

למידה בהקשר: הבנה מדעית דרך יצירת שאלות מבוססות מיקום

מירי ברק

שאדי עסאקלה

הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

bmiriam@technion.ac.il

as.shadi@campus.technion.ac.il

Learning in Context: Scientific Understanding Through the Generation of Location-based Questions

Shadi Asakle

Miri Barak

Technion – Israel Institute of
Technology

Technion – Israel Institute of
Technology

Abstract

Encouraging school students to ask evidence-based questions and connect scientific concepts to everyday life constitutes an essential factor in promoting scientific understanding and thinking. Although studies indicated the importance of student-generated questions, classroom application is still limited. The goal of the current study was twofold. First, to examine attitudes of science teachers towards learning activity that encourage students to develop location-based questions. Second, to examine the impact of the learning activity on students' scientific understanding. The study included 8 science teachers and 109 students in grades eight from three Druze middle schools. The study compared between two research groups: An experimental group where students developed location-based questions via AugmentedWorld platform, and a control group where students answered questions according to the traditional approach. The data were collected via teachers' interviews, pre- and post-questionnaires, and qualitative analysis of students' questions. The findings indicated the need to develop students' ability to manage information in an online environment and the ability to link scientific concepts to everyday life. The findings showed that the learning assignment improved students' ability to generate multiple choice questions, understand scientific concepts, provide explanations, and connect scientific concepts to everyday life.

Keywords: Contextual learning, Collaborative learning, Question generation, Scientific understanding.

תקציר

עידוד תלמידים לשאול שאלות מבוססות ראיות ולחבר נושאים מדעיים לחיי היום יום, מהווה גורם מהותי בקידום הבנה וחשיבה מדעית. על אף שמחקרים מצביעים על החשיבות של יצירת שאלות על ידי תלמידים, היישום בכיתות הלימוד מצומצם. המחקר הנוכחי כלל שתי מטרות עיקריות. הראשונה, לבחון עמדות של מורים למדעים כלפי פעילות לימודית המעודדת תלמידים לפתח שאלות מבוססות-מיקום. השנייה, לבחון את ההשפעה של פעילות זו על ההבנה המדעית של התלמידים. המחקר כלל 8 מורים למדעים ו-109 תלמידי כיתות ח' משלושה בתי ספר במגזר הדרוזי. המחקר ערך השוואה בין שתי קבוצות: קבוצת ניסוי בה התלמידים פיתחו שאלות מבוססות מיקום בעזרת פלטפורמה בשם AugmentedWorld, וקבוצת ביקורת בה התלמידים למדו בגישה המסורתית – מתן מענה לשאלות. הנתונים נאספו באמצעות ראיונות עם מורים, שאלונים לתלמידים שהועברו לפני ואחרי הפעילות הלימודית וניתוח איכותני של שאלות

התלמידים. ממצאי המחקר הצביעו על הצורך לפתח אצל תלמידים יכולת ניהול ידע בסביבה מקוונת ויכולת לקשר נושאים מדעיים לחיי היום יום. הממצאים הראו שהמשימה הלימודית שיפיה אצל התלמידים יכולת חיבור שאלות רב ברירה, הבנה מדעית, הסבר של תשובות וחיבור לחיי היום יום.

מילות מפתח: למידה מבוססת מיקום, למידה שיתופית, יצירת שאלות, הבנה מדעית.

מבוא

קידום ההבנה והחשיבה המדעית הוא אחד האתגרים המרכזיים של החינוך במאה ה-21 (NRC, 2012, OECD, 2013, Zimmerman, 2007). הוא נובע בין היתר מן הצורך באזרחים משכילים המסוגלים לשאול שאלות מבוססות נתונים ולחשוב בצורה ביקורתית. תהליך שאילת שאלות מהווה חלק מהותי בקידום הבנה מדעית אצל תלמידים (Hardy et al., 2014; Kaberman & Dori, 2009, NRC, 2012). כדי ליצור שאלות איכותיות, על התלמידים להיות בקיאים בתכנים מדעים, להיות מסוגלים לחשוב באופן לוגי ולהיות מיומנים בשיטות מחקר (Barak & Rafaeli, 2004; Kaberman & Dori, 2009; Marbach-Ad & Sokolove, 2000; NRC, 2012). תהליך יצירת השאלות דורש פעולות קוגניטיביות ומטא-קוגניטיביות, כולל הבנה מעמיקה של מושגים מדעיים, זיהוי נושאים מדעיים מרכזיים וזיהוי מה שעדיין אינו ידוע (Herscovitz et al., 2012).

פעילויות למידה הכוללות יצירת שאלות הן דרך אותנטית להמחשת הבנת התלמידים את חומרי הלימוד (Barak & Rafaeli, 2004; Dori & Herscovitz, 1999). במקום לקבוע ציונים המבוססים על יכולתם של התלמידים לענות על שאלות, הם נקבעים בהתאם לאיכות השאלות שהם יוצרים (Barak & Rafaeli, 2004; Hardy et al., 2014; Herscovitz, et al., 2012; Marbach-Ad and Sokolove, 2000). מחקרים בתחום החינוך המדעי בחנו היבטים שונים של יצירת שאלות בתהליך הלמידה. מחקר בתחום הוראת הכימיה בחן הבנה מושגית בעת שתלמידים פיתחו שאלות כשיטה להערכה חלופית של הישגים (Dori & Herscovitz, 1999). מחקר אחר בחן רמות חשיבה תוך פיתוח שאלות ושימוש במידול מולקולרי ממוחשב (Kaberman & Dori, 2009). דוגמה נוספת היא יצירה של שאלות בתחום האלקטרוניקה, מדעי המחשב והפיזיקה (Sanchez-Elez et al., 2014). ממצאי המחקר הראו כי תלמידים אשר יצרו שאלות שקשורות לתוכן הקורס ודומות לשאלות בחינה, הראו הבנה טובה יותר של החומר הנלמד. ממצאים דומים נמצאו במחקרם של הרדי ועמיתיו שבחן את ההשפעה של פיתוח שאלות רב-ברירה, על ידי הלומדים, על הישגים בפיסיקה, כימיה וביולוגיה (Hardy et al., 2014). הממצאים הראו מתאם חיובי קטן אך מובהק סטטיסטית בין ביצועי הפעילות של התלמידים לבין הציון במקצוע המדעי. עם זאת, על אף שמחקרים מצביעים על החשיבות של יצירת שאלות על ידי תלמידים כאמצעי לקידום הבנה וחשיבה מדעית, היישום בכיתות הלימוד מצומצם.

בשנים האחרונות מדינות רבות משקיעות משאבים כגון שעות הוראה, תוכניות לימוד חדשות, ותקציבים לטובת החינוך המדעי (OECD, 2016). עם זאת, הדו"ח האחרון של התוכנית הבינלאומית להערכת תלמידים (PISA) מציג תוצאות נמוכות עבור מדינות רבות (OECD, 2016). הדו"ח מציין שתי בעיות עיקריות: הראשונה היא שביצועי המדע נותרו ללא שינוי מאז שנת 2006, למרות ההתפתחויות המשמעותיות במדע ובטכנולוגיה בתקופה זו (OECD, 2016, p. 17); השנייה היא שתלמידים בעלי מעמד חברתי-כלכלי נמוך נוטים להיות מתחת לרמת ההישגים הבסיסית (OECD, 2016; Tofel-Grehl, 2016; et al., 2017). בעיות אלה מצביעות על צורך בפיתוח והערכה של פעילויות למידה חדשניות, תוך מתן תשומת לב יתרה לאוכלוסיות מוחלשות. לשם כך יש צורך בתוכנית לימודים הכוללת חומרי למידה אטרקטיביים ומשימות אינטראקטיביות. השימוש בטכנולוגיות מתקדמות מבוססות אינטרנט יכול לשמש מטרה חשובה זו (Crippen et al., 2016; Ketelhut et al, 2013; OECD, 2013).

טכנולוגיות חדשות מבוססות אינטרנט יכולות להקל על ההבנה המדעית באמצעות יצירת תוכן, חקירה, סימולציות ויצירת קהילות למידה (Crippen et al., 2016, Dori et al. 2003, Ketelhut et al., 2013). ההתפתחויות האחרונות במכשירים ניידים וביישומים מקוונים הראו אפשרויות מבטיחות למעבר מהוראה מסורתית, ממוקדת מורה ללמידה אקטיבית ואינטראקטיבית (Barak & Ziv, 2013; Bell, et al., 2013; Schneider et al., 2016). עם ההתקדמות של ממשקי משתמש גרפיים ומערכות מקוונות, נוצרו פלטפורמות אדפטיביות המאפשרות למשתמשים לפתח תכנים ולהוסיף תמונות, אנימציות, קטעי וידאו וסימולציות. פלטפורמות ייעודיות לבניית שאלות, לדוגמה, QSI (Barak & Pundak et al., 2013) WebAssign ו-PeerWise (Hardy et al., 2014) ו-WebAssign (Rafaeli, 2004) חברתיים כגון פורומים ומערכות למתן המלצות. עם זאת, חסרות מערכות לפיתוח שאלות המשלבות מערכת מיקום גלובלית (GPS).

במסגרת המחקר הנוכחי, פותחה פלטפורמה חדשנית מבוססת מיקום בשם AugmentedWorld (<http://www.augmentedworld.site>) המשלבת מספר עקרונות עיצוב פדגוגיים. הפלטפורמה מעודדת תלמידים לפתח שאלות מדעיות תוך קישור המושגים המדעיים לאירועים אותנטיים ומקומות רלוונטיים על יד הוספת נקודות מידע על מפה דיגיטלית. פיתוח שאלות מבוססות מיקום נועד לשמש ככוח מניע להעמקת הידע המדעי של התלמידים על ידי חיבור מושגים לחיי היום יום. הפלטפורמה מאפשרת למשתמשים מכל העולם ליצור תכנים, לשתף ידע ולספק שכבות של מידע מדעי באופן שיתופי, ומכאן השם AugmentedWorld – "עולם רבוד".

מטרת המחקר, אוכלוסייה ומהלך

המחקר הנוכחי כלל שתי מטרות עיקריות: א. לבחון עמדות של מורים למדעים כלפי פעילות לימודית המעודדת תלמידים לפתח שאלות מבוססות מיקום; ב. לבחון את ההשפעה של הפעילות הלימודית על ההבנה המדעית של התלמידים במונחים של יישום ידע, יכולת הסבר, מיומנות שאילת שאלות והיכולת לקשר את המושגים המדעיים לחיי היום יום.

מחקר זה התמקד בחינוך המדעי בחטיבות הביניים. הוא כלל 8 מורים למדעים ו-109 תלמידי כיתות ח' הלומדים בשלושה בתי ספר דרוזיים. האוכלוסייה הדרוזית נבחרה במיוחד בשל היותה קבוצת מיעוט בישראל עם נורמות תרבותיות, חברתיות ודתיות ייחודיות. התלמידים הדרוזים לומדים במערכת חינוך נפרדת ומהווים רק כ-2% מאוכלוסיית התלמידים בישראל.

הכיתות שהשתתפו במחקר חולקו באופן אקראי לשתי קבוצות מחקר: ביקורת (53 תלמידים) וניסוי (56 תלמידים), כיתת ביקורת וכיתת ניסוי בכל בית ספר. התלמידים בשתי הקבוצות למדו נושא מדעי זה (חוקי ניוטון) במשך כארבעה שבועות, כ-3 עד 5 שעות בשבוע בכיתה והכינו שיעורי בית במשך כשלוש שעות בשבוע. תלמידי קבוצת הביקורת התבקשו לענות על שאלות שניתנו על ידי המורים, בעוד שתלמידי קבוצת הניסוי פיתחו שאלות מבוססות מיקום באמצעות פלטפורמת AugmentedWorld.

שיטת המחקר

במחקר נעשה שימוש בגישת השיטות המעורבות המקבילות (Creswell, 2014), שבה מוזגו נתונים כמותיים ואיכותיים. כלי המחקר מפורטים להלן:

ראיונות מובנים למחצה שנערכו כדי לבחון את עמדות מורי המדעים כלפי פעילות לימודית לפיתוח שאלות מבוססות מיקום (מטרת מחקר ראשונה). הראיונות כללו שאלות כלליות, כגון: מה דעתך על פעילות בה התלמידים מפתחים שאלות מדעיות? כיצד הפעילות עשויה לתרום להוראה ולמידה של מדע? אילו מיומנויות עשויות להתפתח אצל הלומדים? תשובות המשתתפים תועדו באמצעות יומני חוקרים ונותחו בשיטת הניתוח הקונבנציונלית (אינדוקטיבית), המאפשרת לקטגוריות להתהוות מתוך נתונים גולמיים (Hsieh & Shannon, 2005).

שאלון בנושא הבנה מדעית שהועבר לשתי קבוצות המחקר: ניסוי וביקורת, לפני ואחרי הפעילות הלימודית, כדי לבחון את השפעתה על ההבנה המדעית של התלמידים (מטרת מחקר שנייה). **השאלון** כלל שני חלקים. החלק הראשון בחן את יכולתם של התלמידים לפתח שאלת רב-ברירה ושאלת חקר בנושא מדעי שנלמד בכיתה. החלק השני בחן ידע מדעי ויכולת הסבר באמצעות שמונה שאלות רב-ברירה (מתוך מבחני המיצ"ב). בשאלות אלו, התלמידים נדרשו לסמן את התשובה הנכונה ולכתוב הסבר לבחירתם. בנוסף, התלמידים נדרשו להתייחס לנושא השאלה ולקשרו לחיי היום יום.

ניתוח שאלות התלמידים נערך במטרה לבחון לעומק את יכולת התלמידים לקשר את המושגים המדעיים לחיי היום יום (מטרת מחקר שנייה). ניתוח השאלות התבצע על פי הגישה המשלבת ניתוח תוכן ישיר/דדוקטיבי וקונבנציונלי/אינדוקטיבי (Hsieh & Shannon, 2005). בניתוח זוהו שלוש קטגוריות שנבדקו ותוקפו במחקרים קודמים: 1. מיקום רלוונטי (OECD, 2013; 2016), 2. רכיבי מולטימדיה (Barak & Rafaeli, 2004), 3. רמה קוגניטיבית (Barak & Rafaeli, 2004; Herscovitz et al., 2012). ההיבט הרביעי – מצב אותנטי, אופייין ונבדק במחקר זה.

ממצאים עיקריים

עמדות של מורים למדעים כלפי פעילות המעודדת תלמידים לפתח שאלות מבוססות מיקום

לטענת המורים, הפעילות הלימודית בה התלמידים התבקשו ליצור שאלה מדעית מבוססת מיקום, העלתה שני קשיים: א. לנהל מידע בסביבה מקוונת, ב. לקשר נושאים מדעיים לחיי היום יום. הפסקאות הבאות מציגות דוגמאות מראיונות המורים.

ניהול מידע בסביבה מקוונת – המורים ציינו את הצורך בשיפור יכולתם של התלמידים להשתמש ביישומי רשת כדי לנהל מידע ולהציג רעיונות מקוריים. על פי המורים, תהליך יצירה של שאלה אינטראקטיבית הכולל הוספת תמונות או וידאו רלוונטיים, דרש פעולות קוגניטיביות ואינטואיטיביות שהיוו אתגר לתלמידים רבים. לדוגמא, המורה ו.א. אמרה: "כשהתלמידים קיבלו את 'המושכות' והתחילו לבנות שאלות בעצמם, לחבר מידע רלוונטי לנושא המדעי ולצרף המחשבות, זה היה אתגר חדש ומעניין... זה דורש מיומנות לא פשוטה לניהול ידע".

המורה ז' ש' טען כי "התלמידים פחדו תחילה מהמשימה שבה הם נדרשים לפתח שאלה, אבל הם מצאו דרכים טובות לעשות זאת, אומנם חלקם לא הצליחו וחלק ביקש עזרה תמיד, אבל חלק ניכר הצליחו להפגין יכולת ומיומנות לחבר שאלה עם מבוא ותמונות ולפעמים גם וידאו".

מכיוון שהמורים נוהגים ללמד בצורה מסורתית של הרצאות וקריאה מספרי לימוד, זו הייתה הפעם הראשונה בה התלמידים התנסו ביצירת תוכן דיגיטלי. על פי המורים, המשימה עודדה את התלמידים לחשוב 'מחוץ לקופסה' ולהשתמש בכלים טכנולוגיים לצורכי למידה. לדוגמא, המורה ס.ג. טען כי "התלמידים למדו על חוקי ניוטון בכיתה, הם חיפשו מידע נוסף באינטרנט והציגו אותו בשפה שלהם. הדרך שבה הם עבדו הייתה חדשה בעיניי, לפעמים היה להם קשה, אבל בהחלט עשו דברים יפים".

קישור נושאים מדעיים לחיי היום יום – לטענת המורים, התלמידים נתקלו בקושי רב לקשר מושגים מדעיים (כגון חוקי ניוטון) לחיי היום יום שלהם. לדוגמא, המורה ר.ר. טענה כי "התלמידים לא הפסיקו לשאול על איך לקשר, ומה יש סביבנו שקשור לחוקי ניוטון". היא טענה גם כי "התלמידים חיפשו רעיונות באינטרנט ולא ניסו לחשוב באופן עצמאי על מקרים בסביבתם הקרובה".

מורה נוספת, ג' א' טענה כי "התלמידים אף פעם לא התבקשו לקשר מושגים מדעיים לחייהם ולכן זה הפתיע אותם וביקשו לקבל דוגמאות מצוות ההוראה". עם התקדמות המשימה, התלמידים התחילו להבין את ההקשרים ופתחו דרכים להצגת דוגמאות. למשל, המורה ע.א. שהוא גם מרכז מדעים בבית הספר אמר כי "זה נושא חשוב, אחד התלמידים קישר את חוק ניוטון למשיכת חבל, אחר קישר לתאונות דרכים והפעלת אותו כוח מצד שני הרכבים". המורה ר.ר. טענה כי "מאוד שמחתי שבסוף המשימה התלמידים חשבו על דרך לקשר את חוקי ניוטון לחייהם, הם נתנו דוגמאות שלרוב היו מוצלחות".

השפעה של שאילת שאלות על ההבנה המדעית של התלמידים

תוצאות השאלון המקדים מצביעות על ציונים נמוכים בשתי הקבוצות ללא הבדל מובהק סטטיסטית (טבלה 1)

טבלה 1. ממוצעים, סטית תקן ותוצאות מבחן t, אצל שתי הקבוצות לפי השאלון המקדים

p	t	קבוצת ביקורת (N=53)		קבוצת ניסוי (N=56)		
		SD	Mean!	SD	Mean*	
.063	1.88	10.58	16.35	16.73	21.42	חיבור שאלת רב ברירה
.61	0.51	18.66	41.82	20.48	43.75	הבנה מדעית
.94	0.06	19.16	14.15	19.88	14.40	הסבר לתשובות
.77	0.29	11.68	5.34	12.05	6.01	חיבור לחיי היום יום

במבחן המסכם, קבוצת הניסוי הראתה ציונים גבוהים בהשוואה לקבוצת הביקורת עם מובהקות סטטיסטית ($t(108) = 8.22, p = .000$). לפי תוצאות השאלון המסכם, שתי הקבוצות נבדלו ביכולת לחבר שאלות רב ברירה, בהבנה המדעית, במתן הסבר לתשובות וביכולתן לחבר נושא מדעי לאירוע ולמיקום רלוונטיים לחיי היום יום שלהם (טבלה 2).

טבלה 2. ממוצעים, סטית תקן ותוצאות מבחן t, אצל שתי הקבוצות לפי השאלון המסכם

p	t	קבוצת ביקורת (N=53)		קבוצת ניסוי (N=56)		
		SD	Mean!	SD	Mean!	
.023	2.30	12.40	14.01	16.20	20.53	חיבור שאלת רב ברירה
.000	6.44	25.39	53.45	17.72	80.35	הבנה מדעית
.000	7.01	16.63	12.57	32.88	47.91	הסבר לתשובות
.002	3.16	13.11	5.97	28.02	19.34	קשר לחיי היום יום

! מתוך 100

המשתתפים מקבוצת הניסוי הצליחו במידה בינונית-נמוכה לפתח שאלה שמקשרת את חוקי ניוטון לחיי היום יום ($M = 31.54, SD = 24.09$), כאשר 15.6% לא הצליחו בכלל לקשר לאירוע אותנטי. מצב דומה, נמצא עבור קישור למיקום שרלוונטי להתרחשותם של תופעות מדעיות בנושאי חוקי ניוטון ($M = 16.66, SD = 29.12$), כאשר 37.6% לא חיברו למיקום רלוונטי על המפה, או שהחיבור לא היה מוצלח בכלל. רק 9% מהתלמידים הציגו מיקום רלוונטי עם הסבר מעמיק.

דיון ומסקנות

מחקר זה מראה את הצורך להמשיך ולקדם משימות לימודיות שבמרכזן התלמידים מפתחים שאלות, יוצרים תוכן דיגיטלי ומקשרים נושאים מדעיים לחיי היום יום ולמקומות אותנטיים. בבדיקת העמדות של מורים למדעים בחטיבות הביניים כלפי שאלות מבוססות-מיקום, זוהו שתי מיומנויות מרכזיות: א. לנהל מידע בסביבה מקוונת, ב. לקשר נושאים מדעיים לחיי היום יום.

נמצא כי אצל התלמידים שביצעו את המשימה חל שיפור בארבעה היבטים: יכולת חיבור שאלת רב ברירה, הבנה מדעית, הסבר לתשובות וחיבור לחיי היום יום. לגבי חיבור שאלת רב ברירה, השיפור עונה על הצורך שמופיע בראש רשימת התרגולים הלימודיים שבמסגרת החינוך המדעי של K-12 לקדם יכולת בניית ושאלת שאלות כחלק מקידום הבנה מדעית (NGSS Lead States, 2013, NRC, 2012; OECD, 2016). זה מתקשר גם להבנה מדעית. כאשר יצירת שאלות הן דרך אותנטית להמחשת הבנת התלמידים את חומרי הלימוד (Dori & Herscovitz, 1999; Barak & Rafaeli, 2004), המשימה הראתה שיפור במתן תשובות נכונות על שאלות בתחום חוקי ניוטון. השיפור ביכולת ההסבר לתשובות שהתלמידים סיפקו מעיד על פעולות קוגניטיביות ומטא-קוגניטיביות, כולל הבנה מעמיקה של מושגים מדעיים מרכזיים דוגמת חוקי ניוטון, (הרשקוביץ, et al., 2012). היכולת לחבר לחיי היום יום שהשתפר לאחר ביצוע המשימה תומך בטענה שלמידה אותנטית מצביעה על היכולת להבין את המדע על ידי יצירת קשרים בין מושגים מדעיים וניסיון אישי (Giamellaro, 2014; Lave, & Wenger, 1991).

הממצאים שלנו מראים כי ביצוע משימה שבה הלומד מיצר שאלות מולטימדיה ממוחשבות, ולקשר נושאים מדעיים לחיי היום יום, יכולה לספק סביבת למידה חדשנית לקידום הבנה מדעית ומיומנויות המאה ה-21 מסוג: החשיבה והלמידה בהקשר, ואוריינות התקשוב ללמידה עצמית. בנוסף, הממצאים מראים כי למרות הטענה כי תלמידים בעלי מעמד חברתי-כלכלי נמוך נוטים להיות מתחת לרמת ההישגים הבסיסית (Tofel-Grehl et al., 2017; OECD, 2016), ביצוע משימה של יצירת שאלות דוגמת זו, עשויה כן לשפר את החשיבה וההבנה המדעית ולתת פתרון חדשני לצמצום פערים בין אוכלוסיות. בהתאם לכך ועל פי הממצאים של המחקר, חשוב להמשיך ולעודד תלמידים, סטודנטים ומורים לפתח שאלות מבוססות מיקום ומולטימדיה, כאסטרטגיה לקידום חשיבה והבנה מדעית ומגוון של מיומנויות חשיבה, במיוחד בקרב אוכלוסיות מוחלשות.

מקורות

- Barak, M. (2016). Science teacher education in the twenty-first century: a pedagogical framework for technology-integrated social constructivism. *Computers & Education*. DOI 10.1007/s11165-015-9501-y.
- Barak, M. (2014). Closing the gap between attitudes and perceptions about ICT-enhanced learning among pre-service STEM teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 23(1), 1-14. DOI: 10.1007/s10956-013-9446-8
- Barak, M. & Rafaeli, S. (2004). Online question-posing and peer-assessment as means for webbased knowledge sharing in learning. *International Journal of Human-Computer Studies*, 61(1), 84-103.
- Bell, R. L., Maeng, J. L., & Binns, I. C. (2013). Learning in context: technology integration in a teacher preparation program informed by situated learning theory. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(3), 348-379.
- Crippen, K. J., Ellis, S., Dunckel, B. A., Hendy, A. J. W., and MacFadden, B.J. (2016). Seeking shared practice: A juxtaposition of the attributes and activities of organized fossil groups with those of professional paleontology. *Journal of Science Education and Technology*, DOI: 10.1007/s10956-016-9627-3
- Dori, Y. J., Belcher, J. W., Bessette, M., Danziger, M., McKinney, A. & Hult, E. (2003). Technology for active learning. *Materials Today*, 6(12), 44-49.
- Dori, Y. J. & Herscovitz, O. (1999). Question-posing capability as an alternative evaluation method: Analysis of an environmental case study. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 411 - 430.
- Giamellaro, M. (2014). Primary Contextualization of Science Learning through Immersion in Content-Rich Settings. *International Journal of Science Education*, 36(17), 2848-2871. doi:10.1080/09500693.2014.937787
- Hardy, J., Bates, S. P., Casey, M. M., Galloway, K. W., Galloway, R. K., Kay, A. E., Kirsop, P., & McQueen, H. A. (2014). Student-generated content: enhancing learning through sharing multiple-choice questions. *International Journal of Science Education*, 36(13), 2180-2194.
- Herscovitz, O., Kaberman, Z., Saar, L. & Dori, Y. J. (2012). The relationship between metacognition and the ability to pose questions in chemical education. In A. Zohar and Y.J. Dori (Eds.) *Metacognition in Science Education: Trends in Current Research* (pp. 165-195). Dordrecht, The Netherlands: Springer-Verlag.
- Hsieh, H.-F., & Shannon, S.E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288.
- Kaberman, Z. & Dori, Y.J. (2009). Question posing, inquiry, and modeling skills of chemistry students in the case-based computerized laboratory environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(3), 597-625.
- Ketelhut, D., Nelson, B., Sil, A., & Yates, A. (2013). Discovering what students know through data mining their problem-solving actions within the immersive virtual environment, SAVE Science. Presented at the American Educational Research Association, April 27-May 1, 2013, San Francisco, CA.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.
- Marbach-Ad, G. & Sokolove, P.G. (2000). Can undergraduate biology students learn to ask higher level questions? *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 854-870.
- McLellan, H. (1996). Situated learning: Multiple perspectives. In H. McLellan (Ed.), *Situated learning perspectives* (pp. 5-17). New Jersey: Educational Technology Publications.

- National Research Council [NRC] (2012). *A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Committee on a conceptual framework for new K-12 science education standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- NGSS Lead States (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2013). *PISA 2012 Assessment Framework—Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*. Paris.
- Organization for Economic Cooperation and Development [OECD] (2013). *Draft PISA 2015 Science Framework*. Paris: OECD Pub.
<http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2015draftframeworks.htm>. Retrieved October 15, 2016.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education, PISA*, OECD Publishing, Paris.
<http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- Pundak, D., Shacham, M., & Herscovitz, O. (2013). Integrating online assignments checking in introductory courses. *Journal of Information Technology Education: Research*, 12, 191-202.
- Sanchez-Elez, M., Pardines, I., Garcia, P., Miñana, G., Roman, S., Sanchez-Elez, M., (2014). Enhancing students' learning process through self-generated tests. *Journal of Science Education and Technology*, 33. pp 15-25.
- Tofel-Grehl, C., Fields, D. A., Searle, K., Maahs-Fladung, C., Feldon, D., Gu, G., & Sun, V. (2017). Electrifying engagement in middle school science class: improving student interest through e-textiles. *Journal of Science Education and Technology*, 26(4), 406-417.
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27, 172-223.