, בהשתלמויות מורים המרוכזות בימי הקיץ או באלה המפוזרות על פני השנה.