

מאמרים

חקר אירוע ושילובו בלימודי הכימיה

מאת: צביה קברמן, עירית ששון ואורית הרשקוביץ¹

לקראת תום המאה העשרים דיווחו חוקרים רבים כי תכניות הלימודים במדע מבוססות על לימוד עובדות והגדרות מספרי לימוד ואינן שמות דגש על יישום ידע מחיי היומיום ועל פיתוח כישורי חשיבה ברמה גבוהה. נמצא כי המורים משתמשים בספרי הלימוד כמקור כמעט בלעדי לפעילויות תלמידיהם, וברוב הספרים לתלמידים נשאלות שאלות הדורשות מיומנות חשיבה ברמה נמוכה, כגון שינון עובדות מדעיות וסיכום נושאים.

אחת המטרות העיקריות ברפורמה בהוראת המדעים היא פיתוח כישורי חשיבה ברמה גבוהה - Higher Order Thinking Skills (Resnick, 1987; Zohar & Dori, 2003). בהוראת הכימיה, נוסף לפיתוח כישורי החשיבה הללו, נדרשים תלמידי הכימיה לפתח ולשפר את ההבנה ברמה המקרוסקופית, ברמה המיקרוסקופית, ברמת התהליך וברמת הסמל (Dori & Hameiri, 2003; Gabel, 1993).

כישורי חשיבה ברמה גבוהה, על פי רזניק, קשים להגדרה אך ניתן לזהותם כאשר הם מתרחשים (Resnick, 1987). לדעתה, חשיבה מסדר גבוה אינה אלגוריתמית ודפוסית המחשבה אינם ברורים ומוגדרים מראש. היא מסתיימת לעתים קרובות בפתרונות מרובים, שלכל אחד מהם יתרונות וחסרונות, אך לא קיים פתרון יחיד וברור. כישורי חשיבה אלו כוללים מיומנויות של שאילת שאלות, שאילת שאלות חקר, הסקת מסקנות מניסוי, מיומנויות גרפיות, פתרון בעיות, חשיבה ביקורתית, הנמקה, קבלת החלטות ונקיטת עמדה. (הרשקוביץ, 1999; קברמן, 2003; ששון, 2002) (Dori, 2003; Dori & Herscovitz, 1999)

קיימות גישות מגוונות לעידוד פיתוח מיומנויות חשיבה ברמה גבוהה. כאן נתמקד בשילוב חקר אירועים בלימודי הכימיה. חקר אירוע הינו כלי לימוד או הערכה בעל אופי תיאורי-סיפורי, העוסק במצבים אמיתיים בעלי השלכה על חיי היומיום של הלומד. ההיסטוריה של שילוב חקר אירועים בהוראה מעוגן בחינוך אוניברסיטאי בתחומי משפטים, רפואה ומנהל עסקים.

בחינוך מדעי מקובל להשתמש בחקר אירועים בשלושה היבטים:

(1) ככלי לחשיבה ביקורתית / רפלקטיבית

(2) ככלי הוראה של מקצוע מדעי

(3) ככלי להערכה ומחקר

(Koballa & Tippins, 2000)

1 המחקרים המתוארים נערכו במסגרת לימודים לתואר דוקטור בהנחיית פרופ' יהודית דורי, המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, הטכניון, חיפה.

מאמרים

ההיבט הראשון, שימוש בחקר אירוע ככלי רפלקטיבי, המכונה גם חקר מקרה,² מתואר על ידי החוקרים כהצצה בחלון אל כיתת המדעים (Tobin, Kahle, & Fraser, 1990). שני ההיבטים האחרונים – חקר אירועים ככלי הוראה והערכה – מדגישים ניתוח של אירועים אמיתיים הכוללים מידע ונתונים מדעיים, טכניים, היסטוריים, סוציולוגיים או שילוב ביניהם. למרות שהאירועים מתרכזים בנושאים ייחודיים, הם מטבעם בין-תחומיים. פעמים רבות האירועים מציגים דילמות שאין להן פתרון אחד דווקא, והם מלווים בשאלות מנחות ברמות חשיבה שונות תוך עידוד הלומדים להעלות שאלות נוספות. החוקר הריאד מציין כי למרות ששיטת הוראה המבוססת על חקר אירועים אינה המרפא לכל חולי הוראת המדעים, היא אידאליה לפיתוח כישורי חשיבה ברמה גבוהה, שכל מורה שואף להקנות לתלמידיו (Herried, 1994). הריאד שילב חקר אירועים במספר קורסים מדעיים במשך ארבע שנים ומצא, כי שימוש בשיטה זו מעודד ללמידה תוך עשייה, מפתח מיומנויות של חשיבה אנליטית, של חשיבה ביקורתית ושל קבלת החלטות תוך התמודדות עם בעיות סבוכות ומורכבות – ממש כמו בחיי היומיום. משימות הבאות בעקבות חקר אירוע עשויות לפתח מיומנויות חשיבה ברמה גבוהה, לדוגמה נדון במיומנות של שאילת שאלות.

שאילת שאלות

השאלות ממלאות תפקיד חשוב בתהליך ההוראה והלמידה ומטרתן היא לעורר חשיבה והתמקדות בנושא נתון. בשיטות ההוראה המסורתיות שאילת השאלות היא נחלתו הבלעדית כמעט של המורה, לעומת זאת כיום מומלץ לשלב שיטות הוראה המעודדות שאילת שאלות על ידי התלמידים עצמם. שאילת שאלות על ידי התלמידים היא מרכיב חשוב והכרחי בניסיון לפתור בעיות אמיתיות בסביבתנו, והיא אחת הדרכים לעידוד פיתוחם של כישורי חשיבה ברמה גבוהה ו"התנהגות חוקרת":
(Dori, Sasson, Kaberman & Herscovitz, 2004).

טווח השאלות נע משאלות בעלות תשובה אחת ויחידה ועד לשאלות ברמה הגבוהה ביותר בזמן עבודת מחקר, שבהן התשובות ניתנות על ידי פותר הבעיה בהסתמך על תצפיותיו והניסויים שערך. ניתן לדרג את השאלות על פי רמת החשיבה הנדרשת כדי לענות עליהן. ההיררכיה שהייתה נפוצה לדירוג שאלות מבוססת על הטקסונומיה של בלום וכוללת שאלות ידע, הבנה, יישום, אנליזה, סינתזה והערכה (Bloom, 1956). שאלות אנליזה, סינתזה והערכה הן שאלות ברמת חשיבה גבוהה והן מאופיינות בכך שיש להן תשובות אחדות נכונות, ואילו בשאלות האחרות רק תשובה אחת נכונה (פרלברג ומלר, 1976).

החוקר שודל מציין כי למרות שתמצית החשיבה המדעית היא שאילת שאלות, רוב התלמידים תופסים את המדע כלימוד של עובדות (Shodell, 1995) ניתן להסביר זאת, לדבריו, בכך שהמורים מרבים יותר לשאול שאלות הדורשות עובדות כתשובה, מאשר שאלות המצריכות חשיבה. הוא טוען כי התפקיד המרכזי של הוראת המדעים הוא להדגיש לתלמיד את חשיבותה של מיומנות העלאת שאלות. מיומנות זו מפתחת יצירתיות וחשיבה ברמה גבוהה ומאפשרת להגיע ללמידה משמעותית.

² באנגלית, חקר אירוע וחקר מקרה הם אותה המילה - case study.

מאמרים

רמות ההבנה בכימיה

חוקרים רבים בתחום הוראת הכימיה (Gabel & Bunce, 1994; Johnstone, 1991) תיארו שלוש רמות שהתלמיד נדרש לעבור ביניהן כדי להבין את המושגים המדעיים באופן נכון ולמנוע במידת האפשר את הנטייה ליצור מושגים מדעיים חלופיים או מוטעים:

- א. הרמה המקרוסקופית (macroscopic) – הרמה התחושתית המתייחסת לתופעות שניתן לראות או למשש (כגון: גרגירי מלח מוצק הנמסים במים).
- ב. הרמה המיקרוסקופית (microscopic) – רמת החלקיקים (כגון: יצירת מעטפת המיום סביב יוני המלח המומסים בתמיסה המימית).
- ג. רמת הסמל (symbolic) – הרמה המייצגת את החומרים והתהליכים במונחים של נוסחה כימית ומשוואה כימית.
- ד. רמת התהליך (process). (Dori & Hameiri, 1998; Dori & Hameiri, 2003).

החוקרות ביקשו לבדוק כיצד מבצעים התלמידים מעברים בין רמת הסמל לבין כל אחת משלוש רמות ההבנה האחרות – מאקרו, מיקרו ותהליך, כדלקמן:

1. מהסמל לרמת המאקרו – מהנוסחה לחומר/מסה – ולהפך;
 2. מהסמל לרמת המיקרו – מהנוסחה לחלקיקים: אטומים, מולקולות, יונים או אלקטרונים – ולהפך;
 3. מהסמל לרמת התהליך – מהמשוואה לתגובה הכימית – ולהפך.
- במחקרן בקרב תלמידי כימיה בתיכון מצאו כי קיימת היררכיה בין הרמות השונות. ככל שמורכבות הבעיה עולה, התלמיד נדרש לשלב יותר רמות הבנה בתשובתו וכן לבצע יותר מעברים בין הרמות השונות (המאירי, 1998).

מחקרים הבוחנים שילוב חקר אירועים בהוראת הכימיה

במחקרן של דורי, ברנע וקברמן (1999), חקר האירוע שימש כלי להערכה של פרויקט "בגרות 2000". בין היתר הוערכו שיטות הוראה והערכה מגוונות וחלופיות בקרב תלמידי מדעים בכלל ותלמידי הלומדים את היחידה הרביעית והיחידה החמישית בכימיה בפרט. באמצעות חקר האירוע ניתן היה להצביע על הבדלים ביכולות אקדמיות של תלמידי הלומדים כימיה וביולוגיה שלמדו בגישה מסורתית לעומת אלה שלמדו בגישה חוקרת (Dori, 2003).

במחקר אחר (Dori, Sasson, Kaberman & Herscovitz, 2004) נערך מעקב אחר תהליכי למידה בגישת החקר, המתרחשים בקרב תלמידי המתמחים בכימיה בחטיבה העליונה בתכנית המעבדות הממוחשבות, המבוססת על חקר אירועים (הרשקוביץ, קברמן, ששון ודורי, 2002). אחת ממטרות המחקר הייתה לבחון את השפעה של עריכת ניסויים ממוחשבים המבוססים על חקר אירועים, על פיתוח מיומנויות של שאילת שאלות ומיומנויות גרפיות. השאלות שהתלמידים העלו נותחו הן על פי רמות החשיבה והן על פי רמות ההבנה בכימיה הנדרשות מתלמיד כדי לענות על השאלות. המיומנויות הגרפיות נותחו על פי מספר קריטריונים, ובהם יכולת המעבר של התלמידים בין רמות ההבנה השונות בכימיה בעת השוואה בין גרפים שונים או בעת הסקת מסקנות מגרף. ממצאי המחקר העלו כי תלמידים שהתנסו בחקר אירועים, שאלו במבחן המסכם שאלות ברמות חשיבה גבוהות יותר מאשר במבחן המקדים והסיקו מסקנות תוך שילוב שתיים או שלוש רמות הבנה בכימיה (קברמן, 2003; ששון, 2003).

לסיכום, שילוב חקר אירוע בהוראת הכימיה הוכח כתורם לטיפוח מספר מיומנויות חשיבה ברמה גבוהה וליכולת התלמיד לשלב בשאלותיו ובתשובותיו כמה רמות הבנה בכימיה, דבר המעיד על הבנה מעמיקה של מושגים ותהליכים בכימיה (דורי, בפרסום). כמו כן נמצא כי חקר אירוע מסייע הן בהוראה והן בהערכה של תלמידי

מאמרים

מקצועות מדעיים בתיכון (דורי, ברנע וקברמן, 1999) וכמו כן בהערכה ובהתפתחות המקצועית של מורי חטיבת הביניים (הרשקוביץ, 1999; הרשקוביץ ודורי, 2000).

מקורות

- דורי, י' גישת החקר בסביבות למידה ממוחשבות: השלכות על רמות הבנה בכימיה וכישורי חשיבה ברמה גבוהה, מתוך זוהר, ע' (עורכת) (בפרסום). החקר, פרק 11, הוצאת חברת מדנס.
- דורי, י', ברנע נ' וקברמן צ' (1999). הערכת פרויקט 22 בתי הספר "בגרות 2000", דו"ח מחקרי, הוגש ללשכת המדען הראשי במשרד החינוך, המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, הטכניון, חיפה.
- המאירי, מ' (1998). ניתוח רב-ממדי של בעיות כמותיות בכימיה ויישומו בלומדה, עבודת דוקטורט, המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, הטכניון, חיפה.
- הרשקוביץ, א' (1999). מורי מדע בעידן של שינוי – לקראת הוראה/למידה בין-תחומית משולבת אירועים, עבודת דוקטורט, הטכניון, חיפה.
- הרשקוביץ, א' ודורי, י' (2000). גישה מערכתית בהוראת מדעים – תיאוריה, יישום והערכה של התנסות מורי "מדע וטכנולוגיה" בנושא המסיסות, הלכה למעשה, 15, עמ' 73-50.
- הרשקוביץ, א', קברמן, צ', ששון, ע' ודורי, י' (2002). מעבדות חקר ממוחשבות בכימיה, השמיים הם הגבול... חוברת לתלמיד ומדריך למורה, המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, הטכניון, חיפה.
- פרלברג, א' ומלר צ' (1976). שאילת שאלות ברמה גבוהה, המחלקה להכשרת מורים, הטכניון, חיפה.
- קברמן, צ' (2003). מיומנויות חשיבה ברמה גבוהה של תלמידי כימיה הלומדים על פי תכנית מעבדות חקר ממוחשבות, עבודה לתואר מ.א., המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, הטכניון, חיפה.
- ששון, ע' (2003). ניסויים ממוחשבים מבוססי חקר אירועים והשפעתם על פיתוח כישורים חזותיים והבנת הכימיה בקרב תלמידי החטיבה העליונה, הצעת מחקר לדוקטורט, המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, הטכניון, חיפה.
- Bloom, B. S. (1956). **Taxonomy of Educational Objectives: Handbook 1, The Cognitive Domain**, Mckay, New York.
- Dori, Y.J. (2003). From nationwide standardized testing to school-based alternative embedded assessment in Israel: Students' performance in the "Matriculation 2000" Project, **Journal of Research in Science Teaching**, 40(1), pp.34-52.
- Dori, Y.J. & Hameiri, M. (2003). Multidimensional analysis system for quantitative chemistry problems – Symbol, macro, micro and process aspects, **Journal of Research in Science Teaching**, 40(3), pp.278-302.

מאמרים

- Dori, Y.J. & Herscovitz, O. (1999). Question Posing Capability as an Alternative Evaluation Method: Analysis of an Environment Case Study, **Journal of Research in Science Teaching**, 36, pp.411-430.
- Dori, Y.J., Sasson, I., Kaberman, Z. & Herscovitz, O. (2004). Integrating case-based computerized laboratories into high-school chemistry, **The Chemical Educator**, 9, pp.1-5.
- Gabel, D. L. & Bunce, D. M. (1994). Research on Problem Solving: Chemistry, In Gabel, D. L. (Ed.), **Handbook of Research on Science Teaching and Learning**, Macmillan Publishing Company, New York, pp.301-326.
- Herried, C. F. (1994). Case Studies in Science – A Novel Method of Science Education, **Journal of College Science Teaching**, 23, pp.221-229.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is Science Difficult to Learn? Things are Seldom What They Seem, **Journal of Computer Assisted Learning**, 7, pp.75-83.
- Resnick, L. B. (1987). **Education and Learning to Think**, National Academy Press, Washington, D.C.
- Sasson, I., Dori, Y. J., Kaberman, Z. & Herscovitz, O. (2003). **Assessing the Effect of Integrating Case-based Computerized Laboratories into Chemistry Teaching**, Paper presented at the 2003 NARST Annual Meeting – the National Association for Research in Science Teaching Conference, Philadelphia, PA.
- Shodell, M. (1995). The Question-Driven Classroom: Student Questions as Course Curriculum in Biology, **The American Biology Teacher**, 57, pp.278-281.
- Tobin, K., Tippins, D. & Gallard, A. (1994). Research on instructional strategies for science teaching, In Gabel, D. L. (Ed.), **Handbook of Research on Science Teaching and Learning**, Macmillan, New York, NY, pp.45-93.
- Zohar, A. & Dori, Y.J. (2003). Higher Order Thinking Skills and Low Achieving Students – Are They Mutually Exclusive? **Journal of the Learning of Sciences**, 12, pp.145-182.