

הוראה קשובה לחטיבת הביניים

לצייר ולתקשר ידע והבנה

ירון שור, עינת גוברמן וסבטלנה אובסיאניקוב

תלמידי חטיבות הביניים מצויים בעיצומו של גיל ההתבגרות שבו משתנה, בין השאר, יכולתם הקוגניטיבית. החשיבה בגיל זה נעשית קונקרטית פחות ומופשטת יותר (Piaget, 2005). בהתאם לכך, תוכני הלימוד בחטיבת הביניים נעשים מופשטים ומדעיים יותר מאלה של בית הספר היסודי. המורים הכלליים של בית הספר היסודי מוחלפים במורים מקצועיים המלמדים את המקצוע שאליו הוכשרו, והמגע איתם מצטמצם לשיעורים המקצועיים בלבד. תוכניות הלימודים, דפוסי ההוראה ושיטות ההערכה מכוונים לחטיבה העליונה ולבחינות הבגרות. הם שמים דגש על "כיסוי החומר" והצלחה בבחינות על חשבון הבנה מעמיקה של התכנים והתנסות משמעותית בהם (Perkins, 1993). כל אלה מגבירים את התחרות בין התלמידים, מפחיתים את המוטיבציה ופוגעים באיכות הלמידה שלהם (Alspaugh, 1998; Eccles et al., 1991; Mullins & Irvin, 2000). פרק זה מציג את ההוראה הקשובה כדרך לשיקום ההוראה והלמידה בחטיבת הביניים (שור, גוברמן ואובסיאניקוב, 2021).

מהי הוראה קשובה

הוראה קשובה התפתחה מתוך הקונסטרוקטיביזם החברתי שמתבסס על מחקריהם והגותם של פיאז'ה (Piaget, 2005), דיואי (Dewey, 1933), ברונר (Bruner, 1960), ויגוצקי (Vygotsky, 1978), פוירשטיין (Feuerstein et al., 2006) ואחרים. **הקונסטרוקטיביזם** גורס שלמידה היא תהליך של בנייה פעילה של ידע והבנה, ולא של ספיגה פסיבית שלהם. הידע וההבנה של התלמידים נבנים על ידם באמצעות קשירת ידע והבנה חדשים לידע והבנה קודמים. לעיתים הידע וההבנה החדשים אינם מתאימים לידע ולהבנה הקודמים ואף סותרים אותם. מצבים כאלה מחייבים ארגון מחדש של הידע וההמשגה, תהליך הכרוך במאמץ קוגניטיבי ניכר. **הקונסטרוקטיביזם החברתי** גורס שתהליך הבנייה של הידע וההבנה אינו נובע אך ורק מתוך המערכת הקוגניטיבית הפרטית של הלומד. המערכת הקוגניטיבית "הפרטית" מעוצבת על ידי ההקשר הטבעי והתרבותי שבו היא פועלת. העולם החומרי, השיח והשפה מכוננים את התנסויותינו בעולם (Vygotsky, 1978).

הקונסטרוקטיביזם החברתי אינו שיטת הוראה (ליבמן, 2013), אך הוא "מעניק השראה" לשיטות הוראה – שיטות המעודדות את תהליך הלמידה כבניית ידע והבנה על ידי הלומדים. תפקידם של המורים בשיטות הללו הוא לסייע לתלמידים לבנות ידע והבנה וליצור המשגות ברוח החברה והתרבות, שבהקשרן הלמידה-בנייה-יצירה מתרחשות. בין שיטות ההוראה שצמחו מתוך הקונסטרוקטיביזם החברתי ניתן למנות למידת חקר, קהילות למידה, קהילות חשיבה, למידה באמצעות פרויקטים או בעיות (PBL), הוראה דיאלוגית, ועוד. הוראה קשובה (שור, 2015; 2019) (Schur) היא אחת משיטות ההוראה שצמחו מתוך הקונסטרוקטיביזם החברתי. היא מבוססת על שלושה יסודות: 1. ייצוג הידע וההבנה של כל לומד באמצעות ציור והסבר מילולי (כתוב ודבור). 2. השתתפות פעילה של התלמידים בשיח הכיתתי, כך שכל לומד מציג את נקודת מבטו על הנושא הנלמד בפני הכיתה, מנמק את עמדתו, ומתייחס בכבוד, אך בביקורתיות, לעמדותיהם של התלמידים האחרים. 3. הליכי תיווך מתמשכים המאפשרים שינוי תפיסתי של הנושא הנלמד. להלן נתייחס לכל אחד מיסודות אלה.

ייצוג של ידע והבנה באמצעות ציור והסבר מילולי

הוראה קשובה עושה שימוש אינטנסיבי בציור כאמצעי לייצוג של ידע והבנה ותקשור שלהם. כאשר תלמידים מתבקשים לייצג את ההמשגות שלהם בשפה דבורה ו/או כתובה בלבד, הם נוטים למחזור טקסטים ששמעו או קראו ללא הבנה. לייצוג בציור, לעומת זאת, יש כמה יתרונות: 1. הציור משקף היטב את הרשת המושגית של הלומד. הוא מחייב אותו לארגן את הרכיבים של המושג במרחב של הדף ולייצג אותם. הגדלים שהלומד מקצה לרכיבים אלה והזיקות שהוא יוצר ביניהם חושפים את ההבנה שלו. 2. הציור מחייב את הלומד להיות פעיל ומעורב בתהליך הלמידה. כל התלמידים מציירים, ומנסים לייצג את המחשבות שלהם ולארגן אותן כך שלא יכילו סתירות פנימיות. 3. הציור מאפשר תקשורת. הוא מונח על הדף ומזמין את כולם, כולל "הצייר", להתייחס אליו ולראות מה צפון בו. 4. הציור הוא אמצעי ללמידה מעמיקה. טרם הציור, הידע וההבנה של הלומד עמומים וכוללים לעיתים סתירות פנימיות שהלומד אינו מודע לקיומן. פעולת הציור מחייבת את הלומד להבהיר את מחשבותיו, לייצג את הנושא הנלמד לעצמו ולאחרים באופן מפורש, ולאתר סוגיות שדורשות בירור נוסף. 5. הציור מאפשר לכל תלמיד ליצור ולבטא את ההבנה הפרטית שלו, לקשור רעיונות כלליים לעולמו הייחודי (גוברמן, 2021; שור, 2019; שור ואקסלרוד-טייר, 2014; שור, גוברמן ואוסיאניקוב, 2021; תובל וגוברמן, 2013; Ainsworth, et al., 2011; Ehrlén, 2009; Quillin & Thomas, 2015).

השתתפות פעילה בשיח הכיתתי

בהוראה קשובה התלמידים מתבקשים להוסיף להבעה בציור גם הסבר בעל־פה ובכתב לציורים שהפיקו. השיח הכיתתי שמתפתח בכיתה הוא אינטראקציה מתווכת שמהווה את עיקר ההוראה במהלך השיעור: כל אחד מהתלמידים מציג את האופן שבו הוא מבין את הנושא הנלמד, מנמק את עמדותיו, ומתייחס להערות הביקורתיות של עמיתיו. במהלך השיח מתבררות נקודות של אי-הסכמה ומתגבשת הבנה כיתתית משותפת. הקשבה להסברים המילוליים

מאפשרת למורה להבין את האופן הייחודי לכל תלמיד בהבנת הנושא שנדון בכיתה ולהתאים את ההוראה שלו לתלמידים יחידים ולכיתה כולה (שור, 2019).

תהליכי תיווך מתמשכים

הבנה מושגית מעמיקה מצריכה זמן למידה ממושך והתייחסות מתמשכת אל הנלמד. תהליכי התיווך המתמשכים משתרעים על פני יחידת לימוד שלמה הכוללת כמה שיעורים. לתהליכים אלה יש שני רכיבים: "למידה דינמית" ו"מסע חשיבתי".

למידה דינמית. לתהליך המכונה "למידה דינמית" (שור ואקסלרוד-טייר, 2014) ישנם שני היבטים: 1. קישור מתמשך של המושגים הנלמדים אל האופן שהתלמידים תופסים ומבינים את העולם שסביבם, את המציאות שמחוץ לכותלי בית הספר. 2. מעקב לאורך זמן אחרי השתנות התפיסות של התלמידים. בלמידה דינמית לא מסתפקים בציור חד-פעמי של הנלמד, אלא מבקשים מהתלמידים לשוב ולצייר את הנושא לאחר שנדון בכיתה ולאחר שלמדו ידע רלוונטי. התהליך מאפשר לתלמידים עצמם להיות מודעים לשינויים שחלו בתפיסותיהם את הנושא הנלמד (Vosniadou, 1994).

מסע חשיבתי. בניגוד ללמידה הדינמית, שמזמנת התבוננות חוזרת על אותו נושא, מסע חשיבתי מזמן התבוננות על הנושא הנלמד מנקודות מבט מגוונות. בדרך כלל, התבוננות מנקודות מבט שונות מאלה שהתלמידים רגילים אליהן. במחקר שפרק זה מתאר, התלמידים התבקשו לצייר כיצד ייראה העולם מתוך טיפת מים. ההצטברות של נקודות מבט שונות זימנה השוואה ביניהן, והדגישה את המשותף בין המופעים השונים של המושג הנלמד: שבירת אור. כך, המסע החשיבתי מאפשר ליצור תפיסה רחבה ולכידה של המושג הנלמד, אשר נקשר אל עולמם של התלמידים בדרכים שונות ובהקשרים שונים (Carey, 2009).

שבירת אור: דוגמה להוראה קשובה

התופעה המכונה "שבירת אור" היא שינוי שחל במהירות ובכיוון של גלי אור כאשר הם עוברים מתַנָּך (חומר שקוף) אחד למשנהו. כדי להבין את התופעה, יש לדעת שלאור יש מהירות סופית. דבר זה אינו מובן מאליו וסותר את ההתנסות היום-יומית שלנו. נראה לנו שברגע שאור נדלק, הוא מגיע לעינינו באופן מיידי. תכונה נוספת שיש להכיר כדי להבין מהי שבירת אור, היא שאור משנה את מהירותו כשהוא עובר בתוך חומרים בעלי צפיפות שונה; ככל שהחומר צפוף יותר, מהירות האור בתוכו תהיה קטנה יותר.⁴⁶ השינוי במהירות קרני האור אינו אחיד: כאשר קרני אור עוברות מתווך לתווך בזווית שאינה ישרה, החלק שפוגע בתווך הצפוף מאט, בעוד שהחלקים שטרם פגעו בו ממשיכים במהירות גבוהה יותר. כתוצאה מכך חל שינוי בכיווןן של הקרניים.⁴⁷ לכן, במעבר מאוויר למים ולהפך, העצמים נראים שבורים.

האתגר במחקר שלנו היה לאפשר לתלמידים לקשר בין המושג המדעי "שבירת אור" לבין הדרך שבה הם רואים דברים בעולם, כמו למשל כפית "שבורה" בכוס תה (Hewitt, 1993). מחקרים רבים מראים כי תלמידים אינם מבינים את המושגים המדעיים שלמדו, וכי הבנות שגויות וחלקיות שכיחות אצלם מאוד (Sherin, 2017; Vosniadou, 2017; diSessa, 2017). בדוגמה שלהלן נראה כיצד אפשר לקדם את ההבנה של המושג "שבירת אור" באמצעות הוראה קשובה. נעשה זאת בעזרת תיאור מחקר שעשינו בעניין זה.

המחקר בא לעקוב אחרי התפתחות הבנת המושג "שבירת אור" אצל תלמידים. המושג נלמד בכיתה י' הטרוגנית כחלק מתוכנית הלימודים הרגילה. המורה (הכותבת השלישית של פרק זה) לימדה את הנושא במסגרת שיעורי פיזיקה על פי העקרונות של הוראה קשובה, ותייעדה את עבודתה במסגרת לימודיה לתואר

46 האור מתקדם בריק במהירות המרבית שלו, 300,000 ק"מ לשנייה בקירוב. מהירות האור באוויר נמוכה מעט ממהירותו בריק, אך בקירוב טוב שווה לו. בתווך אחר מואטת מהירות האור באופן משמעותי. למשל, במים מהירות האור יורדת ל-225,000 ק"מ לשנייה בקירוב ובזכוכית ל-200,000 ק"מ לשנייה בקירוב.

47 הדבר דומה לקבוצת חיילים שמגיעה מקרקע מוצקה לקרקע חולית בזווית שאינה ישרה. החיילים שיגיעו ראשונים אל הקרקע החולית יאטו, בעוד שהאחרים ימשיכו במהירות הקודמת. כתוצאה מכך, כיוון ההתקדמות של הקבוצה כולה ישתנה.

שני בהוראה. שאלת המחקר שלה הייתה, כיצד הבינו התלמידים את המושג "שבירת אור" לפני הלמידה וכיצד הבינו אחריה. המחקר שלנו נעשה על שלושה תלמידים – שתי בנות ובן – מתוך 14 שלמדו בכיתה של אותה מורה.

המורה ביקשה מהתלמידים להיכנס בדמיונם לתוך טיפת מים שנמצאת על עלה של דשא, לצייר ולהסביר כיצד ייראה להם העולם מתוכה. משימה זו היא דוגמה ל"מסע חשיבתי" שמוציא את התלמידים מאזור הנוחות של המציאות המוכרת להם, ומקשר את הנושא הנלמד למציאות קונקרטית. המעבר של האור מהאוויר לתוך טיפת מים יוצר שבירה של האור, שכן במים האור מתקדם במהירות איטית יותר מאשר באוויר. השבירה של האור גורמת לשינוי באורך הגל שכתוצאה ממנו מתרחש שינוי בצבע של העצמים הנצפים. העולם ייראה קמור, בגלל מעטפת הטיפה הקמורה, וגדול יותר, בגלל שהטיפה יוצרת אפקט של עדשה קמורה.

במהלך המחקר השתמשנו בציורים שהתלמידים ציירו לפני הלמידה ואחריה ובראיונות שהמורה ערכה איתם על ציוריהם, שבהם הם הסבירו מה ציורו ומדוע. ציורי התלמידים נותחו בהשוואה לטקסט שכתבו ליד הציורים ולהסברים המילוליים שסיפקו במהלך הראיונות. בכל ציור נבחנו הדברים שמופיעים בו והזיקות ביניהם (Jewitt et al., 2001; Kress & van Leeuwen 2006; Kress, 2015).

לאחר מכן, השתמשנו במודל שפיתחו שור ועמיתיו (2021) כדי לציין את רמת ההבנה שהציורים מבטאים: רמה 1. הבנה פרה-מערכתית: הבנה שמבטאת תפיסה של הסביבה ברמה שאינה מאורגנת כמערכת, ובלי להתייחס לחוקי שבירת האור. כלומר, ציור שאינו מאפשר לזהות שמדובר בהתבוננות בעולם מתוך טיפת מים; רמה 2. הבנה חלקית של רכיבי המערכת: ציורים שמציגים רק חלק מהרכיבים שבאים לידי ביטוי במערכת כולה. לדוגמה: הקימור של הדמויות שנוצרו בהתבוננות של התלמידים מבעד לטיפת המים; רמה 3. הבנת רכיבי המערכת: כל הרכיבים של המערכת באים לידי ביטוי בציור או בהסבר שמלווה אותו, אך הציור אינו מתאר את קשרי הגומלין ביניהם, כלומר את התהליך של שבירת קרני האור; רמה 4. ברמה זו רואים את כל רכיבי המערכת ואת קשרי הגומלין ביניהם: קרני האור, האופן שהן נשברות בטיפה, והדמויות שהן יוצרות; רמה 5. הרמה הגבוהה ביותר: ברמה זו, ההבנה מופשטת. התהליך הפיזיקלי של

שבירת קרני האור מאפשר להתכונן בתופעה של שבירת האור מתוך קישור רחב אל האופן שהיא באה לידי ביטוי בעולם ולמערכות נוספות של ידע.

לפני ההוראה והלמידה

המבט הדמיוני בסביבה מבעד לטיפת המים מאפשר לכל אחד מהתלמידים לבטא את הסביבה שהוא יוצר בדמיונו, כלומר מאפשר ביטוי אישי לאופן שבו תתארגן הסביבה בחשיבה של התלמידים השונים בהקשר של שבירת האור.

חן

חן (תמונה 1) התחילה מהידוע: אם היא נמצאת בתוך טיפה על עלה דשא, פרטים קטנים ייראו לה גדולים. וכך, העלה בצורה תופס את כל העמוד. היא מתלבטת בנוגע לסדרי הגודל של העצמים הנראים בתוך הטיפה. חן: "בהתחלה חשבת שאולי אני רואה מולקולות קטנות, כי אני קטנה... ואז אמרתי טוב, אולי זה בעצם



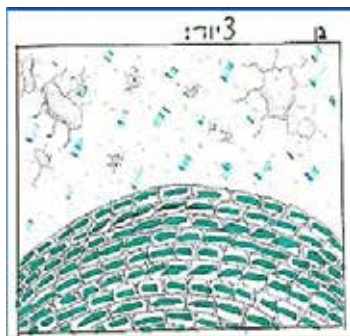
תמונה 1: עלה
– מראה מתוך
טיפת מים

יותר גדול מה שאני רואה... ואז הבנתי שזה יכול להיות יותר גדול מאשר מולקולות." התהליך הפיזיקלי שמעורב בראייה אינו בא לידי ביטוי בציור. בהסבר המילולי של הציור אפשר לראות שחן רואה במים את מקור האור: "איך אנחנו רואים את העולם מחומר אחר שהוא מים, כמו שאיך שהאור יוצא מתוך המים, ואז מגיע לבחון." טיפת מים משנה את המראה, אך לא ברור לה איך: "טיפת מים זה תמיד איכשהו משנה את המציאות." מאחר שהקשרים בין הגודל, מקור האור והמראה אינם ברורים לה, היא לא מציירת אותם. הציור והטקסט של חן מצויים ברמה 1, שכן שהם אינם מאפשרים לצופה לדעת שהעלה מתואר מתוך טיפת מים.

בן

בן (תמונה 2) צייר תאים של דשא, חיידקים, בקטריות ואבק. גם בן אינו מודע לסדרי הגודל במציאות. החיידקים והבקטריות שהוא מצייר גדולים יחסית

לתאים, דימוי שאינו מתאים למציאות: "אז תהיה כמו רצפה של דשא מקרוב מאוד, שיראו את התאים... ומסביב כל מיני קבוצות של חיידקים או בקטריה



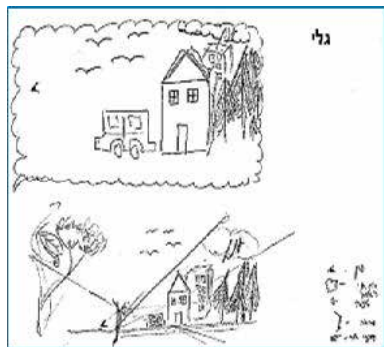
תמונה 2: תאים של עלה, בקטריות, חיידקים ואבק – מראה מתוך טיפת מים

ואבק, וכל מיני דברים קטנים שקשה לראות בדרך כלל." בן היה מודע לכך שתהיה שבירה של האור בשל טיפת המים, אך לא היה בטוח כיצד לייצג זאת: "והייתה לי מחשבה אחת שאולי אני אראה את זה. שהאור טיפה יישבר בגלל המים וזה. אבל לא ציירתי את זה ככה בסוף." עם זאת, בציור אפשר לראות שהעלה קמור. מאחר שכן מתייחס אל שבירת האור בטיפה ומצייר קימור, הוא נמצא ברמה 2.

גלי

גלי (תמונה 3) ציירה את שבירת האור והתעניינה בתהליך הראייה. הציור מראה קרני אור שנשברות בטיפה, מגיעות אל העין, שרואה את הסביבה בהגדלה. גלי הרגישה שהמחשבה שהעולם ייראה גדול יותר אינה נובעת מתפיסה אינטואיטיבית: "אם אני הייתי כאילו בן אדם רגיל, יכולתי לחשוב שזה ככה. בגלל שאני בטיפה או שאני קטנה יותר אז הכול ייראה לי גדול יותר." גלי ייחסה

לעצמה חשיבה מדעית. "אני חושבת שכל דבר מבוסס על מדע." מקור האור בציור נמצא בחוץ, קרני האור מגיעות אל העין ויוצרות דמות מוגדלת. אף על פי שהקימור לא בא לידי ביטוי בציור, היה לו ביטוי בטקסט הדבור: "לפי דעתי, הייתי משווה את זה לעדשה. כאילו מעוגלת, נגיד ככה." המאמץ לייצר "ציור מדעי" בא לידי ביטוי במקראה שגלי הוסיפה, ובציור של העין, במנותק משאר הגוף, כפי שמקובל באיורים מדעיים.



תמונה 3: בתים ועצים – מראה מתוך הטיפה

הטקסט המשולב שגלי הפיקה נמצא ברמה 4. מהלך הקרניים מהשמש, מקור האור, פגיעתן בבתים והחזרת האור מהם בדרך אל הטיפה ואל העין, חסרים לתיאור השלם של התהליך.

בעקבות ההוראה והלמידה

הציורים שלהלן, 4-6, צוירו לאחר תהליך ההוראה והלמידה. כמו הציורים שצוירו לפני ההוראה והלמידה, הם שונים זה מזה, אך בכלם אפשר לראות סדרי הגודל נכונים, ויש ביטוי למושגים שקשורים בשבירת אור אשר נלמדו בשיעורים.

חן

הציור של חן (תמונה 4) מראה קווים שמייצגים את קרני האור. הקווים יוצאים במאונך מהשמיים (ולא מהשמש, אף שהיא מצוירת), וברקע התמונה (אולי על דופן הטיפה) מצוירים קווים אופקיים. הציור מראה פיזור של קרני האור ושינוי כיוון. לעלים יש נטייה להתעקל לימין, וייתכן שבכך הציור מבטא את ההשפעה של המבנה הקמור של הטיפה על הצורה הנראית של העלים. אפקט ההגדלה בא

לידי ביטוי גם בציור וגם בהסבר המילולי שמתחתיו: "אחרי שלמדנו על אופטיקה אני יודעת שכאשר אור עובר דרך חומרים שונים הוא משנה את כיוונו. במים, כאשר האור עובר דרכם, אז קרני האור מתפזרים ומגדילים את העצם."

השוואה בין שני הציורים, שצוירו לפני הלמידה ואחריה, מראה שלתפיסה הראשונית נוספה התייחסות לקרני אור ולהשפעת הטיפה על קרני האור ועל מראה העלים. הציור של חן וההסבר שלה נמצאים ברמה 3, ומבטאים התקדמות ביחס למצב ההתחלתי.



תמונה 4: עלים - מבט מתוך טיפת מים

בן



תמונה 5: עצים - מבט מתוך טיפה

הציור של בן (תמונה 5) וההסבר שלו מבטאים התקדמות, כיוון שהוא מתייחס אל העולם הנראה מבעד לטיפה. הוא מתייחס אל השינוי בצבע ובגודל ואל יצירת העיוות הנוצרים כתוצאה של שבירת האור בטיפת המים, אך אינו מספק הסבר לאופן בו התהליך מתרחש. כמו חן, הוא מנסה לבטא את התמונה המציאותית של הסביבה, כיצד היא תיראה מתוך טיפת המים, ומתייחס לסדר גודל מציאותי ולא קטן מדי. הטקסט המשולב של בן נמצא אפוא בין רמה 3 לרמה 4, וגם הוא מבטא התקדמות.

גלי

הציור של גלי (תמונה 6) מבטא הבנה רחבה. הציור מראה את קרני האור שיוצאות מהשמש, פוגעות בכתים, מוחזרות אל השטח החיצוני של הטיפה, ונשברות בדרך אל העין. העין מצוירת בהגדלה מתחת לדמות הרואה ונוצרת בה דמות מוקטנת של עצמים. גלי סברה שיהיה עיוות בקרניים ולא רק בדמות: "קרני אור שפוגעות



תמונה 6: מבט מתוך טיפת מים אל בתים

בחפצים, אחר כך הן בטיפה ודרכה הן מגיעות לעיניים שלי, מתעוותות בדרך." היא מתלבטת גם ביחס לגודל הדמות. מצד אחד היא אומרת: "הדמות מוגדלת ובמיקום שונה מהאמיתי... המרחקים שונים." מצד שני, היא כותבת באנגלית על הציור שתהיה הקטנה. הציור של גלי מבטא את ההמשגות שלה בצורה מפורשת, ומציג הן את החוויה של האדם הרואה, הן את התהליכים המדעיים שאינם ניתנים לצפייה ישירה. המבט הרחב של גלי על תהליך המסע של האור מהשמש ועד להגעתו אל העין של הצופה המצויה

בתוך טיפת המים שמצוירת כעדשה קמורה, מאפשר להבין את תהליך הראייה האנושי, את הקשר שלו עם תנועת האור ואת המפגש שלו עם העין. משום כך, הטקסט המשולב של גלי נמצא ברמה 5.

דיון

בבסיס הלמידה של המושג "שבירת אור" עמד מסע חשיבתי – כניסה מדומיינת לטיפת מים על עלה של דשא. התלמידים ציירו והסבירו את ציוריהם בשתי נקודות זמן – בתחילת ההוראה והלמידה של הנושא ובסופן. החזרה על הנושא הנלמד בתחילת הלמידה ובסופה היא למידה דינמית. ניתוח הציורים מראה כי התלמידים התחילו מנקודת מוצא ייחודית לכל אחד ואחת והתקדמו במסלול ייחודי לכל אחד ואחת. תהליך זה מתיישב עם טענתם של דיססה (diSessa, 2017) וחוקרים אחרים, לפיה אנשים חושבים על מושגים מדעיים בדרכים ייחודיות ושונות. המחקר הנוכחי, כמו מחקרים נוספים על הוראה קשובה (שור ועמיתיו, 2021; שור ונבו, 2018; שור, 2019), מראה שכל תלמיד ראה עולם אחר מבעד לטיפת המים: עלה, עצים או בתים. הראייה האישית נקשרה במושגים שנלמדו על שבירת אור ואשר סייעו לתלמידים להבין מה יראו מתוך הטיפה ומדוע.

מה שהתרחש בכיתה אינו בהכרח הגעה של כל התלמידים להבנה מדעית מוסכמת. כל תלמיד התחיל את תהליך הלמידה בנקודת מוצא ייחודית לו, המשיך להתפתח בדרכו הייחודית, והגיע לנקודה אחרת בדרך אל ההבנה המדעית המוסכמת של המושג שבירת אור והקשר שלו לתופעות בעולם. התלמידים יצרו מושגי ביניים בין המושגים המדעיים שהם רכשו בכיתה לבין המושגים האינטואיטיביים שהחזיקו בהם לפני שהחלו ללמוד על שבירת אור (Vosniadou, 2017). השימוש בציורים ובהסברים שלהם מאפשר לתלמידים להיות רפלקטיביים ביחס למידת ההבנה שלהם ולאופן שהם לומדים ומבינים. ככל שההוראה והלמידה הקשובות מעמיקות, התלמידים מכירים בפער שבין רמות המושגים – האינטואיטיבית והמדעית – וסוגרים אותו בהדרגה, כל אחד בדרכו שלו. האינטואיציות הקונקרטיות הראשוניות משודרגות למושגים מדעיים

מופשטים ותמונת העולם נעשית לכידה יותר (Sherin, 2017; Vosniadou, 2017). במחקר זה, חוסר הלכידות בא לידי ביטוי בייצוג של יחסי הגודל שבין מולקולות לבין חיידקים ותאים של צמחים (תמונה 2), בתיאור הדמויות שבתוך הטיפה כקטנות וגדולות בו בזמן (תמונה 6), ובתיאור קרני האור כמנותקות מן השמש (תמונה 4).

בזכות הציורים וההסברים שלהם המורים יכולים להעריך היכן נמצא כל תלמיד בדרך להבנה, וכיצד ההמשגה שלו השתנתה במהלך ההוראה והלמידה. זאת בניגוד למבחנים סטנדרטיים שמתמקדים במידת ההצלחה של התלמידים לשחזר את דברי המורים ולבצע תרגילים שאין להם קשר אל האופן שבו כל אחד מהתלמידים מבין את העולם. בעקבות ההתבוננות בציורי התלמידים, המורים יכולים להתאים את התיווך לעולמם של התלמידים, ולהמשיך לקדם אותם להבנה מדעית. הציורים וההסברים שהתלמידים נותנים להם מניעים שיח כיתתי מעורב, מנומק וביקורתי, המקדם המשגות מופשטות יותר ושינויים תפיסתיים. את ההמשגות והשינויים ניתן למיין לחמש רמות – מרמה פרה-מערכתית עד רמה מופשטת ולכידה. הכלי של סיווג רמת ההבנה, בהתבסס על הציורים וההסברים שלהם, מאפשר להעריך את רמת ההבנה של התלמידים בהשוואתם זה לזה ולכיתה כולה, באופן לא מאיים, כאשר כל תלמיד עסוק בתהליך אישי ויצירתי של הבניה מושגית וקישורה לסביבה.

המחקר נערך בכיתה י', אך ממצאיו רלוונטיים יותר לחטיבת הביניים, שכן החטיבה מספקת תנאים טובים יותר להוראה קשובה: התלמידים המתבגרים מסוגלים לחשיבה מופשטת ומעמיקה ואף נוטים אליה, בעוד הם משוחררים מלחצן של בחינות הבגרות שאינן מעודדות חשיבה כזו.

מקורות

גוברמן, ע' (2021). טקסטים גרפיים לא-מילוליים כתשתית לכתיבה של טקסטים עיוניים. בתוך ע' גוברמן, ש' זדונאיסקי ארליך, ט' חביב, ר' יפעת, וא' וסנרבנק (עורכות), **כתיבה בגיל הרך** (עמ' 125–153). תל אביב: מכון מופ"ת.

ליבמן, צ' (2013). קונסטרוקטיביזם בחינוך. בתוך צ' ליבמן (עורכת). ללמוד, להבין, לדעת: מסע בנתיבי ההוראה הקונסטרוקטיביסטית (עמ' 52-13). תל אביב: מכון מופ"ת.

שור, י' (2019). אומנות ההוראה הקשובה: מסע לימודי דיאלוגי המקדם הבנה. תל אביב: מכון מופ"ת.

שור, י' ואקסלרוד-טייר, נ' (2014). למידה דינמית – ראייה, חשיבה, התבוננות והבנה מושגית. במעגלי חינוך 4 (עמ' 96-127).

שור, י', גוברמן, ע' ואובסיאניקוב, ס' (2021). "הוראה קשובה" כדרך לקידום ההבנה של המושג "שבירת אור". במעגלי חינוך: מחקר, עיון ויצירה, 10. https://www.dyellin.ac.il/sites/default/files/journals/journaleducation/edition10/yaron_shur_einat_guberman_svetlana_obsyanikov.pdf

שור, י', נבו, א', גל, א' וגן, ד' (2021). הוראה קשובה כבסיס ליצירת שינוי תפיסתי אישי בהבנה של מערכות חברתיות-אקולוגיות. דפים 75 (עמ' 163-190).

תובל, ח' וגוברמן, ע' (2013). טקסטים גראפיים: כלים לטיפול האוריינות של ילדי גן. תל אביב: מכון מופ"ת.

- Ainsworth, S., Prain, V., & Tytler, R. (2011). Drawing to learn in science. *Science* 333 (pp. 1096-1097).
- Alspaugh, W. (1998). Achievement Loss Associated With the Transition to Middle School and High School. *The Journal of Educational Research* 92(1) (pp. 20-25).
- Bruner, J. (1960). *The process of education*. Cambridge: Harvard University Press.
- Carey, S. (2009). *The origins of concepts*. Oxford: Oxford University Press.
- Dewey, J. (1933). *How we think: A Restatement of the Relation of Reflective Thinking to the Educative Process*. Lexington, MA: Heath & Co.
- diSessa, A.A. (2017). Knowledge in pieces. In: T.G. Amin & O. Levrini (Eds.) *Converging perspectives on conceptual change: mapping an emerging paradigm in the learning sciences* (pp. 9-16). London: Routledge.
- Eccles, J.S., Lord, S., & Midgley, C. (1991). What are we doing to early

- adolescents? The impact of educational contexts on early adolescents. *American journal of Education* 99(4) (pp. 521-542).
- Ehrlén, K. (2009). Drawings as Representations of Children's Conceptions. *International Journal of Science Education* 31(1) (pp. 41-57).
- Feuerstein, R., Feuerstein, R.S., Falik, L., & Rand, Y. (2006). *The Feuerstein instrumental enrichment program*. Jerusalem: ICELP Press.
- Hewitt, P.G. (1993). *Conceptual physics* (7th ed.). New York: Harper Collins College.
- Jewitt, C., Kress, G., Ogborn, J., & Tsatsarelis, C. (2001). Exploring learning through visual, actional and linguistic communication: the multimodal environment of a science class-room. *Educational Review* 53(1) (pp.5-18).
- Kress, G. (2015). Semiotic work: applied linguistics and a social semiotic account of multimodality. *AILA Review* 28 (pp. 49-71).
- Kress, G., & van Leeuwen, T. (2006). *Reading images: The grammar of visual design* (second edition). London: Routledge.
- Mullins, E.R., & Irvin, J.L. (2000). Transition into middle school. *Middle School Journal* 31(3) (pp. 57-60).
- Perkins, D. (1993). Teaching for understanding. *American Educator* 17(3) (pp. 28-35).
- Piaget, J. (2005). *Language and thought of the child: Selected works* (Vol. 5). London: Routledge.
- Quillin, K., & Thomas, D. (2015). Drawing-to-learn: a framework for using drawings to promote model-based reasoning in biology. *CBE-Life Sciences Education* 14(1), es2 (pp. 1-16).
- Schur, Y. (2015). Thinking journeys in the classroom: The power of uncertainty and mediation. *Professional Development Today — PDT* 18(1) (pp. 44-53).
- Sherin, B. (2017). Synthesis I: Elements, ensembles, and dynamic constructions. In: T.G. Amin & O. Levrini (Eds.) *Converging perspectives on conceptual change: mapping an emerging paradigm in the learning sciences* (pp. 61-78). London: Routledge.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction* 4(1) (pp. 45-69).

- Vosniadou, S. (2017). Initial and scientific understandings and the problem of conceptual change. In: T.G. Amin & O. Levrini (Eds.) *Converging perspectives on conceptual change: mapping an emerging paradigm in the learning sciences* (pp. 17-23). London: Routledge.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society*. London: Harvard University Press.