

ענת זוהר (עורכת). (2006). למידה בדרך החקר: אתגר מתמשך.

ירושלים: מאגנס.

יוסי נוסבוים

התרחשותה של **למידה בדרך החקר** בעידודה של **הוראה בדרך החקר** מוצגת, זה לפחות ארבעים וחמש שנים, כאחת ממטרותיה החשובות של הוראת המדעים. עשרות מאמרים ופרקים נכתבו בנושא, ולפחות שני ספרים (באנגלית) הוקדשו לדיון בהוראה/ למידה בדרך החקר/ הגילוי (Minstrel & Van Zee, 2000; Shulman & Keislar, 1966, ועוד). הספר שלפנינו הוא הראשון הכתוב בעברית ומתייחס כולו לניסיונות שעשו חוקרים ממוסדות אקדמיים שונים בישראל כדי ליישם את "ההוראה והלמידה בדרך החקר" במגוון מקצועות לימוד. מבחינה זו הספר ראוי להתקבל בכרכה בקרב סטודנטים לחינוך, מורים וסטודנטים להוראה. לכרכה זו יצטרפו ודאי אף חוקרים הרוצים לדעת מה קורה בפעילויות הפיתוח והמחקר של עמיתיהם בארצנו הקטנטונת (שזרימת המידע ביניהם נמצאת לרוב ביחס הפוך לקרבתם הגאוגרפית).

הספר מחולק לשלושה חלקים. החלק הראשון מוקדש לבירור מושגי ולהצגת הבעייתיות של ההוראה בדרך החקר. הפרקים השונים בחלקים השני והשלישי עוסקים בדיווחים על פיתוח יחידות שונות ללימוד בדרך החקר במקצועות: ביולוגיה, כימיה, פיזיקה ומתמטיקה, ובהערכת הישגי הלומדים בדרך זו. בסקירה שלהלן אתייחס בעיקר לחלק הראשון העוסק במהויות, ואצמצם בהערות על הפרקים המציגים פיתוח ומחקר בנושאים ספציפיים.

הפרק הראשון, שכתב **פנחס תמיר**, מציג פתיחה טובה מאוד לספר כולו. הפרק נותן סקירה היסטורית של רעיון ההוראה בדרך החקר, כפי שיישמה שוואב לפני כארבעים וחמש שנה (Schwab, 1962, 1963), וכפי שיישמה בדרך ייחודית קבוצת הביולוגיה בישראל במשך קרוב לארבעים שנה. הפרק נותן מבוא תאורטי תמציתי ומעמיק כאחד לרעיון החקר בהוראה. מכל הכותבים על החקר, שוואב עדיין בולט מעל האחרים ביכולתו להצביע, עוד בראשית הדרך, על כל המורכבות של ההיבטים הפילוסופיים והפרקטיים גם יחד. תמיר הולך בעקבותיו, והצגתו התמציתית אכן נוגעת בכל מגוון ההיבטים. הוא מציין 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 להוראה

1. ראוי להבחין בין "למידה בדרך החקר" ל"הוראה בדרך החקר"; הראשונה מתמקדת בתהליך המתרחש בקוגניציה של התלמיד, ואילו השנייה מתמקדת בפעולות שהמורה נוקט כדי לעורר ללמידה בדרך החקר ולתמוך בכך שהיא אכן תתרחש. משום מה העורכת בחרה לכותרת הספר בכינוי הראשון בלבד. בסקירתי אשתמש לחלופין בשני הכינויים רק מטעמי קיצור וצמצום.

ומורים משתלמים בנוסף למאמר חשוב אחר של תמיר ושולמן (1973), שהתפרסם בתחילת היישום של ההוראה בדרך החקר בישראל.

בפרק ב' **זוהר** מעמידה אותנו על הקשיים הקוגניטיביים שתלמידים מגלים, כאשר הם 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 כשנדרשת 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. כמבוא מדווחת העורכת על פי מחקר, כי גם המורים עצמם אינם מבינים לעומק את תהליכי החקר (וזוהו גורם רב משקל, שאין להתעלם ממנו, י"נ).

זוהר תומכת בהוראה בדרך החקר, המשלבת למידה של מיומנויות חשיבה של חקר מדעי בלימוד התכנים המדעיים המחויבים על פי הסילבוס. הגישה המשלבת נמצאת בניגוד לגישה המפרידה, שמלמדת מיומנויות חקר ללא זיקה ללימוד התכנים המדעיים של התכנית. נראה מפרקי הספר השונים, כי גם שאר הכותבים מצדדים בגישה המשלבת. מהי דרך ההוראה שתתגבר על הקשיים של התלמידים? כאן זוהר מציעה, בדומה לשיטות המומלצות בנוגע לטיפול בתפיסות שגויות, להביא את התלמידים לחשיפה של דרכי חשיבתם וליצירת תחושה של ערעור יעילותן והתאמתן להסברת עובדות ותופעות. בעקבות ערעור זה יש ליצור דיסוננס קוגניטיבי שיוכיל להבניה מודרכת של אסטרטגיות חשיבה חלופיות מתאימות יותר.

בפרק השלישי מובא ריאיון עם **פרופ' מנחם פיש**. כאשר מדברים על "הוראה בדרך החקר" אין מתאים יותר מלבקש את אפיוניו של החקר המדעי מפילוסוף של המדע (או לפחות מאיש מדע בעל הסתכלות פילוסופית). אני מצאתי את הריאיון הזה מעניין במיוחד. פיש עושה הבחנה ברורה בין החקר על פי התפיסה האמפיריציסטית לזו של הפילוסופיה החדשה שהוביל פופר. הקו המרכזי בדבריו של פיש (בעקבות פופר ואחרים) הוא שלא תיתכן פעילות חקר אמיתית, שאינה יוצאת מקונספציה קיימת (נקודה המודגשת גם אצל שוואב). לפי דבריו, היכולת להציע השערה פורייה במסגרת מחקרית תלויה בידע הקודם של החוקר וגם בכושר הדמיון והיצירתיות שלו.² לדאבוננו, המשמעות של תלות זו כמעט ולא באה לידי דיון בפרקי הספר השונים (חיסרון שיש להצטער עליו). אכן, מורים רבים מנחים את התלמידים לשער השערות באופן טכני ופורמלי בלבד, בלי לזכור כי יש לפעול במכוון כדי לעודד את המעורבות הקונספטואלית ואת היצירתיות של התלמיד בתהליך העלאת ההשערות.

פיש מסכים עם דפוס השלבים של החקר (שאלה, השערת מחקר, העמדת ניסוי וכו'), אלא שהוא מציע שינוי מהותי, כך שהשאלות שיישאלו יבטאו התלבטות של ממש בנוגע לבקיעים

2. זוהר (עמ' 66) מדווחת כי תלמידים מתקשים בזיהוי דמיון לוגי בין תופעות בעייתיות שונות.

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 ישכיח בתוך כך את ידיעותיו על העולם". בהמשך אומר פיש כי: "חקירה מדעית היא עניין קהילתי. המדען זקוק לבני שיח מומחים שיבקרוהו". הוא מבהיר שכוונתו לשיח שבו לשותף יש תפקיד חשוב בהיותו "איפכא מסתברא", דהיינו זולת המקשה על בן שיחו ואינו מרפה ממנו. בשיח ביקורתי כזה אנו מתייחסים אל הדעה הנוגדת את דעתנו בכובד ראש ולא רק בסובלנות (נימוסית או דמוקרטית שטחית).³ כמי שהתנסה שנים בעידוד תלמידים צעירים לתהות ולהתווכח על שאלות קונספטואליות מהותיות (יחיאלי ונוסכויס, תשס"א; נוסכויס, תשנ"ה) 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 בתחומים שונים. מכל הפרקים משתמע, כי פיתוח מיומנויות חשיבה הוא משימה לא קלה. כולם תומכים בשילוב פעילויות החקר בלימוד התכנים המוכרים. כולם תומכים בהבניה של פעילויות החקר ובפיתוח חומר כתוב מובנה לתמיכה ביעילות התהליך. בלי להמעייט בתרומתם של שאר הפרויקטים אציין את העניין שמצאתי בפרק האחרון, בשל תוכנו החדש לגמרי לרובנו. פרק זה עוסק ב"הערך המוסף של האינטרנט ללמידת החקר". הפרק סוקר ומתאר בפירוט את המאפיינים של האינטרנט כסביבת חקר, ומבליט את הערך המוסף שיש בסביבה לימודית זו לעומת דרכי החקר הוותיקות. כמו כן הוא מציג תיאור של המיומנויות הייחודיות הדרושות לחקר בסביבה מתקשבת, ומנתח אותן.

בהנחה שספר זה מיועד קודם כולל לסטודנטים להוראה ולתלמידי מחקר בהוראת המדעים, אחת מתרומותיו החשובות היא ההפניה לספרות מחקרית מעניינת המופיעה בכל פרק. להלן כמה הערות והרהורים נוספים בעקבות הקריאה. במבוא לספר מצטטת זוהר 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, שהיה ראוי להקדיש להם יתר דיון והגדרה בפרקים השונים.

כבר בעמוד הראשון לספר מציינת זוהר, כי "במסגרות חינוך רבות הפך המונח 'חקר' למותג, המסמן את העובדה שאנו צועדים עם הזמן ומתעדכנים בשיטות הוראה מתקדמות".

3. לקריאה על הדמיון בין השיח הביקורתי-מדעי לשיח התלמודי ביהדות, מומלץ לעיין בספרו של פיש: לדעת חכמה, תשנ"ד.

כדאי לשים לב כי "אנו צועדים עם הזמן" כבר ארבעים וחמש שנים, ועדיין מימוש האתגר מאתנו והלאה. כמעט כל הכותבים בספר שלפנינו, וכן כל הכותבים המרכזיים בספריהם של שולמן וקייסלר (Shulman & Keislar, 1966) ושל מינסטרל וואן זי (Minstrell & Van Zee, 2000), מציינים שעם כל המאמץ המחקרי שנוהל כל השנים, אין בסיס מחקרי לטיעון, שבקנה מידה מערכתית הניבחה הוראה 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.

האם נובע מכך שיש לוותר בייאוש על "האתגר המתמשך"? אני מסכים כי לנוכח אי הצלחה מתמשכת בהשגת מטרות שאנו בטוחים בהיותן ראשונות במעלה, לא צריך לרפות ידיים ולחדול מלפעול לקראתן.⁴ עם זאת, אי הצלחה מתמשכת מחייבת ניתוח מעמיק של הסיבות האפשריות לכך. אני מציע כאן את התזה האומרת כי אחת הסיבות הראשונות לכישלון בהבנה של מושגים ושל פעולות חקר הקשורים בתהליך החקר נובעת מאי בנייה קודמת של תשתית מושגית מתאימה אצל התלמידים. 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 רוב המורים, ואפילו חלק ניכר מכותבי הספרים, אינם מבחינים בין ידע אינפורמטיבי לתשתית מושגית, וסוברים בטעות שתשתית מושגית צומחת מעצמה עם רכישת המידע האינפורמטיבי.

מערכת החינוך צריכה להשקיע בפיתוח היכולת של מורים לזהות ולאפיין את התשתיות המושגיות (קונספטואליות) של עצמם ושל תלמידיהם ובפיתוח היכולת לנהל אינטראקציה אינטלקטואלית יעילה בין התפיסות הללו. חשיבותה של מטרה זו אינה נופלת מזו של פיתוח יכולת של מורים להקנות מיומנויות חקר, ולדעתי אף קודמת לה.

כאשר משרדים למורים באופן סמכותי (מן האקדמיה ומן הפיקוח), כי פיתוח מיומנויות חשיבה של החקר הוא הגישה החדשה, הם עלולים להשקיע הרבה בכיוון זה באופן לא פרופורציוני למטרות ההוראה הכוללות, ובתוכן המטרה להקנות תפיסות ומושגים של המקצוע. מכל פרקי הספר עולה הקריאה לשפר את איכותה של הכשרת המורים בנושאים הנידונים בספר, וכדאי להצטרף לקריאה זו בקול גדול.

ניתוח מעמיק של אי ההצלחה עשוי להביא גם לגישה ריאלית יותר כלפי האתגר הזה, ואולי אף להגדרה מחודשת של המטרות ושל היתרונות של ה"הוראה בדרך החקר" ולדירוג חשיבותן של המטרות. הצגה מקוצרת אך חשובה ומועילה של מטרות כאלה מצאתי בפרק השביעי בספר.

4. כך אנו נוהגים ביחס לכל האיראלים הגדולים שהאנושות דוגלת בהם אלפי שנים, מבלי שאנו רואים בכירור שהתקרבו להגשמתם.

בכמה מקומות בספר מוזכרת ההוראה הקונסטרוקטיביסטית (מותג א') כזהה ל"הוראה בדרך החקר" (מותג ב') (לדוגמה, הציטוט בעמ' 168, מתוך סלומון, 2000). 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) בגישה קונסטרוקטיביסטית שבה המרצה גורם כל הזמן למוחם של שומעיו לבצע קישורים מנטליים באופן פעיל ומשמעותי. מצד אחר, ייתכנו פעילויות דמויות חקר וגילוי שבהן התלמיד עשוי להיראות פעיל, בעוד מוחו אינו מעורב כלל בלמידה משמעותית. "למידה משמעותית" היא לב הגישה הקונסטרוקטיביסטית, והיא מתרחשת כאשר מוחו של התלמיד פעיל, גם אם הוא אינו משתמש בידיו בניסוי או פעיל בעיניו בחיפוש מקורות מידע באינטרנט, ואף אינו פוצה את פיו בדיון. הצגת הזהות בין שני ה"מותגים" הנ"ל רק תורמת לערפול ולהרגשת "התעלות" מיותרת אצל מורים נאיביים.

בכמה מקומות (כגון עמ' 168) מופיעה הקביעה שלמידה בדרך החקר מביאה להבניית ידע. אני מאמץ את ההגדרה למונח "הבניית ידע" כתהליך שבסופו יש בהכרתו של התלמיד ידע בנוי היטב באופן היררכי, שבו יש הבחנות בין כללי לפרטי, בין מהותי למקרי, בין עקרונות לדוגמאות וכו'. אני מסכים עם הכותבים בפרק השביעי, הטוענים כי לגילוי מושגים ולהבניית ידע יש שיטות שהן בבירור יותר יעילות מזו של למידה בדרך החקר, אשר לה מטרות חשובות אחרות (עמ' 192).

לסיכום, הספר בעברית על הלמידה ועל ההוראה בדרך החקר הנו חשוב ונדרש, ומכאן שיש לכרך בפה מלא על הופעתו. "למידה בדרך החקר" ו"למידת המדע כחקר" ימשיכו להיות מהמטרות המרכזיות של תחום הוראת המדעים. עם כל ההסתייגויות שהובאו לעיל, יש להדגיש את חשיבותה של התנסות התלמידים בדרך החקר, את פיתוח ההבנה של מאפייני החקר המדעי, את המיומנויות הקשורות בו ואת ההבנה של מהות המדע כתהליך של חקר מתמשך.

ביבליוגרפיה

יחיאל, ת' ונוסבוים, י' (תשס"א). מבנה החומר: ריק וחלקיקים (ספר למורה). רחובות: פרויקט מטמו"ן - המחלקה להוראת המדעים, מכון וייצמן למדע.

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

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

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

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

Minstrell, J., & 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.