



כתב עת אלקטרוני
בהוצאת המכללה האקדמית לחינוך ע"ש דוד ילין, ירושלים

גליון מס' 4 מאי 2014

ניתן לקריאה באתר המכללה:
<http://www.dyellin.ac.il>

**למידה דינמית -
ראייה, התבוננות, חשיבה והבנה מושגית**

ירון שור ונעמה אקסלרוד-טייר

למידה דינמית – ראייה, התבוננות, חשיבה והבנה מושגית

ירון שור ונעמה אקסלרוד-טייר¹

תקציר

מטרת המאמר היא המחשת האפשרות ללמד ברמת ההמשגה המכונה "ליבת החשיבה" (core cognition), שמקשרת את ההבנה עם תפיסות חושיות (המאמר ממוקד בתפיסה החזותית). כדי להגיע לרמת ההבנה הזו, תהליך הלמידה מתמקד במעבר מראייה להתבוננות בתופעה או בסביבה ומכונה "למידה דינמית". תהליך זה מאפשר ללומדים ליצור ייצוג משולב של ידע ותפיסה חזותית של סביבה.

במאמר מתוארים שני ניסויים. בראשון יצאו תלמידים בחטיבת הביניים אל דיונות, צפו בהן וציירו אותם. במשך השנה למדו על הרכב הדיונות, על החי ועל הצומח בהן, סיירו בהן ובסיום הלמידה ציירו אותן שוב. ציורי התלמידים שיקפו תהליך משמעותי של שינוי תפיסתי. בציוריהם, ביטאו התלמידים מעבר מתפיסת הראייה הראשונית, אל תפיסה מורכבת יותר בהתבוננות בסביבה, בסיום תהליך הלמידה. התלמידים ציירו את תפיסותיהם בתחילת השנה ובסופה, וכך יכולים הקוראים להבין את תהליך הלמידה הדינמית ואת הקשר שלה להבנה ברמת "ליבת החשיבה".

בניסוי השני, יצאו 31 סטודנטיות יחד עם 40 ילדים אל סביבות שונות. כל קבוצה שכללה מבוגר וילד אחד או שניים, בחרה סביבה. כול המשתתפים ציירו את הסביבה שבחרו ולאחר מכן שוחחו הסטודנטיות והילדים על הציורים ועל הסביבות. לסיום, המשתתפים ציירו שוב את הסביבה. נערך ניתוח כולל של השינוי שעברו משתתפי הניסוי, ושל רמת השיח שבאה לידי ביטוי בתיווך (רמת השיח ומידת השינוי שהתרחש). נוסף לנתונים הכלליים, נעשה ניתוח של ציורים בעלי ייחוד של כמה ילדים וסטודנטיות. נערך ניתוח מעמיק של שמונה ציורים, שלושה זוגות של ציורים של ילדים וזוג אחד של סטודנטית (מורה), שמראים שינויים משמעותיים בהתבוננות בסביבות שונות.

בשני הניסויים היו ציורים, שמאפשרים לראות את המורכבות ואת הגיוון של הראייה הראשונית בסביבות שונות. ראייה ראשונית מאפשרת להקשיב לדברים שמעניינים את הלומדים בסביבה נתונה. בשני הניסויים אפשר לראות בשינויים תפיסתיים, כשהמרכיב הנלמד משולב יחד עם הראייה המייחדת את הלומדים. בניסוי הראשון, ישנו ניתוח של השינוי התפיסתי שחוו הלומדים בעקבות למידה. הראייה הראשונית של שני הלומדים שציוריהם מנותחים באופן מעמיק, מפתיעה, שכן לא ראו את הדיונות כלל. בעקבות הלמידה, חל שינוי בתפיסתם את הסביבה. בניסוי השני התיווך היה הדדי, והתייחס לתהליך ההתבוננות בסביבה. בעקבות התיווך אפשר להבחין בשינוי תפיסתי משמעותי אצל חלק מהילדים ומהסטודנטיות. הילדים היו, כרגיל, קשובים יותר לתיווך מאשר הסטודנטיות.

תאריכים: למידה דינמית, חשיבה, תפיסה חושית, שינוי תפיסתי, תיאוריות אינטואיטיביות, הבנת מושגים

הקדמה

באיזה אופן קשורה הבנה מושגית בתפיסה החושית, בראייה? האם אפשר לראות שינוי תפיסתי המתחולל בחשיבה של לומד כלשהו? שאלות אלו רלוונטיות למורים ולחוקרים, שכן יהיו מי שיגידו ששינוי תפיסתי כולל אינו בר-השגה בהוראה בכיתה (ובהם לא-מעט חוקרים מרכזיים בתחום חקר תפיסות מושגיות של בני אדם (למשל: Carey, 2009; Vosniadou, 2007)). למרות הקושי להגיע לשינוי תפיסתי, אפשר למצוא יעדים חלופיים לשינוי תפיסתי כולל, שהם כן בני-השגה. נוסבוים ויחיאלי (1999), הראו אפשרויות אחדות כאלה. קארי (Carey, 2009) יצרה מפתח לאחת האלטרנטיבות האפשריות, בהגדרה תחום חשוב של המשגה, שלא נהוג

1 ירון שור, ראש התוכנית לתואר שני בהוראה ולמידה במכללה האקדמית לחינוך ע"ש דוד ילין. נעמה אקסלרוד-טייר שימשה כעוזרת שלו בניהול התכנית.

להתייחס אליו בספרות העוסקת בהוראה ולמידה: רמת המשגה המתייחסת אל החושים ונקראת "ליבת החשיבה" (core cognition). התיאור של קארי מחולק לשלוש רמות הפשטה:

1. התפיסה החושית של המציאות. על פי קארי (Carey, 2009), התפיסה החושית מתייחסת אל האופן שבו האדם תופס צבעים, צורות, מרחק, גובה וכיוצא באלה. התפיסה החושית הבסיסית מפרידה בין צבעים, ומאפשרת לאדם לראות צבעים ספציפיים;
2. רמת המשגה המתקשרת לחושים של "ליבת החשיבה". רמת תפיסה זו מתבססת על התפיסות החושיות, אבל על פי קארי (Carey, 2009), היא מתייחסת ליצירת תמונה מנטלית מורכבת יותר, שמארגנת קבוצה של פיסות מידע שנקלטו באמצעות החושים, קושרת אותן ויוצרת מארג הבנה מוגדר. השוואה בין מצבי תפיסה חושית שונים מאפשרת ליצור סדר ולהגדיר סיבתיות. קארי הדגישה שגם בעלי חיים מגיעים לרמת המשגה זו, לדוגמה ציפורים מסוגלות לנווט את דרכן על פי ההתבוננות בכוכבים, והן מכוונות עצמן לכיוון דרום או צפון;
3. רמת המשגה של התאוריות האינטואיטיביות (intuitive theories), המתייחסת להבנה הקשורה לרמה התאורטית. קארי (Carey, 2009) תיארה את תהליך המעבר אל הבנה מושגית ברמה הגבוהה, שמשמעותה הוא יצירת תאוריות על העולם, שכדי ליצור אותן יש צורך לעבור תהליך של הינתקות מהתפיסה החושית. התזה המרכזית השנייה של הספר היא שלבני אדם, היחידים מבין החיות, ישנה היכולת ליצור מערכות ייצוג, שמגיעה לייצוגים שהם מעל לאלו של הייצוג החושי ושל ליבת החשיבה. כלומר, בני אדם יוצרים משאבים חדשים של ייצוג, ששונים באופן איכותי מהייצוגים שמהם הם בנויים" (Carey, 2009, p. 18).

את מערכות הייצוג הללו כינתה קארי (2009) "תאוריות אינטואיטיביות", שהאדם מְבַנֵּה כלפי העולם. המושגים אינם בודדים, אלא החשיבה האנושית יוצרת תאוריות לגבי העולם, ומשלבת את המושגים בתוכן.

מבחינת ההוראה בכיתה יש חשיבות לכל שלוש רמות ההפשטה, אבל מאמר זה יתמקד במעבר מרמת התפיסה החושית אל רמת "ליבת החשיבה". מעבר זה מתייחס להבנה שמקושרת הדוק אל החושים. כרגיל, התהליך המנטלי של ההמשגה תואר במקורות שונים בתור "מעבר מהמוחשי למופשט". נוסבוים (1999) ונוסבוים ויחיאלי (1999), מייצגי הגישה הקונסטרוקטיביסטית, התייחסו לשתי רמות הפשטה בסיסיות: המעבר מעולם התופעות, הנתפס בחושים, אל ההבנה המושגית המתייחסת אל העקרונות המארגנים את המציאות. גם כשהם מתייחסים במפורש לתהליך ההתבוננות המאפשר ללומדים להגיע לידי המשגה, הם אינם מפרידים בין תפיסות תאורטיות מופשטות שהגעה אליהן מחייבת להינתק מהמציאות, לבין כאלה שמקושרות בצורה חזקה אל ראייה פשוטה של המציאות. לעומת זאת, התיאור של קארי מפרט ומסביר בהרחבה דרגת ביניים שבה ישנו שילוב בין המשגה תאורטית וראייה פשוטה של המציאות, שהיא שונה מההמשגה הרחבה ברמה התאורטית, שמצריכה הינתקות מהסביבה המוכרת. התייחסות למרכזיות הראייה וההתבוננות בהוראה (כמרכיב העיקרי של התפיסה החושית), הביאה להתייחסות מיוחדת לתהליכי למידה שבהם מתרחש מעבר מראיית מציאות כלשהי אל הבנה ברמה המתקשרת אל ארגון המציאות ברמה גבוהה יותר, המאפשרת להגיע לידי הבנה טובה יותר של הסביבה. תהליך זה נקרא "למידה דינמית" (שור וכהן, 2001; Schur & Valanides, 2005). הלמידה הדינמית מתייחסת אל ההקשבה אל מקומו של הלומד, הבא לידי ביטוי בעצם האפשרות לראות סביבה או תופעה כלשהי כחלק מתהליך הלמידה, פעולה שאינה פשוטה ואינה מובנת מאליה. כשהיא מתרחשת היא יכולה לרגש. לדוגמה, תצפית על נביטת צמח או על תהליך שקיעה, מחייב למקד את הראייה בתופעות הנצפות. למידה ממוקדת ראייה מאפשרת להפעיל תהליכי תיווך כדי לעבור מראייה ראשונית להתבוננות המארגנת את המציאות ומביאה להתבוננות בסביבה ולהבנתה כך שישתנו הן היכולת לראות אותה והן האפשרות לקשר בין מרכיבים, שלא נקשרו יחד בתפיסת הלומד הראשונית.

תפיסה חושית והבנת מושגים

קארי התייחסה לתהליך ההבנה המושגית. התהליך מתחיל בהתייחסות החושים אל הסביבה. אין מדובר בשיפור היכולת להתבונן אלא בתפיסה מושגית הנובעת ישירות מן החושים ("ליבת החשיבה"):

התזה המרכזית הראשונה בספר היא שישנו סוג שלישי של מבנה תפיסתי, שאליוזבת ספלקה (Elizabeth Spelke) כינתה "ליבת הידע" (core knowledge), שנבדל שיטתית הן מהייצוג החושי (sensory-perceptual) והן מהידע התאורטי התפיסתי (representational systems) (Carey, 2009 : 10).

באיזה אופן קשורה הבנה מושגית לתפיסה החושית בכלל ולראייה במיוחד? קארי (Carey, 2009) תיארה בפירוט את דרך התפיסה של ילד קטן את העולם: חלק חשוב של ההמשגה נעשה באמצעות פעולת חשיבה של הילד על הגירויים החושיים, באופן המאפשר לילד ליצור תפיסה של הסביבה שמתקשרת ישירות עם נתוני החושים. עקרונות תפיסה זו אינם משתנים גם בבגרותו של הילד. הוא ממשיך לקשר באמצעות ניתוח חשיבתי את התפיסה החושית להגעה להבנה ברמה מסוימת כלפי הסביבה. זה מאפשר לו לתפוס את מרכיבי הסביבה על פרטיהם, לכנות אותם בשמות וליצור מהם קבוצות מרכיבים באמצעות שימוש בקריטריונים שונים. הידע המתפתח של הלומדים הבוגרים יותר, מאפשר להם להתייחס למערכות מורכבות יותר ולפרטים שאליהם לא יכלו להתייחס בגיל צעיר.

"ליבת החשיבה" באה לידי ביטוי באמצעות השפה הטבעית שבה תופס האדם את סביבתו. הבנה ברמת "ליבת החשיבה" מתבססת על תפיסות חושיות בסיסיות, שאינן תלויות בתאוריות אנושיות. עם זה, שינוי בידע, כמו היכולת לנקוב בשמות עצמים ספציפיים, מאפשר להגיע לידי ראייה מדויקת וממוקדת יותר של המציאות, ולראות בה פרטים רבים יותר. השימוש בשפה מאפשר ליצור קטגוריות, ולשייך אליהן עצמים. בגיל שנה, ילדים לומדים להבחין בין סוגי עצמים, שנקבעים באמצעות השפה, לבין תכונות של העצמים כמו צורתם או צבעם. השפה מאפשרת לילדים לקשר בין ישויות באמצעות סוגיהן. שימוש במילים מאפשר להבחין בפרטים וליצור קבוצות שלהם במציאות, ובכך לשנות את הייצוג ללא צורך להינתק מהתפיסות החושיות. קארי הדגישה את האופן שבו מילים מאפשרות לייצג מציאויות ברמת הולכת וגוברת של מורכבות (Carey, 2009: 272-285).²

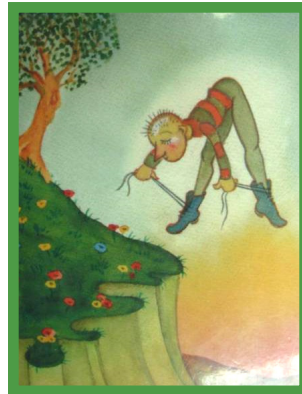
ביילרג'ון וקארי (Baillargeon & Carey, 2012) תיארו כיצד מגיעים ילדים להבנה ראשונית מהי "כמות", באמצעות שני מנגנוני חשיבה שנמצאים ברמת "ליבת החשיבה". המנגנון הראשון נקרא "ייצוגים אנלוגיים של גודל המספר" (analog magnitude representations of number), שמתייחס ליכולת ליצור קשר בין מספרים שונים לבין גדלים במציאות. המנגנון השני, נקרא אינדיבידואציה מקבילה של קבוצות קטנות (parallel individuation of small sets), שמתייחס ליכולת של ילדים קטנים לקשר בין קבוצות קטנות של צורות.

הבנה מושגית ברמה של "תאוריות אינטואיטיביות"

כדי להבין מהי הבנה ברמת "ליבת החשיבה", מן הראוי להבין מהי רמת ההבנה הרחבה יותר, רמת "התאוריות האינטואיטיביות". כבר בגיל צעיר ביותר בונה הילד תאוריות לגבי העולם שבו הוא חי. תאוריות אינטואיטיביות אצל ילדים משתנות בטבעיות, כחלק אינטגרלי מהתפתחותם. כאמור, תפיסה ברמת "ליבת החשיבה" אפשרית גם אצל בעלי חיים, לעומת זאת, תפיסה ברמה גבוהה יותר של הבנה היא נחלת בני האדם בלבד (Carey, 2009: 68, 90). לפי קארי, ילדים מגיעים לידי המשגה של סביבות, באופן שמחייב אותם להינתק מהתפיסה החושית. כדי להגיע להבנה רחבה ועמוקה יותר של המציאות, יש צורך לחוות תהליכי חשיבה שונים, כשהמרכזי שבהם הוא תהליך הניתקות מהחושים, אותו כינתה קארי "תהליך משיכת השרוכים" (bootstrapping). היא תיארה אותו באמצעות ציור של אדם המושך את

2 תיאור ניסויים שבהם התפתחות השפה אפשרה לילדים להגיע לרמת המשגה גבוהה יותר ברמת "ליבת החשיבה", הובא במאמרו של ביילרג'ון וקארי (Baillargeon & Carey, 2012).

שרוכי נעליו, ובאמצעות משיכה זו הוא מתרומם מעל לסכיבה שבה הוא מצוי. כך הוא מגיע לפרספקטיבות חדשות על המציאות, שאינן תלויות בתפיסה החושית בהקשר המוכר. התמונה להלן מתייחסת אל תהליך ההינתקות מהחושים, הנדרש לצורך הגעה להבנה מושגית רחבה של המציאות.



איור 1: תמונת השער של ספרה של קארי "מוצא המושגים" (The Origin of Concepts)

ילדים קטנים עוברים תהליכי שינוי תפיסתי ברמה של "תאוריות אינטואיטיביות". לדוגמה, קארי תיארה בהרחבה את תהליך הבנת הכמות בידי ילדים. תהליך שמתאפשר באמצעות האופן שבו מגיעים הילדים לשינוי הבנתם את משמעות המילים המתייחסות לכמות. מילים אלו (למשל: אחת, שתיים, שלוש), נתפסות בידי הילדים כמילים רגילות כשלמד לאומרן בסביבות גיל שנתיים. במשך כשנה וחצי-שנתיים עוברים הילדים בהדרגה תהליך הינתקות מההבנה הרגילה של משמעות המילים המציינות מספרים ועוברים להבנה חדשה שהן מייצגות כמות. על פי קארי, תהליכים דומים יעברו לומדים מבוגרים יותר בהתייחסות למושגים אחרים.

התמודדות עם הוראה של מושגים מורכבים יותר בכיתה, שמטרתה לאפשר ללומדים ליצור שינוי של ה"תאוריות אינטואיטיביות" הקיימות אצלם, מצויה בדרך ההוראה של המסע החשיבתי (שור, 2009; Schur & Schur, 1999; Galili, 2009).

ראייה כפעולה אקטיבית בחשיבה

מה הקשר בין תהליכי חשיבה לבין היכולת לראות מציאות כלשהי? היכולת לראות את המציאות אינה דבר שולי לחשיבה האנושית. צ'אנגיזי טען: "חצי מהמוח שלכם מתמחה בביצוע החישובים הדרושים לצורך תפיסה ויזואלית" (Changizi, 2009: 3). יש לברר מה הסיבות שדורשות עוצמת חשיבה כזו לצורך ראייה. לדעתו, אנו כבני אדם איננו מודעים לעוצמת כוחות הראייה המצוייה בנו. כוחות הראייה משפיעים בצורה עמוקה על תפקודים אנושיים רבים, ולכן חוסר תפקוד חלקים מסוימים שלהם בהקשרים מסוימים עלול לגרום לבעיות הבנה ולקשיי למידה. לטענת הופמן (Hoffman, 2000), הקלות של היכולת לראות, מטעה: "מאחורי הקלות של הראייה ישנה אינטליגנציה כל כך גדולה עד שהיא תופסת חצי מנפח המוח" (Hoffman, 2000: 11).

ריצ'רד גרגורי (Gregory, 1990) תיאר (בספרו הקלסי "עין ומוח") את החשיבה האנושית כפעילה ביותר בתהליך הראייה. הוא הדגיש את האקטיביות של המוח ואת יכולתו ליצור תמונה ויזואלית במצבים שונים, כולל אלה שבהם אין מספיק אינפורמציה. מר (Marr, 2010) התייחס אל הייחודיות בתהליך הראייה, שאינה דומה במורכבות שלו לתהליכים אחרים המוכרים לנו, כמו ייצוג במחשב.

על פי גרגורי (Gregory, 1990), תהליך הראייה הוא תהליך בדיקת השערות: "החושים אינם נותנים לנו תמונה ישירה של העולם. הם מספקים נתונים כדי לבדוק השערות לגבי מה שמונח לפנינו. אכן, אנחנו יכולים להגיד שתפיסה ויזואלית של

חפץ היא השערה, שמוצעת ונבחנת על ידי הנתונים החושיים" (Gregory, 1990: 13-14). גרגורי הדגיש את היכולת של החשיבה להרכיב אקטיבית את התפיסה הוויזואלית תוך שימוש במינימום אינפורמציה. מבחינתו, המערכת הוויזואלית פועלת כמו מדען, תוך ניסיון ליצור תמונה שלמה מתוך מצבים שיש בהם רק מעט אינפורמציה, ומתוך מצבים אלה לבנות ניבוי אינטליגנטי של מה שרואים. גם במקרים שבהם האינפורמציה שמועברת בידי החושים אינה מספיקה, בונה המוח את התמונה המתקבלת, המסתברת ביותר, בהתבסס על הידע העומד לרשותו.

תהליך הראייה מתייחס לבניית עולמות חדשים

לתיאור הכללי של דרכי הראייה והקשר שלהם ל"ידע" יש משמעות רבה בתהליכי הוראה ולמידה. רות (Roth, 2002) התייחס אל החוויה שבתהליך הראייה. האפשרות לראות דברים חדשים, שמתגלים למסתכל, מאפשרים לו לבנות את עולמו מחדש. אם תהליך הלמידה מאפשר ללומד לראות את עולמו באופן חדש, זוהי בנייה חדשה של עולמו. יש לזה משמעות רגשית, של בנייה מתמדת של עולמות באמצעות המפגש המחודש איתם. ראיית דברים חדשים יכולה להיות חוויה מרגשת בין שהיא מתרחשת בתחילת למידה ובין שהיא תוצר של הוספת ידע ומתרחשת בשלבים מתקדמים שלה. רות (Roth, 2002) תיארה את תהליך יצירת הראייה של הסביבה לאורך זמן, והתווספות מרכיבים חדשים המשנים את תמונת העולם. תהליך הראייה מפגיש אותנו עם העולם בהדרגה ומדגיש שגם במקומות שבהם אנחנו עוברים פעמים רבות, עשויה להיות חוויית ראייה אחרת, כשמתווספים מרכיבים חדשים, לעתים מפתיעים, לתמונת העולם שהייתה אצלנו עד כה.

רות (Roth, 2002) בנה רשימת מאפיינים של תהליך הראייה:

1. אי-אפשר להגדיר הגדרה סופית של תהליך ראיית מרכיב מסוים של העולם;
2. תהליך הראייה הוא היסטורי. הוא נבנה בתהליך שמתנה בחוויות של האדם. יותר ויותר מרכיבים נראים בידי הצופה, באמצעות ההתנסויות שלו;
3. אנחנו רואים עצם כלשהו כשהדבר שאנחנו מנסים לאתר נעשה רלוונטי מבחינה התנהגותית;
4. שדה הראייה שלנו מועשר בפרטים כשיש צורך אמיתי, כמו במצבי משבר או בעת סתירות בין דרכי התבוננות שונות;
5. כשעצם חדש מגיע אל התודעה בפעם הראשונה, הוא משנה אותה והופך להיות חלק אינטגרלי מתמונת העולם, שאינה יכולה להיראות יותר בידי המתבונן בלי אותו עצם.

ראייה אינה מובנת מאליה

פויירשטיין ועמיתיו (Feuerstein et al., 1988) ופויירשטיין (1998), הדגישו את הראייה כבסיס ליכולת להבין תופעות. פויירשטיין תיאר שני ילדים הנמצאים במוזיאון למדע בסן פרנסיסקו עם אימהותיהם, ופועלים על מוצגים. אחד התלמידים עבר במהירות בין המוצגים והפעיל אותם בלחיצה על הידיות והמנופים המצורפים אליהם. פויירשטיין הדגיש שלמרות שהילד לחץ על המקשים להפעלת המוצגים, הוא לא הסתכל עליהם כלל. כלומר, גם מוצגים שמביאים ילד לידי פעילות, אינם מביאים אותו בהכרח להפנות אליהם את מבטו ולשים לב למה שמתרחש בהם.

"הצורה המורכבת של ריי" (Rey's complex figure) הוא מבחן פסיכולוגי חשוב, המשמש חלק מהאבחון הדינמי של פויירשטיין (LPAD – Learning Potential Assessment Device). הדרישה הבסיסית מהנבדק היא להתבונן בצורה ולהעתיק אותה, ולאחר מכן לחזור ולצייר את הצורה מהזיכרון. במבחנים רבים באוכלוסיות מגוונות נמצא, שאנשים מתקשים להעתיק את הצורה שנמצאת לפנייהם.

רפי פויירשטיין (Feuerstein, 1997) הראה כיצד ילדה בת שמונה פירקה את הצורה למרכיביה הבסיסיים ביותר, כך שאפשר להתייחס לתפקודה החשיבתי במטלה זו כ"תפיסה אפיזודית של המציאות". דווקא מטלת הזכירה שלה הראתה ארגון טוב יותר, שהשתפר בצורה ניכרת לאחר התיווך שקיבלה.

פויירשטיין ועמיתיו (Feuerstein et al., 2002) הראו כמה מקרים שבהם נבדקים שונים בגילאים מגוונים התקשו להעתיק את הצורה המורכבת. אופן העתקת הצורה והדרך שבה זוכרים הנבדקים את מרכיביה, מאפשרת לנתח את תהליכי חשיבתם. ההתייחסות אל המרכיב החזותי מאפשרת לנבדקים לשנות את תפיסתם לאחר תיווך לא-ארוך. דבר זה מראה על הגמישות שיש בראייה, וכיכולת לשנות אותה באמצעות תיווך אסטרטגיות חשיבה כמו תכנון פעולות, יצירת סיכום, העלאת השערות ומתן שמות למרכיבים השונים.

נוסף לכך, אפשר לתווך את הסדר של המרכיבים ומספרם וארגון של המרכיבים הנמצאים בתוך החלק התחום במלבן ומחוץ לו. תיווך מאפשר לנבדקים לשנות את האופן שבו הם מארגנים את ראייתם את הצורה. בראייה הראשונית, מתקשים רבים – גם מבוגרים נורמטיביים – להבחין בפרטים ולארגן אותם גם בהעתקה, כשהצורה מצויה לנגד עיניהם. עיקר השפעת התיווך היא בשיפור תהליך הארגון של ההסתכלות בצורה, באופן שעובר להיות התבוננות מודעת. בעקבות התיווך משתנה ההסתכלות בצורה, והיא מאורגנת היררכית, כך שמרכיבים מסוימים נתפסים כראשיים ויתר המרכיבים מתחברים אליהם.

רות (Roth, 2002) תיארה ניסוי מדעי במעגל חשמלי מיוחד. הוא הדגיש את העובדה שהוא והסטודנטים שלו התקשו לראות בניסוי מרכיב מסוים של נורה בעלת צורה מיוחדת. המחשבה הראשונה שלהם הייתה שהנורה שהתבוננו בה, שבורה. רק בהתבוננות מדוקדקת יותר הבחינו בצורתה המיוחדת, דבר שהפתיע אותם.

מקרה נוסף שיכול להמחיש את הקושי בראייה פשוטה הוא בתצפית שערכה מורה למדעים עם תלמידות כיתה ט'. המורה יצאה עם תלמידות הכיתה לצפות בירח במהלך השיעור בשעות היום. השמים היו בהירים לחלוטין, ללא עננים. הירח נראה היטב בשמיים, אבל שתיים מהתלמידות לא ראו אותו. הן היו כל כך משוכנעות שירח אינו יכול להיראות בשעות היום, עד שסיברו בתוקף להודות שהן רואות את הירח (Schur, 2001).

ניסוי מפורסם נוסף בקשר לתפיסה חזותית, הוא הניסוי של שברי וסימונס (2012), שבו הראו לסטודנטים מאוניברסיטת הארווארד סרט ובו אנשים צעירים שהתמסרו ביניהם בכדור. החלק המשמעותי בניסוי תואר על ידם כך:

באמצע הסרט הופיעה על המסך סטודנטית שלבשה חליפת גורילה מכף רגל ועד ראש. היא נעצרה בין השחקנים, הסתובבה למצלמה, טפחה על החזה, ואז הסתלקה. בסך הכל היא הופיעה על המסך תשע שניות... הנתון המדהים הוא שכחצי מהנבדקים במחקר לא הבחינו בגורילה! מאז חזרו על הניסוי פעמים רבות, בתנאים שונים, עם קהלים מגוונים ובמדינות שונות, התוצאות תמיד זהות: כחצי מהמשתתפים בניסוי אינם רואים את הגורילה... אנשים אינם רואים את הגורילה, אך לא משום שיש להם בעיות ראייה. כשאנשים מפנים את תשומת לבם לאזור מסוים בעולם הוויזואלי, הם נוטים לא לשים לב לגופים בלתי צפויים, גם כשהגופים בולטים מאוד, מרכזיים, ומופיעים ממש במקום שאליו הם מסתכלים. במילים אחרות, הנבדקים מתרכזים כל כך בספירת המסירות, עד שהם "עיוורים" לגורילה העומדת מולם (שברי וסימונס, 2012: 15-16).

כהנמן סיכם את ניסוי הגורילה:

הצופים שלא הצליחו לראות את הגורילה משוכנעים בתחילה שהיא לא הייתה שם – הם לא יכולים לדמיין שהחמיצו אירוע כל כך בולט. המחקר של הגורילה מדגים שתי עובדות חשובות אודות החשיבה שלנו: אנחנו יכולים להיות עיוורים לדברים ברורים, ואנחנו עיוורים לעיוורון שלנו (Kahneman, 2011, p. 24).

מהדוגמאות שהובאו אפשר להסיק כי:

1. ראיית סביבה, תמונה או הדגמת ניסוי אינם מובנים מאליהם. בעבור המורים או המבוגרים שצפו בניסויים השונים שתוארו בסעיף זה, היה זה מפתיע שהם עצמם או שתלמידים במצבים שונים לא ראו דברים, שניצבו באופן בולט נגד עיניהם. המקרים הללו מדגישים את העובדה, שלמרות שראייה נראית לרבים כתהליך טבעי, שאינו מצריך התערבות מתווך, הרי שבמצבים רבים היא מתרחשת אחרת מהצפוי;

2. מאמץ ממוקד של ראייה בכיוון כלשהו מביא לכך שבכיוונים אחרים מתקיים "ליקוי קשב". פעולה מאומצת של חשיבה או פעולה גופנית מאומצת או התמקדות בדמויות האנושיות בתמונה, כמו בניסוי הגורילה, מביאים לחוסר יכולת לראות את חלקי התמונה המצויים מחוץ לתחום שבו ממוקדת הראייה.

למידה דינמית

מהי למידה דינמית

למידה דינמית מתייחסת אל הקישור השיטתי בין ראייה, למידה והתבוננות. למידה באה לידי ביטוי תוך התייחסות לתהליכי ראייה והתבוננות. המרכזיות בתהליכי ראייה והתבוננות בחשיבה האנושית מחייבות להתייחס אליהם בתשומת לב מיוחדת בהקשר לתהליכי הוראה ולמידה, כדי ליצור תפיסה תאורטית ותפיסה יישומית ביחס לשילוב שלהם בנלמד. שילוב כזה אפשרי כשהידע הנלמד מקושר לראייה ומאפשר התבוננות בסביבות רלוונטיות, תוך התייחסות לאופן שבו רואים הלומדים את אותן הסביבות במהלך הלמידה. הצירוף "למידה דינמית" מתייחס לתהליך הלמידה, שבה ישנה התבוננות מחודשת לאחר למידה באובייקטים שהלומדים כבר ראו. תהליך כזה דומה לזה של אבחון דינמי (Dynamic Assessment), שתואר ע"י פוירשטיין ועמיתיו (Feuerstein et al., 2002).

תהליך הלמידה הדינמית

תהליך הלמידה הדינמית יכול להיות אינטראקציה בת 10 דקות או תכנית לימודים במשך שנה שלמה. כיוון שהתבוננות וידע כרוכים זה בזה, תהליך הלמידה הדינמית מתחלק סכמטית לשלושה שלבים: השלב הראשון – ראייה ראשונית, שמשמעותה עצם היכולת לראות סביבה לימודית כלשהי. השלב השני, – שלב למידה המקושר לראייה. השלב השלישי – להתבוננות מסכמת בתום תהליך הלמידה, ליכולת ליצור הבנה מושגית חדשה המתקשרת אל ראיית הסביבה וליכולת ליצור סדר ברמה גבוהה יותר מהאופן שבו אורגנה הסביבה בידי הלומדים בתחילת התהליך (Schur & Valanides, 2005). השלב הראשון מתייחס אל ראייה המתקשרת אל הנושא הנלמד. במקרה של הפרוייקט "חושבים מדע", שאליו אתייחס בהמשך, התבקשו התלמידים לצייר את גבישי הקוורץ, שאותם יכלו לראות כשהתבוננו בחול באמצעות מיקרוסקופ מיוחד הנקרא בינוקולר. תחילת הלמידה בנושא התא, הייתה בהסתכלות ראשונית ובציור של תאים ספציפיים שנראו במיקרוסקופ. תחילת הלימוד בנושא הדיונות נעשתה באמצעות ראייה וציור ראשוני של הדיונות. גם בעת לימוד באמצעות תמונות, השאלה הראשונית היא, מה אפשר לראות בתמונה? הראייה הראשונית של סביבה או תמונה היא צעד ראשוני בהתייחסות לנושא הנלמד, שמאפשר למורה להאזין למקום הלומדים בכיתה המסוימת ביחס אליו, וכן ליצור דו-שיח ראשוני בנושא³.

אתגר ההוראה הוא כיצד להאריך את התהליך החווייתי מעבר להתרגשות הראשונית. במקרים רבים המורה עובר מההתרגשות אל הסבר מדעי מורכב, המשכיח את החוויה (Strang & Shayer, 1993). בקשת המורה מהתלמידים לצייר את מה שראו או להעלות השערות לגבי הסיבות לכך שהחול נראה באותה צורה מבעד לבינוקולר, מאפשרים להתייחס אל תפיסות התלמידים. דו-שיח כזה עם התלמידים יבהיר שהתלמידים רואים מרכיבים רבים, שחורגים מההסבר המדעי הצר. הם יעלו שאלות, שחלקן יהיה בלתי צפוי (Schur et al., 2001).

מורה המלמד נושא מסוים, צריך לצאת מתוך הנחה שעצם ראיית התלמידים את מה שהראה להם, אינו מובן מאליו. ראייה משותפת של מאפייני הנושא, מאפשרת לחוות יחד את התהליכים הללו:

1. להיות מודע, בתחילת ההוראה, למרכיבי הסביבה המסוימת שאותם רואים התלמידים איתם הוא עובד, ולכאלה שאינם רואים;

3 אפשר להתייחס גם לראייה של טקסט כתוב, אבל היא נעשית אחרת מראייה של סביבה או של תמונה.

2. המורה יכול למקד את ראיית התלמידים באופן שישימו לב למרכיבים המסוימים שאליהם הוא מכוון בראייתו;
3. תהליך הראייה הוא ארוך. רות (Roth, 2002) הדגיש שלקח כמה שיעורים עד שהתלמידים הצליחו לראות את צורת הנורה המיוחדת במעגל החשמלי. יש חשיבות לתת לתלמידים אפשרות ופרק זמן ראוי כדי לראות את מה שיש לראות בתחילת הלמידה, ולחזור ולהתייחס לראיית התופעות הרלוונטיות (או התמונות או הייצוגים השונים) גם בהמשך התהליך;
4. כיוון שיש קשר הדוק בין ידע לבין ראייה, בתחילת הלמידה יש לשער שחלק מהתלמידים יראו רק חלק ממה שנדרש, וגם יתקשו, לפעמים, להבין מה הם רואים. בחלק מהמקרים רצוי לדחות את תיקון האופן שבו רואים תלמידים מסוימים את הסביבה, הציור או הטקסט, עד שייחשף בפניהם ידע רלוונטי נוסף. ככל שהידע יתפתח, צפוי שתהיה לכך השפעה על מידת יכולת הלומדים לראות את הנלמד בהקשרים שונים.

השלב השני מתייחס אל הלמידה הרלוונטית המקושרת אל תהליכי הראייה וההתבוננות. ישנו קשר הדדי בין הידע לבין יכולת לראות סביבה. הידע החדש מאפשר להתמצא בסביבה לא-מוכרת, ולארגן אותה בחשיבה. סטרנג ושייר (Strang & Shayer, 1993) תיארו תהליך הוראת ריאקציות כימיות בכיתה ח' בלונדון. הדגש שלהם הוא על הקישור בין האופן שבו ראו התלמידים את החומרים לפני התרחשות הריאקציה, לבין מה שראו אחריה. במבט ראשון, היה קשה מאוד לתלמידים לקשר בין המוצרים שהיו בתחילת התהליך לבין התוצרים שהיו בסופו. המוצרים היו בצבע אחר מהתוצרים, ולא נראה כל דימיון ביניהם. החוקרים טענו שבמקרים רבים, מיד אחרי הריאקציה הכימית, מורים כותבים נוסחאות כימיות על הלוח, אך התלמידים אינם מצליחים לקשר ביניהם לבין התופעות שראו. לדבריהם, התלמידים מתקשים להבין כיצד המוצרים והתוצרים שנראים כל כך שונים זה מזה, יכולים להיקשר זה לזה. האופן שבו יצרו החוקרים (Strang & Shayer, 1993) קשר כזה בכיתה, הוא באמצעות הבנה החוקיות שמתרחשת, הבנה שישנו שימור של תכונות בתהליך. במקרה של ריאקציה כימית ישנו שימור המשקל בין המוצרים לתוצרים. מהלך ההוראה קישר בין עקרונות מדעיים לבין ראיית התהליכים. לדעתם, ההוראה התמקדה בתהליך החשיבתי שתואר בידי פוירשטיין: "שימור של קביעות" (Feuerstein et al., 2006), תהליך המתייחס לתהליכי החשיבה של הלומדים. במקרה המתואר, התייחסו הלומדים למרכיב המשקל שנשאר קבוע בתהליך הכימי. בראיית הפן החיצוני נראה היה ששום דבר לא נשאר קבוע בתהליך הריאקציה הכימית, אבל הבנת העקרונות אפשרה לראות אחרת את התהליך.

בעקבות חקר תהליך פתרון בעיות בפיזיקה (מכניקה), אצל סטודנטים באוניברסיטה בדרום אפריקה, טען מל (Mehl, 1991) שאחת הבעיות הקשות שעומדות בפני הסטודנטים היא הצורך לבנות בדמיון ייצוג של מה שיש בבעיה. לטענתו, במרבית המקרים הלומדים אינם מקשרים בין בעיה במכניקה, בעיית תנועה, לבין יצירת דימוי ויזואלי של אותה בעיה. זה מביא אותם להתייחסות סכמטית לבעיה, ולחוסר יכולת להתייחס לשינויים בבעיות ספציפיות, שחורגות מהנורמה. היכולת ליצור הבנה כזו, מחייבת להתייחס לתהליכי חשיבה ולהבנת עקרונות, שבאמצעותם יוכלו הלומדים להבנות תיאור חזותי של הבעיה בצורה ברורה.

כדי להגיע לידי השילוב בין ידיעה לבין ראייה יש צורך להתייחס אל שתיהן במהלך הלמידה. אם הידע נלמד במנותק מהראייה של הסביבה, הרי שיש חשש שהלומד לא יחבר אותם כשיזדמן לו לראות את התופעה. גם לאחר למידה, אין כל ערובה שאכן תלמידים יראו את הקישור בין הנלמד לבין הסביבה. רות (Roth, 2002) טען שראיית סביבה או תמונה אינו דבר שמגיע לידי סיום. תמיד אפשר להעמיק ולראות עוד מרכיבים בסביבה ולהבין יותר לעומק את מה שרואים. תהליך הקישור בין ידע לבין ראייה מאפשר גם לשפר את מיומנות ההתבוננות של הלומדים, שמתנסים בחוויה לאורך זמן.

השלב השלישי מתייחס אל האופן שבו מקשרים הלומדים את המושגים המדעיים שנלמדו עם הראייה של הסביבה. לאחר שלמדו יוכלו התלמידים להתבונן בסביבות רלוונטיות ולראות אותן באופן שונה מאוד ממה שראו אותן בתחילת התהליך הלמידה.

תהליך הלמידה מתאפיין בשלבים שמשנה כספי כינה פס"ח – פליאה, סקרנות וחקרנות (שור, 2010). בתחילת הלמידה היה תהליך פליאה: הראייה הראשונית גרמה ללומדים התרגשות במפגש עם הלא-צפוי. לדוגמה, הם לא חשבו שחול תחת מיקרוסקופ יאפשר להם לראות גבישי קוורץ יפי צורה. אבל בסיום הלמידה אפשר להתרגש דווקא מתהליכי החקרנות, מיצירת סדר וארגון בתופעות שממבט ראשון נראו לא מסודרות ולא מובנות. דוגמה לתהליכים אלה אפשר לראות אצל הלומד באיור 6 (ראו בהמשך המאמר), שכתב בסיום תהליך הלמידה: "איזה יופי!" אחרי שלמד במשך השנה על הדיננות, היה מסוגל להתרגש מחוויית ראייתן בצורה אחרת ממה שנראו לו בתחילת השנה. האפשרות להגיע אל השינוי המושגי ברמה של "ליבת החשיבה" (Carey, 2009), יכול ליצור תחושת מסוגלות אצל תלמידים, שמצליחים לקשר את הנלמד בכיתה עם ראייה מחודשת של סביבת רלוונטיות.

שימוש בציורים לשיקוף תפיסות ועמדות של הלומדים

סליירנו ועמיתיה (Salierno et al., 2005) התייחסו אל ציורי ילדים כאל אמצעים לעמוד על התפיסות השגויות של לומדים וכאמצעי לסייע להם להגיע לשינוי מושגי בהוראת מדעים. נוסבוים (1999) השתמשו בציורים של מרואיין לצורך האזנה למקומו בהיררכיית ההתפתחות המושגית של כדור הארץ. רו (2012) התייחס אל האופן שבו אפשר לנתח מצבים רגשיים של ילדים לפי ציורים שציירו. בחלק מהציורים שציירו בדיונות הגדילו תלמידים את דמויותיהם ביחס לחבריהם. להגדלת דמות או להקטנתה יש משמעות:

הגדלה או הקטנה של הדמות לעומת דמויות אחרות בציור המשפחה ללא קשר לגודלן במציאות הן מן הסימנים השכיחים לציין חשיבותן, עוצמתן או סמכותן (החיובית או השלילית) בעיני הילד המצייר [...]. לדוגמה, כאשר הוא חש חשוב פחות מאחיו ואחיותיו, הוא מצייר עצמו קטן מהם, אף על פי שייתכן שהוא הבכור במשפחה (רו, 2012: 56-57).

נוסבוים (1999) השתמשו בציור מושגים בהרחבה כשביקש מילדים לצייר אוויר בתוך מבחנה ואת השינויים שחלים בו בעקבות חימום. הילדים הראו רמות שונות של שינוי תפיסתי במעברם מתפיסה רציפה של האוויר אל תפיסה שהוא מורכב מחלקיקים שיש ביניהם מרחקים גדולים, ושיש חשיבות לריק כמרכיב חשוב במבנה האוויר.

מטרות המחקר

במחקר זה מתוארים שני ניסויים שנערכו כדי להתייחס לשילוב בין ידע וחשיבה לבין ראייה והתבוננות. המחקר מתבסס על ציורי סביבות שונות שציירו הלומדים. הלומדים ציירו סביבות שונות אותן ראו באופן ישיר ללא תיווך. בהמשך נוסף מרכיב תיווך ידע וחשיבה והלומדים התבוננו שוב באותן סביבות. נבדקה מידת השינוי שהתרחש באופן שבו הם ראו את הסביבה בהשוואה לציור הראייה הראשונית.

מטרת שני הניסויים היא להבין את תהליכי השינוי התפיסתי המתמייחסים אל החושים, ומתוך כך להמחיש את המרכיב התאורטי של הלמידה הדינמית. ניתוח התהליכים שחוו מעשית, מאפשר להבין טוב יותר את השלבים השונים של הלמידה הדינמית ואת ההמשגה המתאפשרת ברמת "ליבת החשיבה". ישנם שלושה מרכיבים למטרה הנ"ל:

1. להמחיש את האופן שבו ראו לומדים סביבות שונות בראייה הראשונית;
2. לבדוק את מידת השינוי שחל בתפיסת הלומדים בעקבות תהליכי תיווך באופן שבו לידי ביטוי בציורים שציירו;
3. לקשר בין עקרונות הלמידה הדינמית לבין הבנה מושגית ברמת "ליבת החשיבה".

מתודולוגיה

בשני חלקי המחקר יש מרכיב של מחקר איכותני מסוג חקר מקרה ודגש תאורטי (Creswell, 2007). נוסף לכך, בחלק השני של הניסוי ישנו גם מרכיב של ניתוח כמותי של התוצאות. ניתוח הממצאים בחלק האיכותני נעשה בדומה לניסוי

שערך נוסבוים (נוסבוים, 1999: ב: Nussbaum, 1985). הציורים שציירו הילדים אפשרו להמחיש את השינוי התפיסתי שחוו וכן לקשר את המקרה הפרטי עם התאוריה של השינוי התפיסתי. בניסוי הראשון התמקד הניתוח בציורי שני תלמידים, שהתקשו לראות את סביבת הדיונות בתחילת השנה. בסיום השנה אפשר היה לראות בציוריהם שינוי משמעותי בתפיסתם את סביבת הדיונות (שור וכהן, 2001: Schur & Valanides, 2005)⁴. עם זה, החדוש שבקישור אל תפיסת "ליבת החשיבה" והאפשרות לחבר את התוצאות אל ניסוי נוסף, מאפשרים להבהיר את משמעות התוצאות מחדש. בניסוי השני, סטודנטיות וילדים יצאו לסביבות שונות וציירו אותן. לאחר מכן שוחחו על מה שראו ועל הציורים שציירו, וחזרו וציירו את אותן סביבות. בניסוי היה ניתוח כללי של תהליך ההתבוננות ושל השינוי שהתחוללו. הובאו שלוש דוגמאות של ציורי ילדים שנותחו לעומק. שתי דוגמאות מתייחסות לציור של סביבה שבה לא נדרש ידע מדעי, ודוגמה נוספת היא ציור פרח, שבו היה מיקוד בפרטים ונדרש ידע מדעי.

אוכלוסיית המחקר

ניסוי 1 נערך בשנת 1991 במסגרת תכנית "חושבים מדע" של מכון וייצמן בהובלת פרופ' ניר אוריון (Ben Menachem et al., 2001; Schur et al., 2001). 21 הכיתות שהשתתפו בתוכנית למדו מדע עם דגש על למידה חוץ-כיתתית ועל התבוננות בסביבה. בכיתות ז' היה הנושא המרכזי של ההוראה: הדיונות. לצורך התכנית חוברו כמה חוברות לימוד הן לעבודה בכיתה והן לפעילויות בסיורים.

ציורי שני התלמידים נבחרו מתוך מאות ציורים. לתלמידים שנבחרו היה קושי לראות את הסביבה בסיום השנה. ממצא שאפשר לאפיין את תהליך השינוי שעברו ואת הקשר בין תפיסתם בתחילת השנה לבין זו של סיום השנה, לאחר הלמידה. שני התלמידים, שציוריהם נותחו במאמר, למדו בכיתות ז' רגילות, ולא היו עולים חדשים, כמו חלק ניכר מהתלמידים שהשתתפו בתכנית.

ניסוי 2 כלל 31 מורות למדעים, שהיו סטודנטיות⁵ בקורס לתואר שני במכללה להוראה, בשנת 2010. הן קיבלו מטלה: לצאת עם ילד ולצייר סביבה. חלק מהן יצאו עם יותר מילד אחד. השתתפו בניסוי 40 ילדים: 24 בנות ו-16 בנים. הסטודנטית והילד ציירו, בנפרד, סביבה שנבחרה. לאחר מכן הראו זה לזה את ציוריהם ושוחחו עליהם. בסיום השיחה הסטודנטית והילד חזרו וציירו את אותה סביבה. חלק מהסטודנטיות בחרו לצייר עם הילדים את המראה הניבט מביתן, אחרות בחרו לצאת למקומות שונים ולצייר אותם; היו שציירו ניסויים מדעיים, צמחים או תופעות טבע כמו שקיעה. במסגרת מאמר זה מוצג ניתוח כולל של מאפייני השיח בין הסטודנטיות לבין ילדים ומידת השינוי שחל בציורים וכן ישנה התייחסות לכמה ציורים ספציפיים.

כלי המחקר

הניסויים התבססו על ציורי תלמידים. ניתוח הציורים נעשה בהתייחסות למרכיבים תואמים את מודל הניתוח של ברק (2012). בכלי המחקר RDA (Reflective Drawing Analysis) תוארו ארבעה שלבים מומלצים:

1. ציור בידי הנבדק בזמן שהחוקר מראיין אותו;
2. ניתוח הציור בידי החוקר ופרשנותו;
3. אימות הניתוח על הנבדק;
4. סיכום הממצאים ויצירת קטגוריות העונות על שאלות המחקר.

4 על ניסוי זה דווח פעמיים בכנסים ובספר שיצא בעקבות כנס IOSTE בקלמטה (Kalamata) יוון בשנת 2005.

5 משתתפות המחקר שהיו מורות וחלקן גם אימהות של הילדים, יכוננו בשם "סטודנטיות" כדי להקל על הקורא.

במחקר זה התייחסנו לשלבים של ברק (2012), שאינם מתייחסים לניתוח דמויות אנושיות. ניתוח הציורים בסוף התהליך נעשה בידי שני כותבי המאמר ועם חוקרת נוספת. להלן הקריטריונים לניתוח והאופן שבו הם מתקשרים לדרך הניתוח של ברק (2012):

1. מקומו של יעד ההוראה. השאלה הראשונה, שאמור מורה לשאול בעת ניתוח ציור של תלמיד היא מה מקום יעד ההוראה בציור התלמיד. הוא אמור לשים לב, אם היעד המרכזי של ההוראה מופיע בכלל בציור. אם כן, האם הוא ממוקם במרכז הציור? יש לשים לב אילו מרכיבים נוספים כולל התלמיד בציור, ואיך הם מתקשרים ליעד ההוראה. קריטריון זה מתאים לקריטריון הראשון של ברק (2012): "סביבת הציור" – הרקע הכללי של המקום שבו צויר הציור;
2. הגודל היחסי של המרכיבים השונים. ככל שנושא תופס מקום גדול יותר בציור, יש להניח שהוא מעניין יותר בעבור התלמיד שצייר אותו. לפי הקריטריון השלישי של ברק: "המיקום והגודל של האובייקט בציור עשויים להצביע על חשיבותו בעיני המצייר. ככול שהאובייקט גדול יותר או ממוקם במרכז הדף, כך המצייר מייחס לו חשיבות רבה יותר" (ברק, 2012: 167).
3. הפרטים שמופיעים בציור. אם פריט מופיע ללא ציון פרטים עליו, ההנחה היא שמידת העניין של התלמיד בו היא מוגבלת. לעומת זאת, אם נושא כלשהו מצויר תוך התייחסות מפורטת, יש להניח שהתלמיד התעניין בו. ברק התייחסה ל"סוג האובייקטים המופיעים בציור ומספרם" והסבירה: "ציור הכולל מספר רב של אובייקטים מסוג מסוים עשוי להצביע על המשקל הרב ועל תשומת הלב היתרה שניתנו לו על ידי המצייר." "אובייקט המצויר בצורה מפורטת עשוי להצביע על חשיבותו הרבה בעיני המצייר" (ברק, 2012: 167).
4. התייחסות למרכיב ריגושי. תלמידים המציירים את עצמם או דמויות אחרות עם חיוך, הם משקפים מרכיב ריגושי וחוויתי נוסף למרכיב המדעי. אותו דבר לגבי הוספת הערות כתובות המצביעות על חוויה או הנאה. ברק התייחסה אל הבעות פנים המראות התייחסות רגשית של המצייר. בקריטריון אחר התייחסה לקשרי הגומלין בין הדמויות השונות בציור, כמראות על היבטים רגשיים שונים: "שתי דמויות של תלמידים המצוירות כשהן מושיטות ידיים זו לזו, מראות על קשר חיובי ביניהן. לעומת זאת, דמות של מורה המצוירת במרחק ניכר מתלמידיה, מראה על חוסר קשר בינה ובין תלמידיה" (ברק, 2012: 167).

מהלך המחקר

ניסוי 1: בחירת הציורים נעשתה בהתאם לתהליך השינוי ששיקפו, לאחר סיום תהליך ההוראה. בניסוי זה לא הייתה אפשרות לראיין את שני התלמידים שציוריהם נבחרו. לכן הייתה התייחסות חלקית לשלבים 1 ו-3 של ברק (2012). הציורים נאספו במהלך השנה, תוך כדי תהליך הלמידה של הכיתות. כל כיתה יצאה כמה פעמים במהלך שיעורי המדעים לסיוורים לימודיים, שארבעה מהם היו אל הדיונות. בכל סיור עבדו התלמידים עם דפי עבודה, תוך תצפיות שיטתיות במקומות מרכזיים בשטח. בפעילות הראשונה, כחלק מהפעילות הלימודית בחוברת הלימוד, הובאו התלמידים אל הדיונות הקרובות לבית ספרם, והתבקשו לצייר מה שראו ממקום מושבם בדיונות (ראו באיור 3). בסיום שנת הלימודים חזרו התלמידים אל אותם המקומות, וציירו פעם נוספת את מה שראו בעת שבתם על הדיונות. כאמור מתוך הציורים הרבים, נבחרו אלו שצוירו בידי שני תלמידים, שמתוכם אפשר להתייחס אל מרכיבים תאורטיים, שבהם ממוקד המאמר.

ניסוי 2: ניתוח הציורים בניסוי זה קרוב יותר לדרך המומלצת על ידי ה-RDA. הציורים צוירו כחלק מעבודת הסטודנטיות במהלך קורס אקדמי. הריאיון עם הנבדקים נערך בידי הסטודנטיות, שציירו גם הן את האובייקט. ניתוח הציור הראשוני היה בידי הסטודנטיות, ולאחר מכן צויר ציור נוסף, שאינו מצוי בתהליך המוצע בידי ברק, שכן מטרת הניסוי במקרה שלנו הייתה לבדוק תהליך שינוי. התלמידים והסטודנטיות הסבירו גם את הציור השני. תהליך סיכום הממצאים נעשה הן ברמה הכללית והן בבחירת כמה ציורים לניתוח מפורט, כמו שנעשה במאמר של ברק (2012).

תוצאות המחקר

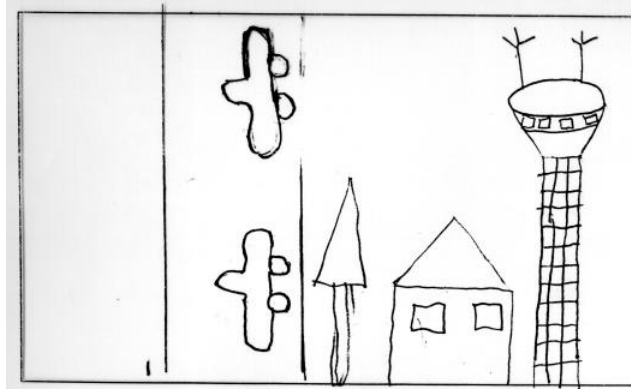
ניסוי 1 – התבוננות בדיונות

ראייה ראשונית

מגוון הציורים הוא כמספר הלומדים. אין שני ציורים שווים, ומרבית הציורים שונים מאוד אחד מן האחר. כל אחד מהלומדים צייר את הסביבה אחרת. חלק מהציורים התמקד בתלמידים עצמם ובמיקומם על הדיונות. הם ציירו את עצמם ואת חבריהם על הדיונות. אחרים שמו לב לאירועים שהתרחשו בסביבת הדיונות (למשל משאיות שנכנסו כדי לגנוב חול). היו ציורים שהתייחסו לסביבת הדיונות, ולדברים שראו שם, כמו צמחים ועקבות. מתוך הציורים הרבים נבחרו שניים, שבאמצעותם אפשר לקבל תמונה על תהליכי השינוי המושגי ברמת "ליבת החשיבה", שמתחוללים אצל לומדים במהלך למידה.

תלמיד 1

באיור 2 (מצורף להלן) נראה כביש ועליו שתי מכוניות, מגדל מים, בית ועץ. התלמיד שצייר אותו לא כלל את הדיונות בציור שלו. הוא ישב על דיונה, סביבו השתרעו חולות (ראו באיור 3). הרעיון של הסיור הלימודי הראשון אל הדיונות היה ליצירת היכרות ראשונית איתן, וציור שלהן כפעילות ראשונה. התלמיד שצייר את איור 2, לא צייר דיונות כלל. הוא התמקד בכביש תל אביב-אשדוד המצוי לא-הרחק מהדיונה של יבנה, וכן צייר כמה עצמים ממקום מגוריו, שבתיו נושקים לדיונות, ומשכו את תשומת לבו. התלמיד חיבר בין שני מקומות שמבחינה פיזית אין ביניהם שום קשר. הכביש רחוק מאוד מהבתים של יבנה, אבל התלמיד בחר לצייר אותם במרכז ציורו, מכיוון שאלה הדברים שעניינו אותו ומשכו את תשומת לבו בעת שישב על הדיונה. פריטים אלה עניינו אותו הרבה יותר מאשר הדיונה וכל אשר התרחש בה באותה עת. זה הציור שלו:



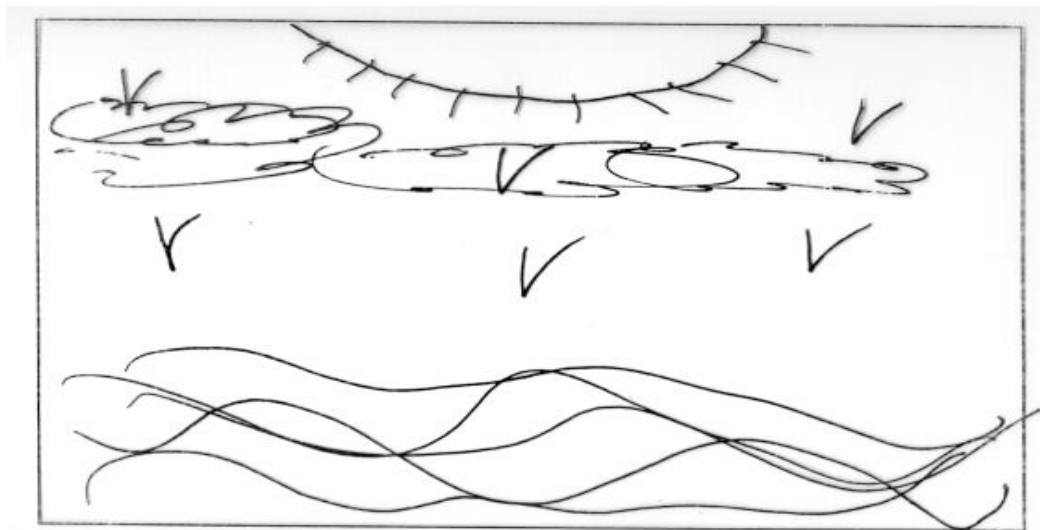
איור 2: ציור ראשוני של הסביבה של תלמיד 1



איור 3: הדיונות שעליהן ישב תלמיד 1 בעת שצייר את איור 2

תלמיד 2

לומד נוסף הדגיש את הדיונות בציורו. הוא תיאר אותן כריקות, אך צייר ציפורים, עננים ושמש.

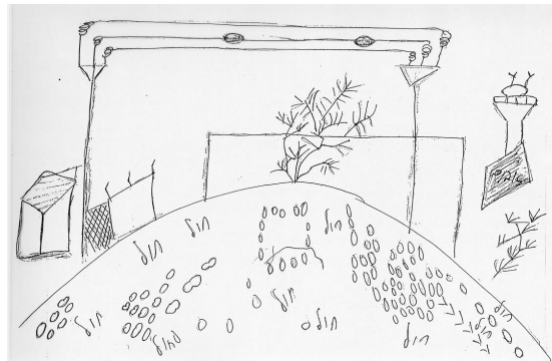


איור 4: ציור ראשוני של תלמיד 2 של סביבת הדיונות.

התבוננות מסכמת

התלמידים למדו במהלך השנה על החי בסביבת הדיונות, ואף צפו בבעלי חיים בדיונות הן ביום והן בשעות החשכה. בסיום השנה חזרו הלומדים אל הדיונות שבהן ישבו בתחילת התכנית, וציירו אותן שוב. בנייתו הציורים אפשר לראות שהלומדים רכשו שפה חדשה. בהתבוננות המסכמת אפשר לראות כי השפה המדעית באה לידי ביטוי בציוריהם ובשילוב

איתה, אפשר לראות את הפן האישי שהביא כל לומד לידי ביטוי גם בסוף השנה. יתרה מזאת, השפה המדעית השתלבה עם האופן הייחודי שבו כל אחד מהלומדים ראה את הדיונות וצייר אותן. בציורי סיום השנה אפשר לראות שילוב שפות, בין שפה מדעית לשפה אישית, כפי שכל אחד מהלומדים ייצג בחשיבתו ובדרך שביטא בציור. להלן אפשר לראות את ציורי שני התלמידים בסוף השנה. בשני הציורים אפשר להבחין אילו מרכיבים נשארו כפי שהיו בתחילת השנה ואילו מרכיבים נוספו בעקבות למידה במהלך השנה וקישורה לדיונות. הדיונות נכנסו בכירור לשני הציורים. הלמידה הביאה לשינוי האופן שבו ציירו הלומדים את סביבתם.



איור 5: ציור של תלמיד 1: סביבת הדיונות לאחר למידה, בסיום השנה

באיור 5, בולטת העובדה שהתלמיד שבתחילת השנה לא התייחס כלל לסביבת הדיונות, בסיום השנה צייר את הדיונות כמרכז הציור. עם זה, מרכיבי הדיונות שעליהם למד במהלך השנה, משתלבים עם המאפיינים של תפיסתו בתחילת השנה. גם בציור המסכם עדיין מופיעים מגדל המים והבית ביבנה, כפי שנראו בתחילת השנה, אם כי בגודל מוקטן. אפשר לראות את מידת העניין של התלמיד במרכיבים טכנולוגיים: בציור יש עמודי מתח גבוה הנראים מן הדיונה. בניגוד לתחילת השנה ובעקבות הלמידה, הכניס התלמיד את הדיונה והראה מרכיבים טבעיים שונים שלה: צמחים, עקבות בעלי חיים ועקבות בני אדם.



איור 6: ציור של תלמיד 2: סביבת הדיונות לאחר למידה, בסיום השנה

באיור 6, שבתחילת השנה נראו בו ציפורים ושמש, והדיונות היו ללא פרטים, אפשר לראות שוב את אותם מרכיבים, אבל נוספו פרטים רבים. הפרטים משקפים את השינוי התפיסתי שחל אצל התלמיד ומכניסים שמחת חיים אל התמונה, שמחה שאולי נבעה מחוויית הלמידה והיכולת לראות אחרת את הסביבה. הדיונה אינה ריקה, יש בה בעלי חיים ואנשים. האנשים, התלמידים, אומרים זה לזה: "איזה יופי". רואים עקבות וצמחים, והשמש מחייכת.

ניתוח התוצאות

א. ניתוח הציורים של שני הלומדים בתחילת הלמידה ובסופה

הניתוח ממוקד בשלושה מרכיבים:

1. מקום יעד ההוראה. בציור הראשון של תלמיד 1, יעד ההוראה, הדיונות, לא צויר כלל. זה השתנה בציור השני שלו, שבו יש לדיונות מקום מרכזי. אצל תלמיד 2, גם בציור הראשון היה לדיונות מקום, אבל איכותן השתנתה. בציור השני, מקומן מרכזי יותר ויש פירוט רב של החי והצומח שעליהן.
2. הגודל היחסי של המרכיבים השונים. מרכיב הדיונות תפס מקום גדול יותר בציורי שני התלמידים בסיום השנה בהשוואה למקום שתפס בתחילתה. בשני הציורים, (איורים 5 ו-6), הדיונות תופסות כמחצית העמוד.
3. הפרטים שמופיעים בציור. בציור הראשון של תלמיד 1 לא הייתה כלל התייחסות לדיונות ואצל השני הן צוירו ללא פרטים. לעתים גודל הנושא בציור עלול להטעות. לדוגמה, בציור הראשון של תלמיד 2 (איור 4), מצוירות הדיונות בגודל משמעותי, אבל הן ריקות לחלוטין. הן מצוירות ללא ציון פרטים. מכאן יש להניח שמידת העניין בהן מצד התלמיד, מוגבלת. לעומת זאת, בסיום השנה, ציורי הדיונות של שני התלמידים כוללים פרטים רבים. תלמיד 1 צייר עקבות, צמחים, והוסיף גם קווי מתח גבוה ואת בנייני יבנה. תלמיד 2 צייר ילדים צועדים בחולות, עקבות וחיות, שמים עם עננים, ציפורים – ואת השמש צייר הפעם כמחייכת. אפשר לראות את השינוי הכולט בידע ובעניין שגילו התלמידים בדיונות. תלמיד 2 שצייר את הילדים הולכים בחולות ואומרים: "איזה יופי" והוסיף את השמש מחייכת, שיקף הוספת מרכיב ריגושי וחוויתי אל המרכיב המדעי.

ב. ראיית הסביבה בתחילת השנה ובסופה

1. לכל תלמיד יש דרך ייחודית לתפוס סביבה מסוימת ולציירה. דרך הייצוג של כל אחד מהלומדים מצביעה על אופן תפיסתו את הסביבה שעליה הוא מסתכל. כל אחד מן התלמידים ייצג באופן ייחודי לו ושונה ביותר מחברו את אותה הסביבה שבה נמצאו בעת שציירו את ציוריהם. שני התלמידים לא התייחסו כמעט בכלל אל הסביבה בה שהו בהתבוננות הראשונה שלהם, ושהייתה המטרה ללמידה. מרכיבים אחרים נראו משמעותיים ומעניינים יותר בעבורם.
2. הציור מאפשר לראות את השילוב בין התפיסה היום-יומית לבין התפיסה המדעית בהבנת התלמידים. ציורי התלמידים מראים על השינוי שחל באופן שבו יצגו את סביבת הדיונות לפני הלמידה ואחריה. מושגים מדעיים משתלבים עם מושגים יום-יומיים בחשיבת הלומדים. בתחילת הלמידה ייצג כל אחד מהלומדים את הסביבה באופן אישי. הציורים הראשונים מבטאים סיפור. תלמיד 1 שם לב למגדל המים ולכביש המהיר, ואילו תלמיד 2 מיקד את מבטו בעננים, בציפורים ובשמש. גם לאחר הלמידה אפשר להבחין בבירור בייצוג הסביבה האישי המיוחד לכל אחד מהלומדים. המרכיבים הטכנולוגיים ומגדל המים של יבנה נשארו בציור של תלמיד 1, אם כי מגדל המים נדחק לשולי התמונה. גם אצל תלמיד 2, נשאר הסיפור שסיפור. הציפורים, העננים והשמש נראים בבירור גם בסיום השנה, אך מרכזיותם השתנתה. הציור של כל אחד מהם שיקף את התהליך שעבר, ואפשר לו לחבר בין האופן שבו תפס את

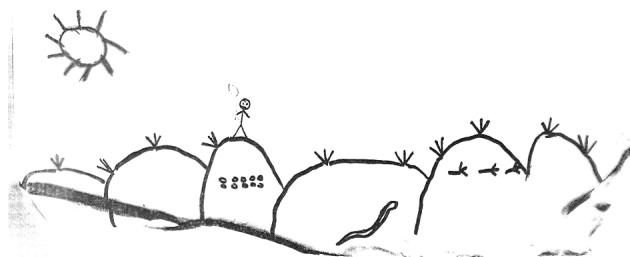
הסביבה לפני תחילת הלמידה, עם מה שלמד במהלכה. אפשר לראות כאן חיבור שפות. השפה האישית של הלומד מאפשרת לו לייצג את הסביבה בצורה מסוימת. השפה המדעית, שבה נעשה שימוש בכיתה, נכנסה אל הייצוג החזותי של הסביבה בסיום השנה. הציורים בסיום השנה מאפשרים לראות את שילוב השפות.

3. הידע שנרכש במהלך הלמידה אפשר לתלמידים לשנות את האופן שבו הם רואים את הסביבה. שילוב הידע החדש שנרכש עם היכולת לתרגם אותו לייצוג חזותי של הסביבה, בא לידי ביטוי באפשרות לראות את הסביבה באופן חדש. השפעת השינוי בידע על ראיית הסביבה הביאה את תלמיד 2 לידי התרגשות, שבאה לידי ביטוי בציור שצייר. הוא הבין שנוצר סדר חדש בתפיסתו את הדיונות, ודבר זה אפשר לו לראות אחרת את אותה הסביבה.

4. התלמידים למדו למקד את מבטם בחלקים הרלוונטיים של הסביבה הקשורים לנושא הנלמד. התיווך שנעשה התייחס גם לתהליכי החשיבה של התלמידים, ובעיקר לצורך למקד את מבטם בחלקים הרלוונטיים של הסביבה שהיו קשורים לנלמד. מיקוד הראייה לא ביטל את הייחודיות של האופן שבו הילדים ראו את סביבתם.

5. שילוב הוראה עם ראיית הסביבה מאפשר להכניס את הנלמד אל עולמם של התלמידים. רק לאחר למידה אפשר לצפות מתלמידים שיצליחו לראות מרכיבים בסיסיים בסביבות מורכבות. גם בסוף השנה נשמרה ייחודיות ראיית הסביבה אצל שני התלמידים, והשתלבה בהתבוננות שהתבססה על ידע מדעי.

6. שינוי ברמת תפיסת הסביבה. התלמידים עברו תהליך שינוי תפיסתי, מתפיסה חושית שהתבססה על מה שראו, לרמת "ליבת החשיבה" (על פי קארי (Carey, 2009)).



איור 7: ראייה ראשונית של תלמיד בתחילת השנה בסביבת הדיונות

השוואה בין איור 7 לבין איורים 2 ו-4, שגם הם הראו ראייה ראשונית של סביבת הדיונות, מעלה שיש בו התייחסות למרכיבים טבעיים שאפשר לראות בדיונות (עקבות בני אדם, עקבות חיות, בעלי חיים וצמחים, וילד עומד על אחת הדיונות. הילד שצייר את איור 7 גילה עניין בחיים המצויים בדיונות ובסימני חיים שאפשר לראות על פניהן כבר בפעם הראשונה שהתבקש לצייר את הדיונה שעליה ישב.

השוואה בין איור 7 לבין איורים 5 ו-6, שמראים את סביבת הדיונות כפי שנראתה ללומדים בסיום השנה, מלמדת על העלייה ברמת המורכבות וברמת הארגון של הציורים שצוירו בסוף השנה לעומת זה שצויר בתחילתה, גם כשהלומד שם לב לדיונה ולמרכיביה. איורים 5 ו-6 מראים דיונות, שבכל אחת מהן יש מגוון תופעות שמסודרות ומאורגנות בידי הלומדים.

אפשר להסיק מכאן, שלעתים ראייה ראשונית של לומד כלשהו, כמו זה של איור 7, תדמה לתפיסה ברמת ליבת החשיבה של לומדים אחרים, תוך שימוש במרכיבים, שאצל לומדים אחרים לא נתפסו בחושים בתחילת הלמידה.

הניסוי השני – ציור סביבה עם מורה וילד תוצאות הניסוי

בניסוי נבדקו שני מרכיבים כוללים:

- רמת השיח בין הסטודנטיות והילדים.
- מידת השינוי שחל בציורי המורות והילדים לאחר השיחה וההתבוננות האחד בציורו של האחר.

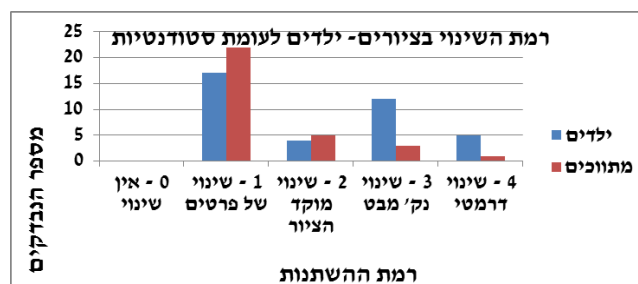
א. רמת השיח. השיח בין הסטודנטיות לילדים חולק לחמש רמות:

1. לא התרחש דו-שיח כלל או לא דווח עליו (7 מקרים, 22.6%);
2. החלפת אינפורמציה (8 מקרים, 25.8%);
3. הסטודנטית הראתה לילדים "כיצד נכון לצייר או להתבונן". הסטודנטית העבירה ידע לילדים שעבדה איתם. (10 מקרים, 32.3%);
4. הסטודנטית והילדים התבוננו זה בציור של זה, והייתה למידה הדדית (5 מקרים, 16.1%);
5. התייחסות לעקרונות כלליים של התבוננות (מקרה אחד, 3.2%).

נתון ראוי לציון: פחות מ-20% (19.35%) מהמקרים (רמות 4 ו-5) שקפו דו-שיח משמעותי מלווה בהאזנה קשובה מצד הסטודנטיות שהוביל לשינוי בתוצר שלהן.

ב. מידת השינוי שחל בציורי הסטודנטיות ושל הילדים. רמת השינוי של הציורים נקבעה על פי השוואה בין הציורים שנעשו לאחר התייחוד (הציור השני) לבין אלה שנעשו לפניו (הציור הראשון).

0. לא חל כל שינוי (0 מקרים). בכל הציורים של 31 הסטודנטיות ושל 40 הילדים חלו שינויים.
1. שינוי בפרטים. בציור השני הייתה תוספת כמה פרטים או חוסר בהם, או שהיו שינויים קלים בכמה פרטים (סטודנטיות – 23 (74.2%), ילדים – 17 (42.5%).
2. שינוי במיקוד. מיקוד בציור השני בפרטים שונים מאלה שהוצגו בציור הראשון. הפרטים שהוצגו בציור השני השתנו, כלומר ניכר סדר עדיפות חדש אצל המתבונן. לדוגמה ציורי הסטודנטית באיורים 13 ו-15. (סטודנטיות – 4 (12.9%), ילדים – 5 (12.5%).
3. שינוי בפרספקטיבה. שינוי בנקודת המבט של ההתבוננות. השינוי איננו רק בפרטים, אלא בשינוי כולל של ראיית הסביבה. איורים 8 ו-9 וגם 12 ו-14 ממחישים שינוי כזה. (סטודנטיות – 3 (9.7%), ילדים – 13 (32.5%).
4. שינוי דרמטי. שינוי מוחלט, שבו ההתבוננות שבאה לידי ביטוי בציור השני הייתה שונה דרמטית בהשוואה לציור הראשון. איורים 10 ו-11 ממחישים שינוי כזה. (סטודנטית – 1 (3.2%), ילדים – 5 (12.5%). גרף 1 משווה את השינוי שחל בציורי הסטודנטיות כפועל יוצא מהתייחוד בהשוואה לזה שחל אצל הילדים:



גרף 1: השוואה בין השינויים שחלו אצל הילדים בהשוואה לאלה שחלו אצל הסטודנטיות

ניתוח השינוי שחל בציורי הסטודנטיות והילדים

1. כל 31 הסטודנטיות וכל 40 הילדים, שציירו סביבות שונות, שינו את ציוריהם לאחר התיווך. לא היו מקרים שבהם לא חל כל שינוי בציור.
2. רמת השינוי בין הציור לפני התיווך ולאחר התיווך נבדקה אצל הילדים והמורות ונמצאה גבוהה יותר באופן מובהק אצל הילדים – 2.13 לעומת 1.45 (במבחן t למדגמים מזווגים התוצאה הייתה $p=0.005$).
3. 18 ילדים מתוך 40 שינו משמעותית את רמת ציוריהם (רמות 3 ו-4), שהם 45%. לעומתם רק 4 סטודנטיות מתוך 31 שינו את ציוריהן באותה רמה – 12.9%.

דוגמאות לשינויים משמעותיים בציורים

להלן יובאו דוגמאות לשינוי משמעותי שחלו בציורי שלושה ילדים. שני ילדים ציירו סביבה באופן שלא דרש דיוק מדעי; הילדה השלישית ציירה פרח ברמת דיוק מדעית. אצל שלושת הילדים חלו שינויים משמעותיים. בתור השוואה מובאים ציורי הסטודנטית שחל בהם שינוי מועט. אצל הילד הראשון אפשר לראות כיצד הסתכלות שנייה באותו מקום ודיבור על הפרטים חוללה שינוי רב באופן שראה את אותה הסביבה ובאופן שצייר אותה. אצל הילד השני גם הציור הראשון וגם הציור השני מראים על האפשרות לראות סביבה באופן בלתי צפוי, היכולים ללמד עליו רבות. דוגמה לשינוי ברמה של "שינוי בפרספקטיבה": שני הציורים מתייחסים לגינה שיש בה כמה עצים. הציור הראשון:



איור 8: ציור ראשון של בית בתוך גינה

בציור הראשון נראים הפרטים: גדר, בית ועצים בצורה לא ברורה. הציור כולל פרטים רבים, ומשקף מבט כוללני על החצר. הציור השני של אותה חצר, שצויר לאחר השיחה עם הסטודנטית (המורה), מראה שבפעם השנייה הילד ראה אותה מנקודת מבט אחרת, והוסיף פרטים רבים שקודם לא שם אליהם לב. בציור השני הילד התרחק מהחומה, צייר גם את הכביש, צמצם את נקודת המבט והוסיף צמחייה. בית ושני מבנים קטנים שצוירו בציור הראשון לא נכללו בציור השני. אפשר לספור את העצים ולראות שמדובר באותה גינה, אך נוספה התייחסות לסוג העצים ולפרטי הנוף שלהם. גם הגדר האחורית קיבלה מקום ברור יותר, מנקודת מבט חדשה, ונראית מוסתרת חלקית בעצים. בציור הגינה חל שינוי משמעותי: הילד הוסיף פרטים וצבעים והראה את הגינה בצורה הרבה יותר מפורטת וחייה.



איור 9: ציור שני של בית בתוך הגינה

דוגמה לראייה מפתיעה של הסביבה שליד הבית: ציור סביבה מאפשר לעתים ללמוד על עולמו של הילד. הילד בן ה-9 והסטודנטית (אמו) ציירו סביבה הניבטת מביתם. הציור בא להראות עד כמה אפשר ללמוד על עולמו של ילד, גם כשהמטלה שהתבקש לבצע הייתה לצייר סביבה טבעית. בציור הראשון (איור 10) שני דברים משכו את עיני הילד: האחד, שלט שמתייחס לבנייה אפשרית בסביבה, והאחר, מדורה שבערה בסביבה, בעוד אמו ציירה סביבה פסטורלית, עם צמחייה ירוקה ומבנים. התייחס הילד לדברים שהטרידו את מנוחתו. ציורו התמקד בשני פרטים, שאמו כלל לא שמה אליהם לב. הילד הרגיש חשש בסביבה שבה הוא חי, ובטבעיות התמקד בהם ולא שם לב לפרטים, לעצים ולבתים (דבר שבא לידי ביטוי בשיחה שלו ושל אמו לאחר הציור הראשון): "אני מאוד כועס עליהם, אני לא רוצה שיבנו מולנו בתים והם הולכים לבנות. אני רוצה שיישאר שדה פתוח והרבה אוויר... תזמיני את הכבאים שלא תהיה שריפה גדולה".



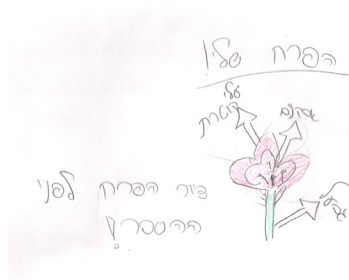
איור 10: הסביבה: שלט בנייה ומדורה

הציור השני (איור 11) של הילד מעניין ומלמד עוד יותר. הוא צויר לאחר השיחה עם האם וצפייה הרדית האחד בציורו של האחר והסתכלות נוספת בסביבה לאחר שהחליפו את מקומות התצפית. החלפת המקום לא שינתה את אופי הציור של הסטודנטית (האם), שהכניסה לציורה את השלט והמדורה כחלק מהנוף הכולל, אבל הילד שינה את ציורו לגמרי. הילד צייר ציור שביטא את עולמו הפנימי. הפעם הוא התייחס לגעגועיו לאמו, שחוזרת מלימודיה בשעה מאוחרת. הוא תיאר את האוטובוס המגיע, את התחנה שבה יורדת אמו, ואת השבילים הארוכים שבהם היא עוברת בדרכה הביתה. בשיחה עמו, הילד הסביר שביום הלימודים של אימו הוא ממתין לבואה: "וזה הצומת הגדולה, ויש שם תחנת אוטובוס, שירדנו בה פעם, ואת יורדת בה כול פעם שאת חוזרת מהמכללה. והנה השביל, שאנחנו באים לקחת אותך לפעמים".



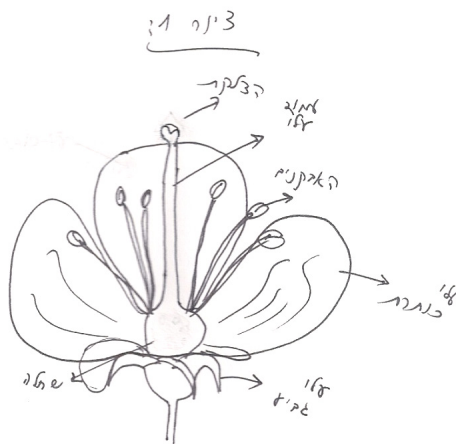
איור 11: האוטובוס מגיע לתחנה

דוגמה של ראייה שדרשה רמת דיוק מדעי: כדי להבין את רמת הדיוק הנדרשת בתיווך כדי ששינוי בהבנה מדעית יבוא לידי ביטוי גם בשינוי ביכולת להתבונן בסביבה הרלוונטית, להלן ציורי סטודנטית (מורה למדעים) ותלמידה בכיתה ג'. הסטודנטית והתלמידה התבוננו בתופעת טבע: הן ציירו פרח על מרכיביו. אין שוויון בין שני המשתתפים: לסטודנטית היה ידע שלא היה לילדה בכיתה ג'. הציורים הראשונים הראו את חיות ההסתכלות של הילדה וניסיון שלה לתאר את הנראה ברמת הדיוק שהתאימה לידיעותיה. הסטודנטית ציירה סְכָמָה, שהייתה בה הרבה יותר אינפורמציה מדעית.



איור 12: ציור ראשון של הילדה (בכיתה ג') – המילים "ציור הפרח לפני ההסבר" הוספו לציור לאחר שלב התיווך

הציור של הסטודנטית התייחס לפרח הספציפי שהיה לנגד עיניהן ודומה לסכמה מתוך ספר מדע:



איור 13: ציור ראשון של הסטודנטית (המורה)

הסטודנטית (המורה) שמה דגש על דיוק מדעי. היא דייקה בפרטים השונים של הפרח ובצורתם: צורת האבקנים ומספרם, השחלה על חלקיה, סוגי העלים של הפרח. הציור של הסטודנטית היה נקי ומדויק. הוא אפשר לילדה ללמוד על מרכיבי הפרח, ולראות אותם אחרת, כשהיא חזרה וציירה את הפרח. מרבית התיווך היה לימוד של הילדה על חלקי הפרח. הסטודנטית פירקה פרח לחלקיו והראתה אותם לפרטיהם לילדה. הציור של הסטודנטית אפשר לה להרחיב את ידיעות הילדה, וללמד היכן ממוקם כל חלק בפרח. היכולת להכיר את המרכיבים בשמם ואת מיקומם המדויק, חייב תיווך ממוקד. הסטודנטית ציינה שהילדה ציירה בצורה הראשון רק את חלקי הפרח שהכירה את שמותיהם. בהמשך אמרה לה הילדה "שהתגלה לה עולם חדש": היא למדה להכיר את הפרח לחלקיו. הילדה הופתעה מהשוני בציורים שלה ושל הסטודנטית.

הציור השני של הילדה הראה את מידת הלמידה שלה. היא למדה על חלקים שונים של הפרח, וראתה במדויק את מקומם. עם זה, היא רצתה לצייר את יופי הפרח ואת צבעיו, כמו בציור הראשון. הפתרון שלה היה לצייר את הפרח משתי נקודות מבט, האחת חיצונית והאחרת פנימית, ובכך לנסות גם לדייק וגם להתייחס למראה הפרח. הילדה הכניסה את עולמה החי והתוסס אל ההסתכלות בסביבה. גם כשלמדה אינפורמציה מדעית, הצליחה לשמור על ההתייחסות שלה ליופי של הפרח.

להלן הציור השני של הילדה:

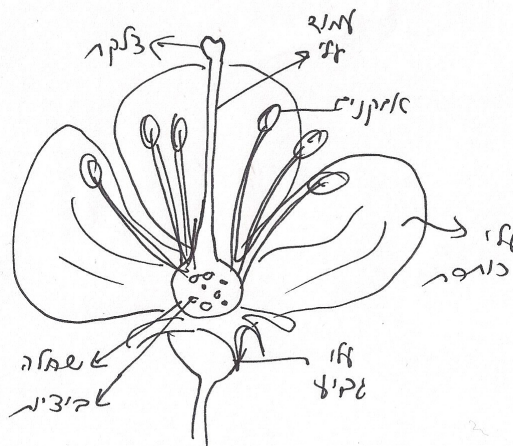


איור 14: הציור השני של הילדה

בציור נראית ההשפעה המשמעותית של התיווך מצד הסטודנטית על הציור של הילדה. נוספה התייחסות לאבקנים ולעלי הכותרת בציור הפרח מבחוץ, וההתייחסות נוספת לאיברי הצמח בציורו ממבט פנימי. האבקנים נראים בציור של המבט החיצוני כשראשיהם בולטים מעל עלי הכותרת. הילדה הצליחה לשמר את יופיו של הפרח גם בציור השני. לפי עדות הסטודנטית, הילדה הייתה נלהבת מאוד בעבודתה, וציינה שלמדה רבות על הפרח. בעוד שבציור הראשון היא הראתה רק את מה שנראה לעין, בציור השני הוסיפה את הנסתר מן העין, דבר שריגש אותה. היא למדה לראות את הפרח אחרת, וקיבלה כלים להסתכל על פרחים. היא תיארה את השינוי שחל באופן התבוננותה בפרח, על פי הדיווח של הסטודנטית: שאלתי אותה האם היא רואה הבדל בין ציורה הראשון לציורה השני. היא השיבה: "אני רואה הבדלים. אחרי שהראית לי את הצלקת, ועמוד העלי ואת כל שאר הדברים אז אני הבנתי את הכול. לפני כן זה היה מכוסה אז לא ראיתי." דיברנו על ההבדלים בין מה שנראה לעין ממש לבין ציור מה שנסתר מהעין. בנוסף, שתינו הוספנו חיצים ושיימונו את החלקים. דבר שראינו כהרחיב למתבונן כדי שידע באיזה חלק מדובר. ראינו כי כדי לגלות דברים חדשים כדאי להתבונן פנימה ולחפש דברים נסתרים. כפי שהיא ניסחה זאת: "לפני כן זה היה מכוסה אז לא ראיתי". כדי שנגלה דברים חדשים כדאי ליזום, לפעול, לחשוף, לבדוק ולהתבונן פנימה. אם לא נעשה כך נישאר רק עם המוכר והידוע."

6 עבודת ביניים בקורס "למידה מתווכת ומסע חשיבתי" במכללת ירושלים (2010).

השינוי אצל הילדה היה ברמת "שינוי פרספקטיבה", שכן למדה להתבונן גם בחלקי הפרח הנסתרים מן העין. הציור השני של הסטודנטית המשיך את הקו המדעי שלה: היא ניסתה לשפר את הדיוק והוסיפה את ביציות השחלה. היופי בציור הוא היכולת לגלות את הסדר ולצייר את איברי הצמח לפרטיהם. אין בו ההתלהבות שבהסתכלות בסביבה, שיש לילדה. הסטודנטית לא התייחסה לחד-פעמי, לפרח המיוחד שעליו הסתכלו, אלא לעקרונות המארגנים. לפעמים מורים הם כמו מומחים אחרים, שמסוגלים לראות את פרטי הפרטים, אבל בשלב מסוים מפסיקים להתרגש מהמראה, כמו שכתב קריז: "נוטים השוקדים יותר מדי על לימוד אומנותם, כותב מרק טוויין בספרו החיים על המיסיסיפי, משתנים שינוי מצער. ככל שהם נעשים מיומנים עוד ועוד בקריאת שפת הנהר, כן פוחתת יכולתם להתפעל מיפי הנהר ומשירתו. סימני היכר של הנהר – בול עץ צף, כתם אלכסוני על המים, חלקת גלים רוגשים – שפעם עוררו רגשות פליאה, נשפטים יותר ויותר ככלים בלבד לפי מידת התועלת שיש בהם למלאכת הניווט" (קריז, 2011: 15). בהוראה יש מקום חשוב ליכולת להתרגש מהרגעי ומהמשתנה לצד האפשרות להתייחס לעקרונות המנחים, שבאמצעותם אפשר לראות את הפרטים המצויים בכל הצמחים מאותו הסוג. הסטודנטית נשארה בתפיסתה המדעית ועלתה במידה מסוימת ברמת הדיוק בציור השני שלה. כמו בציור הראשון בציור השני הדגיש את הידע המדעי ואת מה שצריך לדעת על פרח. השינוי בציור שלה הוא ברמה של "שינוי מיקוד", שכן נוספו עוד פרטים והשתנו דגשים בהשוואה לציור הראשון. עם זה, נקודת המבט הכוללת לא השתנתה.



איור 15: הציור השני של הסטודנטית (המורה)

לסיכום:

1. התיווך אפשר לילדה לעבור תהליך למידה משמעותי שבו גילתה את מרכיבי הפרח הפנימיים (דבר שגרם לה להתרגש). ציורה הראשון התייחס לתפיסה חושית עם כמה פרטי מידע. היא ציירה מה שראתה בהתאם למה שידעה. הציור השני מראה שינוי תפיסה ברמת "ליבת החשיבה", יש בו שילוב ראייה עם ידע שנוסף על מה שידעה קודם. הילדה למדה לתפוס את הפרח אחרת ממה שעשתה זאת בהתחלה. היא עברה תהליך של שינוי תפיסתי, שעיקרו יכולת לראות את סביבתה, את הפרח, באופן חדש. לראות גם את מה שנסתר מעיניה קודם.
2. בדו-שיח בין הילדה לבין הסטודנטית, הסטודנטית האזינה לילדה, הסתכלה בעיון על ציורה והבינה שחסר לה ידע הקשור לראייה. לכן ניתחה את הפרח לחלקיו, והראתה לילדה כל חלק. הייתה חשיבות לכך שגם הסטודנטית ציירה את הפרח. הציור של הסטודנטית היה אחד הבסיסים לדו-שיח המתווך. הציור שלה אפשר לה להדגים את רמת ההבנה הנדרשת. הילדה למדה לראות את המציאות באמצעות התבוננות בציור של המורה. דרך למידה זו מוכרת מתולדות הציור. גומברייך (1990) בספרו הקלסי "אומנות ואשליה" תיאר את

הקושי של ציירים להעתיק ישירות את המציאות בציוריהם. ציירים למדו על האופן שבו אפשר ללמוד על תופעות שונות מתוך התבוננות בציורי אחרים של התופעות הנ"ל. אם היו טעויות בתיאור המציאות בציורים עליהם התבססו, הרי העתיקו גם אותן. גומברייך (1990: 69-77) תיאר כיצד ציירים בולטים עשו שגיאות בציורי חיות (ארבה, קרנפים ולווייתנים) ושל איברי גוף (ציור לב של ליאונרדו דה וינצ'י), מתוך התבססות על ציורים או על תיאורים של אחרים.

3. הילדה עברה הכנה בציור הראשון שלה, והבהירה לסטודנטית מה מקומה מבחינת ידיעותיה. היא דבקה בשמחת ההסתכלות שלה על הפרח, ולא נתנה לציור המדויק של חלקי הפרח ולציון מקומם של חלקיו למנוע ממנה להראות את יופיו החיצוני והפנימי של הפרח. אצל הסטודנטית לא הייתה התייחסות לתופעה המיוחדת של הפרח הספציפי, אלא התייחסות להכללה, לאופן שבו בנויים פרחים.

דיון

ראייה ראשונית ושינוי תפיסתי המתקשר אל תהליך הראייה

בחלק הראשון של ניסוי 1 עלה הקושי לראות את סביבת הדיונות שהיה לשני התלמידים. לאחר הלמידה, אפשר לראות את השינוי התפיסתי של התלמידים, כפי שבא לידי ביטוי בציורי הסביבות. הם ביטאו תהליך שינוי תפיסתי, שאפשר לראותו, באופן שבו שינו את ראייתם את סביבת הדיונות, דבר שבא לידי ביטוי בציוריהם. שינוי תפיסתי זה היה ברמת "ליבת החשיבה" (Carey, 2009).

בניסוי 2 בציורים של סביבות שלא דרשו ידע פורמלי ואפשרו לסטודנטיות להתייחס אל האופן שבו הילדים ראו את סביבתם. גם ילדים קטנים יכלו לצייר את סביבתם, ומתוך כך ליצור שיח על מה שראו. התרגיל של ניסוי 2 התייחס לאפשרות להאזין למקומם של לומדים ולתת להם להתבטא באופן הנראה להם. מרבית הסטודנטיות, אולי מתוך הרגל, התייחסו לציורים כמו אל תוכן נלמד (גם של סביבה שאינה דורשת ידע נוסף מהילדים), והרגישו צורך להראות לילדים מה רצוי לצייר.

שתי הדוגמאות הראשונות של ניסוי 2 לא התייחסו להבנה מושגית, אלא לעצם היכולת לראות סביבה. בהתבוננות בסביבה שהיא נוף, אין למורה יתרון על ילד מבחינת הידע הנדרש. עם זה, ברוב המקרים הסטודנטיות ציפו שהילדים יציירו ציורים דומים לאלה שהן ציירו, ואכן מרבית הילדים ניסו לצייר ציורים דומים. היו מקרים בהם הילדים לא הלכו אחרי הסטודנטיות, (איורים 10 ו-11), וביטאו נקודת מבט מפתיעה על הסביבה שבה הסתכלו.

בציור הפרח, היה שינוי אצל הילדה ברמה של "ליבת החשיבה". השינוי נבע מתוך יכולתה לשלב ידע חדש עם התבוננות מחודשת בסביבה. היא שינתה את יכולתה לראות את הפרח וציירה אותו אחרת מההתחלה, תוך הכללת החלקים הנסתרים מן העין בציורה החדש. הדבר התאפשר מתוך כך, שהמורה (הסטודנטית) ציירה את הפרח יחד איתה, ולכן יכלה למקד את התיווך בהקשבה למקום הילדה ובחיבור בין הידע שחסר לה ובין המיקום של המרכיבים בפרח. התיווך לילדה היה קצר בהרבה מזה שנעשה בניסוי 1, שבו למדו הילדים על הדיונות במהלך השנה. הציורים הראשונים, התיווך והציורים השניים נעשו זה אחר זה, תוך פרק זמן של כשעה-שעתיים.

ההתייחסות לדיוק המדעי מביא לידי שימוש ברמת חשיבה גבוהה יותר מאשר הסתכלות רגילה בסביבה. חשיבה זו הוגדרה בידי כהנמן כחשיבה איטית לעומת החשיבה המהירה של ההסתכלות הפשוטה והאינטואיטיבית על סביבה התיווך לדיוק בהתבוננות הוא אחד המרכיבים אותם מציין כהנמן בספרו, שמחייבים את האדם לעבור לחשיבה איטית ומאומצת (Kahneman, 2011).

ציורים כאמצעי ליצירת שינוי תפיסתי ולהכרה שאכן התחולל

הציורים מאפשרים לראות את השינוי התפיסתי שעברו שני התלמידים בניסוי 1 והתלמידה בציור הפרח בניסוי 2. שני הלומדים שציירו את הדיונות התקשו בתחילת השנה לראות את סביבת הלמידה. הדיונות היו זרות להם. לעומת הפרח,

שחלקיו החיצוניים היו מוכרים לילדה. במהלך הלמידה שינו שלושת הלומדים את תפיסותיהם הקשורות לראייה, ברמת "ליבת החשיבה". ציורי התלמידים אפשרו להתייחס אל התהליך החשיבתי שעברו במהלך הלמידה. גרגורי (Gregory, 1990) תיאר את תהליך הראייה כקשור אל הידע שיש לאדם. ממחקר זה עולה שכשידע זה השתנה בעקבות הלמידה, וכשנעשה קישור אל אובייקטים רלוונטיים לראייה, הרי ישנם מיקרים בהם אפשר לראות שינוי משמעותי בראייה של אותם אובייקטים באמצעות הציורים שציירו הלומדים. ציורים מאפשרים להבין את תהליכי החשיבה של הלומדים ואת דרך תפיסתם את הסביבה בשלבי הלמידה השונים.

מרכזיות התיווך בתהליך

המרכיב הכמותי של ניסוי 2 הראה שכול הסטודנטיות והנבדקים עברו שינוי כלשהו בתיאור הסביבה באמצעות הציורים שציירו לאחר שחוו תיווך. זה מעלה אפשרות לחולל שינוי בתפיסה באמצעות שימוש במרכיבים חזותיים כמו ציורים. השינוי התרחש בציור השני של הסביבה, ונבע משלושת המרכיבים שנכללו בתהליך התיווך: ראייה מחודשת של הסביבה, שיחה עם השותף לציור (הסטודנטית או הילד) והסתכלות בציור של אותו שותף. ישנם מרכיבים בתפיסה החזותית, שניתנים לשינוי, דבר המראה על הדינמיות שבה.

עם זה, נראה היה למרבית הסטודנטיות והילדים, שהציורים הראשונים שלהם הכילו את מה שאפשר לראות בסביבה שצפו בה. 55% מהילדים ו-87% מהסטודנטיות לא שינו משמעותית את ציוריהם בעקבות התיווך. כיוון שכרגיל לא נדרשים לצייר או לתאר ראייה, הרי שהדרישות מציור של סביבה לא היו מגובשות, בניגוד לדרישות מגובשות בהרבה של ניסוח של דברים בכתב, ששם יש מקובלות ורמה שנדרשת, שגם הילד וגם המבוגרים ינסו להתאים עצמם אליה.

בניסוי 2, התיווך היה הדדי, הסטודנטיות תיווכו לילדים ואלו מצדם תיווכו לסטודנטיות. כשהתבוננות בפריט הצריכה ידע מדעי, הסטודנטיות, הרגישו נוח, ובטבעיות העבירו ידע רלוונטי לנבדקים הן מבחינה עובדתית והן בציוריהן. חלק קטן, 13% מהסטודנטיות, הגיעו לרמות שינוי משמעותיות – רמות 3 ו-4, כלומר האזינו משמעותית לתיווך של הילדים, ושינו את תפיסותיהן בהתאם. לעומת זה, הילדים האזינו לתיווך של הסטודנטיות ו-45% מהם שינו את תפיסותיהם ברמות משמעותיות של 3 ו-4. השוואה זו מראה על ההרגל של מורים ובוגרים להתייחס להוראה כהעברת ידע, שבה הם נוטים לדבר יותר מאשר להקשיב. התיווך בניסוי 2 נמדד באמצעות שני פרמטרים: סוג השיח ורמת השינוי של הציור השני בהשוואה לראשון. כללית, סוג השיח הנפוץ בתיווך להתבוננות היה שהסטודנטית הסבירה לילד מה הוא צריך לראות, כדי שיראה את הסביבה באופן הדומה לראייה שלה.

התיווך לתפיסה החושית שנדרשה במטלות של הסתכלות בסביבה, שבה לא היה דבר מסוים שאותו היה צריך לדעת, כמו במטלות לימודיות שדורשות דיוק מדעי, אפשר לסטודנטיות וילידים להאזין אלה לאלה. השיח היה משמעותי כשהייתה הדדיות בשיח בין הסטודנטית לבין הילד. בכמה מקרים אפשר היה לראות בבירור כיצד הראייה הרעננה של הילד אפשרה למבוגר לשנות את דרך ראייתו את הסביבה. הילד שם לב לפרטים שנשמטו מעיני המבוגר או לנקודת מבט שונה. עם זאת, במרבית המקרים היו אלה הילדים שניסו לצייר כמו המבוגרים, ונטו לשנות את ציוריהם בהתאם למה שראו אצלם.

ראייה ראשונית של סביבה

שני הניסויים יכולים להבהיר את המושג של קארי הבנה ברמה של "ליבת החשיבה". ניסוי 2, ציורי ילד וסטודנטית, התייחס בחלקו הראשון אל התפיסה החושית של סביבה כלשהי. לא היה צורך במושגים כדי להתייחס אל מה שרואים בסביבה ליד הבית. גם אם ילד ראה שם מדורה או שלט בנייה או תחנת אוטובוס, זה היה נכון ומתאים כמו לראות שדה פרחים. עם זה, דווקא בציורים שלא ביטאו ידע מדעי, גם בניסוי 1 וגם אצל הילד באיורים 10 ו-11, אפשר ללמוד רבות על עולמם, גם בציורים, שציורו בהקשר של הסתכלות בסביבה טבעית.

רמת המשגה של "ליבת החשיבה"

בהתייחסות אל הדיונות או אל הפרח נדרש ידע מדעי. היה צורך להתייחס אל הדיונות עצמן ובתוכן אל העקבות, אל הצומח ואל החי או לחבר בין ידע על חלקי הצמח לבין מיקומם בתוכו. הלמידה חיברה בין הבנה מושגית לבין ראייה. החיבור הזה אפשר הבנה ברמה של "ליבת החשיבה". הבנה ברמה זו נותנת תמונה רחבה של קישור בין מרכיבים חושיים לבין ידע רלוונטי. הילדה שציירה את הפרח התרגשה ממראהו בציור הראשון, והוסיפה התרגשות בראותה את הסדר הנסתר מן העין המצוי בו. האפשרות לשנות את הראייה הראשונית ולהגיע לידי התבוננות בסביבה מחייבת תיווך ממוקד, המקשר את המידע המדעי אל האופן שבו הוא נראה. התיווך של המורה (הסטודנטית) לראייה של הפרח, הדגים אפשרות לבצע תיווך שנתן לילדה כלים להתבונן בפרח ב"משקפיים חדשים".

המעבר בין רמות התפיסה השונות אינו תמיד ברור, ישנו בהחלט מקום לאזורים אפורים שבהם לא יהיה ברור אם התפיסה היא חושית או ברמת ליבת החשיבה. ההבדל בין רמת התפיסות יהיה ביצירת קשר בין מה שנראה בתחילה לבין התמונה שאפשר ליצור מתוך חיבור של נתונים הדורשים ידע. ראיית חיות נעות נעשית באמצעות החושים, אבל היכולת ליצור תמונה של החיות ובני האדם שעברו במקום מסוים, באמצעות ניתוח העקבות הנראות בדיונות, תהיה ברמה של ליבת החשיבה. היכולת לחבר מרכיבים שונים יחד לתמונה מורכבת אחת תחשב הבנה ברמת ליבת החשיבה. במסגרת "חושבים מדע", שהיה הבסיס לניסוי 1 (ציור הדיונות), למדו התלמידים על מרכיבים נסתרים של החולות. הם ראו חול ים תחת בינוקולר (סוג של מיקרוסקופ) והתרגשו למראה חלקיקי הקוורץ המרכיבים את החול. עם זה, כשציירו את הדיונות הם לא נדרשו לצייר את מבנה החול, ואכן בציוריהם לא התייחסו לפרטי מבנה החול.

רמות המשגה שונות של הסביבה

בסדרת ניסויים הראה נוסבוים (1999א) את הקשר בין הבנה מושגית לבין היכולת לראות את כדור הארץ, הן ברמת המקור, שבה התרחקות מכדור הארץ אפשרה לראות אותו במלואו, והן ברמת המיקרו. נוסבוים הראה (1999ב) שהבנה תאורטית של המבנה החלקיקי של אוויר, אפשרה לילדים להבין את מבנה האוויר ולציירו אחרת מאשר בתחילת הלמידה. עם זה, נוסבוים הראה את הקושי של ילדים להיפרד מתפיסותיהם הראשוניות, ושגם לאחר הלמידה מתקיים במקרים רבים שילוב של התפיסה הרציפה יחד עם זו של הריק והחלקיקים. היכולת להתבונן אחרת באוויר, הוא כבר הבנה ברמה של תאוריות אינטואיטיביות. היא מתבססת על הבנה תאורטית. נוסבוים ויחיאלי (1999) הדגישו את הקשר ההדוק בין ההבנה התאורטית לבין היכולת לראות את העולם במצבים שונים.

כשקארי (Carey, 2009) השתמשה במושג שינוי תפיסתי (conceptual change) היא התכוונה לתהליך הרחב של המעבר מתפיסות ראשוניות אל הבנה של "תאוריות אינטואיטיביות" של מושגים. הבנת תאוריות אינטואיטיביות של מושגים באה לידי ביטוי בשימוש בשפה תאורטית חדשה לצורך תיאור המציאות. שינוי תפיסתי כזה אפשר לראות במאמר של נוסבוים המתייחס להבנה של ילדים את נושא מבנה החומר. הבנה זו באה שם לידי ביטוי הן בתיאור המילולי והן בציורים של הילדים (נוסבוים, 1999ב).

כשילדה שינתה את התאוריה שבאמצעותה התייחסה אל המציאות, היא השתמשה לאחר הלמידה בשפה שהתייחסה אל חלקיקים ואל התנועה שלהם במרחב, וכך גם ציירה את האוויר שהיה בתוך הכלי. לעומת זה, בעת השינוי המתרחש ברמת ליבת החשיבה, מתחולל שינוי שפתי, שהוא קטן יותר, שמאפשר ללומדים לתאר את המציאות הנראית בשפה מדעית. בניסויים שערכנו, בא לידי ביטוי שינוי ברמת ליבת החשיבה בדרך שבה ציירו התלמידים את סביבת הדיונות לאחר הלמידה ובדרך שבה ציירה הילדה את הפרח לאחר התיווך (איורים 5, 6 ו-14). מה שהשתנה זוהי היכולת להתייחס למרכיבים שלא נראו קודם לכן, והבנת הקשרים שלהם אל מציאות רחבה יותר. קודם לכן, לא נראו עקבות וצמחים, ואחרי הלמידה הלומדים הוסיפו אותם לציור. קודם לכן לא נראו חלקים נסתרים בפרח ועכשיו יכלה הילדה להוסיף אותם. זה אינו שינוי בהבנה תאורטית שמתייחסת לתרבות המדעית, אלא שינוי היכולת לראות את המציאות ולתאר את מרכיביה. השפה הדבורה מאפשרת להבחין בין רמת הבנה ברמה של ליבת החשיבה לבין זו ברמה התאורטית המופשטת

יותר של תאוריות אינטואיטיביות (Carey, 2009). ההבדל בין "ליבת החשיבה" לבין הבנה מושגית עמוקה יותר ברמה של תאוריות אינטואיטיביות בא לידי ביטוי בהתייחסות אל תאוריות, כלומר בשימוש בשפה חדשה ובמונחים מדעיים, שלא היו מוכרים קודם לכן לצורך תיאור המציאות.

היווצרות מרכיבים חזותיים אישיים בשינוי תפיסתי

מהו שינוי תפיסתי? נוסבוים (1999א) תיאר שינוי ברמה שקארי (Carey, 2009) כינתה "תאוריות אינטואיטיביות". שלבים אחדים של תפיסת מושג כדור הארץ: בכל פעם שלב מתקדם יותר מחליף שלב ראשוני יותר בתפיסת הלומד. המעבר הוא מתפיסה המקושרת לתפיסה החושית של אדם העומד על פני כדור הארץ, עד להבנה מדעית המתאפשרת כשהלומד מצליח ליצור קישור בין שתי נקודות מבט: בין הנראה מנקודת מבטו על פני כדור הארץ לבין האופן שבו נראה כדור הארץ מחללית רחוקה.

לעומת זה, בשינוי התפיסתי המתואר בציורים של תמי (שור, 2012) (התואם את תיאורו של נוסבוים (1999א) מבחינת מעבר בין תפיסות של כדור הארץ), היא ציירה את עצמה עומדת בניתוק מסוים מעל פני האדמה, בצורה דומה בשני הציורים, המתארים את השינוי שחל בתפיסתה את כדור הארץ. היא הכניסה לתוך התיאור המדעי את תיאור יחסה אל האדמה. זהו מרכיב אישי, הנכנס לתוך התיאור המדעי, שיש בו גם מרכיבים רגשיים.

גם בשני המקרים שבדקנו בניסוי 1, "טביעת האצבעות" החזותית הייחודית נשארה גם בסיום השנה, למרות השינוי התפיסתי ברמה החושית שחוו הלומדים. התפיסה הראשונית של הלומד מצויה במקביל לתפיסה המורכבת יותר של הסביבה. בשני הציורים (איורים 5 ו-6) אפשר לראות את המרכיבים שאפיינו את הלומדים בראייתם את סביבת הדיונות, כקיימים גם בסיומה: הבית, מגדל המים ואלמנט טכנולוגי בציור הראשון, והציפורים, העננים והשמש בציור השני. תיאורו של נוסבוים (1999ב) את תפיסת הילדים את האוויר הכלוא בכלי, מראה שגם אצל הילדים, איתם עבד, מצויות בו-בזמן התפיסות הראשוניות יחד עם תפיסות שנלמדו. אפשר להסיק שהתפיסות של הלומד אינן קשורות רק לאופן התאורטי שבו הוא תופס את סביבתו בהשוואה לתפיסה המדעית, אלא הן אמורות להתייחס גם לטביעת האצבעות החזותית שלו ולאופן הייחודי שבו הוא מתבונן בה. הלומד מפתח "טביעת אצבעות" חזותית המאפיינת אותו בהקשר מסוים.

השלכות להוראה

1. חשיבות הראייה בהוראה. ניסוי 1 (ציור הדיונות) וניסוי 2 (ציורי ילד ומורה), עסקו בראיית תלמידים את סביבתם. התלמידים רואים את סביבתם באופן מגוון מאוד. כדי להביא לשינוי בתפיסת תלמידים את סביבתם המורה מתייחס לאופן שבו הם רואים אותה. יש תלמידים שלעתים אינם רואים כלל את התופעה, התמונה או הטקסט שאליהם מתייחס המורה. הדבר יכול להיות בסביבה הטבעית, בהדגמת ניסוי, בתיאור שנכתב על הלוח או בתמונה המוצגת ללומדים. הצעד הראשון בהוראה מחייב תיווך לראייה. בהמשך, אם הוראה מתייחסת אל ההקשר הספציפי של התופעות היא יכולה להשפיע על האופן שבו רואים הלומדים את סביבתם. היא מציידת את הלומדים בכלים שבאמצעותם הם יכולים לראות אחרת את סביבתם.
2. בתחום התפיסה החושית, בראייה, יש לא-מעט מקרים שבהם ראיית הילדים יכולה להיות בעלת יתרון על זו של המבוגרים. הנכונות לאפשר ללומדים לבטא את דרך ראייתם, יכולה להעשיר מאוד את היכולת של המבוגר לראות יחד עם ילד תופעות או סביבות.
3. המאמר מתייחס לשלושה היבטים של הלמידה הדינמית, שיכולים לסייע בהוראה: הראשון, האזנה ללומדים בכיתה בתחילת תהליך למידה. המאמר מתייחס לאופן שבו אפשר להיעזר בהתבוננות של ילדים בסביבה נתונה כאמצעי להבנת דרכי החשיבה שלהם ואופן התייחסותם לנושא הנלמד עוד לפני תחילת ההוראה. היבט נוסף הוא הדרך הייחודית של הוראה לצורך הבנה באופן המתקשר אל התפיסה החושית. אפשר ליצור חוויות למידה השמות דגש על התהליכים החזותיים ועל רמת ההבנה המתקשרת אליהם. זהו יעד הוראתי

- שים במסגרת הבית ספרית. היבט אחר הוא תהליכי שינוי שהתרחשו בהבנת הלומדים. דרך התייחסות לציורי ילדים אפשר לראות כיצד מתרחשת ההתפתחות בהבנתם תחום כלשהו כפועל יוצא מתהליך הלמידה שלהם בכיתה ומהבנתם החדשה את סביבתם. וכן את האופן בו משתלבת ההבנה החדשה עם התפיסה הקיימת בחשיבתם, שבאה לידי ביטוי בתחילת ההוראה.
4. שימוש בציורים בהוראה. ציור הוא כלי לשיקוף התפיסה והידע. המחקר מתבסס על ההנחה שהציור מבטא את התפיסה החזותית. בחירת הלומד מה לצייר ומה לא, משקפת את תפיסתו. השימוש בציורים מאפשר למורה ללמוד על הידע של התלמידים ועל תפיסתם, בלי להזדקק לתמלול של מה שהתלמידים תופסים.
5. האזנה מתמשכת למקום הלומדים כחלק מתהליך הלמידה המושגית. היתרון בהוראה המתמקדת בקשר בין הבנה לבין ראייה הוא ביכולת ליצור תקשורת מתמשכת עם תלמידים, ולהאזין למקומם בשלבי ההוראה השונים. השימוש המתמשך בציורי התלמידים מאפשר לראות את מקומם בתחילת ההוראה; מה התיווך הנדרש בשלבים השונים; כיצד השפיעו ההוראה והתיווך על האופן שבו הלומדים רואים את סביבתם בסיום התהליך. מניסוי 2 עולה שבאמצעות בקשה לחזור על ציור והתייחסות לציור הראשון של הלומד, ניתן לאפשר ללומד להגיע לידי ביטוי חזותי של סביבה עשיר בהרבה מזה שהביא לידי ביטוי בציור הראשון.
6. קשיי תקשורת שבאו לידי ביטוי בתהליך אפשרו ללמוד על הסטודנטיות והילדים.
- א. דווקא ההפתעות באופן שבו ילדים מציירים סביבות יכולות ללמד עליהם רבות, שכן הם חורגים מהצפוי ומבטאים דברים שמעניינים ומטרידים אותם;
- ב. ברוב המקרים, חשו הסטודנטיות שהן יודעות טוב יותר מהילדים מה אפשר לראות בסביבות שבהן הסתכלו. הן התקבעו בראייתם הראשונית ולא הקשיבו לנקודת מבטו של הילד.
7. הערכה חלופית. השימוש בציורי תלמידים יכול להיות מרכיב בהערכה חלופית, שתאפשר להראות שיפור בתפיסות תלמידים בהקשר רחב יותר, הקשור לעולמם של הלומדים ולאופן שבו הם תופסים מושגים שונים ורואים את סביבתם בשלבי הלמידה השונים.
8. חיבור לראייה מאפשר לחבר את ההוראה אל תחושה של יופי. פונטנל (1686) בספרו הקלאסי קבע שכדי לראות את היופי בעולם יש לעשות מאמץ ולמצוא את היופי הנסתר. היופי, הוא כמו הלילה, שצריך לעשות מאמץ כדי לגלות אותו. סינג (2004) ציטט את פואנקרה, שקבע שהיופי מצוי ביכולת ליצור סדר משמעותי בעולם. הסדר הזה הוא האפשרות לממש את הסקרנות האנושית. אפשר לראות יופי באמצעות ראייה ראשונית של הסביבה, בהבחנה בתופעות מפתיעות ומסקרנות. בשלב השלישי בלמידה הדינמית, שלב ההתבוננות בסביבה לאחר הלמידה, יש אפשרות ללמוד ליצור סדר חדש ולהבין עקרונות שמאפשרים לראות את הסביבה אחרת. מבט מחודש זה מאפשר להבין את היופי של הסביבה, ולנבא מה יתרחש בעתיד ולהבין מה קרה בעבר. הבנה של הסדר מאפשרת לפעול על המציאות ונותנת ללומד תחושה של מסוגלות. הוא מסוגל להבין את סדר האירועים שמתחוללים, שקודם נראו לו אקראיים ולא מובנים.
9. האפשרות להגדרת יעדי הוראה חדשים. נטיית ההוראה לכיוון קושי ומורכבות הביאה את יישום הגישה הקונסטרוקטיביסטית בכיתה לידי משבר. הקביעה ששינוי תפיסתי קשה מאוד להשגה, אפילו בעת הוראה טובה (Carey, 2009), מחייבת לחשוב על היבטים תאורטיים חדשים שיאפשרו לתלמידים להגיע לידי הבנה משמעותית גם בהוראה הרגילה בכיתה, הוראה פשוטה וחויייתית. זה מחייב לאפשר להציב מטרות הוראה ברמה הניתנת לביצוע בידי לומדים בכיתה בגילאים שונים וברמות אקדמיות שונות. אחת האפשרויות מצויה ביעד הריאלי להוראה שמציבה הלמידה הדינמית: הגעה לידי הבנה ברמת ליבת החשיבה. היכולת לקשר את ההוראה התוכנית עם התבוננות בסביבה ריאלית, בתמונה או גם בטקסט מאפשרת להגיע לידי מצב שבו אפשר לחולל שינוי משמעותי בתפיסת הלומד, ולחולל בו תחושה של מסוגלות. זו באה לידי ביטוי בחוויית הצלחה של שימוש במושגים בכדי להגיע לידי הבנה משמעותית של מציאות כלשהי.

סיכום

כל אדם רואה את סביבתו בצורה ייחודית, המאפיינת אותו. התבוננות מבטאת את העולם הפנימי של המתבונן ואת דרכו המיוחדת לראות סביבה כלשהי. תוספת ידע מאפשרת ללומד לראות את סביבתו אחרת מאשר לפני הלמידה. אחרי שאדם לומד דברים חדשים, הוא יהיה מסוגל לראות את העולם אחרת. יציאה אל אותו מקום בשלבים שונים של הלמידה, מאפשרת ללומד לבטא את הידע שלו, שבא לידי ביטוי בראייתו, באופן שונה כל פעם מחדש. השינוי התפיסתי ברמת ליבת החשיבה מתקשר אל הראייה. מעבר ליכולת לראות את המציאות, הבנה ברמה כזו מאפשרת ליצור סדר בחשיבה ולארגן אותה ברמה גבוהה יותר, שמאפשרת להבין תהליכים שאירעו ולצפות תהליכים עתידיים. למידה דינמית מתמקדת בקשר שבין למידת נושא לימודי לבין מידת היכולת לראות אותו. היא מתחילה בראייה ראשונית של לומדים של סביבה רלוונטית. ההוראה אינה נעשית באופן מופשט אלא במקושר לסביבה מוגדרת, פיזית, או מקושרת לתמונה או מתקשרת למוקד התבוננות מוגדר. המיקוד על ראייה ראשונית של אותו אובייקט, מחייב להבין שגם אותה ראייה פשוטה אינה מובנת מאליה. כדי להאזין למקום התלמידים יש חשיבות לאפשר להם לצייר את מה שהם רואים בשלבים השונים של הלמידה. ההוראה מקושרת אל ציורי הלומדים ואל הסביבות, התופעות או העצמים שבהם צפו בשלב הראשון. בשלב השלישי, לאחר למידה, יש לאפשר ללומדים לשוב ולצפות מחדש בנושא ההוראה, תוך ציפייה שהם יצליחו לקשר בין העקרונות המדעיים שלמדו לבין ראיית הסביבה או התופעה. ראינו בניסויים את השינוי המשמעותי בהבנה שחוו התלמידים, שבא לידי ביטוי באופן שבו שינו את ציוריהם שתיארו אותה סביבה.

המאמר מאפשר לענות על כמה שאלות יסוד, שיש להן משמעות רבה בהוראה ולמידה: השאלה הראשונה היא מתי מתחילה למידה שיש בה מרכיב חזותי? על פי הציורים אפשר באופן ברור להשיב, שלמידה אינה מתרחשת, כשאין התייחסות חושית בנוגע ליעד הנלמד. כשלומד אינו רואה את הדיונות, הוא אינו לומד עליהן דבר. לומד הרואה דיונות חלקות לגמרי, נמצא בשלב מאוד ראשוני של למידה. לעומת זה, לומד כמו זה שצייר את איור 7 בו היו פרטים רבים כבר בראשית הלמידה, התחיל את למידתו בראייה ראשונית של מרכיבים שונים של הסביבה. השאלה השנייה היא, מה היא למידה? על פי מה שתואר במאמר יש כמה שלבי למידה. השלב הראשון מתייחס למתן אפשרות ללומד להגיע לידי תפיסה חושית ראשונית, כלומר ראייה, של סביבה לימודית. סביבה זאת יכולה להיות גם תמונה או טקסט. אם לומד לא ראה את הדיונות כלל, ולאחר למידה הוא מצליח לראות מרכיבים שלהן, הרי שהוא חווה למידה.

השלב השני של הלמידה מתייחס לתהליך של שינוי תפיסתי. מעבר משלב אחד של הבנה מושגית אל שלב אחר היא למידה. מעבר מתפיסה חושית ראשונית אל ליבת החשיבה הוא למידה. רמת ליבת החשיבה, כוללת גם את הראייה הראשונית, אבל מאפשרת להגיע לידי רמת ארגון גבוהה יותר של הסביבה. אין צורך בהתייחסות למושגים מורכבים כדי להגיע לראיית הסביבה ברמת ליבת החשיבה, כפי שבאה לידי ביטוי בשינוי שחל אצל הלומדים. הלומדים ראו את ה"מה", את המציאות, את הסביבה ברמה אחרת, לאחר הלמידה. ראייה כזו, מסמלת רמת הבנה שונה מהראייה הראשונית.

חשיבות הלמידה הדינמית היא בדגש על תהליכי למידה ברמה הבסיסית המתקשרים אל התפיסה החושית. חשוב להדגיש שלכל שלב בלמידה יש חשיבות. לעתים קרובות מדלגים על שלבים, ונוצרת אצל הלומדים הבנה מנותקת מהקשרים חושיים שונים. דווקא ההתייחסות לראייה ולהבנה הקשורה אליה, מתייחסת ברוב המקרים לחלקים הניתנים להבנה בהוראה, שיש בהם מפגש ישיר וחזויתי עם המציאות. הדגשת שלב "ליבת החשיבה" אולי יאפשר בהמשך שינויים גם ברמות המשגה גבוהות יותר.

רשימת המקורות

- אוריון, נ', שור, י' ובן מנחם, ע' (1999). *חושבים מדע*. רחובות: מכון ויצמן
- ברק, מ' (2012). *ניתוח ציורים*: פיתוח כלי מובנה לשיקוף תפיסותיהם של נבדקים. בתוך א' הוס, ל' קסן, ל' וע' שגב (עורכים). *ליצור מחקר, לחקור יצירה*. באר שבע: אוניברסיטת בן גוריון בנגב
- גומבריק, א"ה (1990). *אומנות ואשליה*. ירושלים: כתר
- נוסבוים, י' (1999א) *כדור הארץ כגוף קוסמי*. בתוך י' נוסבוים ות' יחיאלי, *תפיסות שגויות ושינוי תפיסתי בהוראת המדעים*. תל אביב: מכון מופ"ת
- נוסבוים, י' (1999ב) *האופי החלקיקי של החומר במצב גזי*. בתוך י' נוסבוים ות' יחיאלי, *תפיסות שגויות ושינוי תפיסתי בהוראת המדעים*. תל אביב: מכון מופ"ת
- סינג, ס' (2004). *המפץ הגדול*. תל אביב: ידיעות אחרונות
- פויירשטיין, ר' (1998). *האדם כישות משתנה*. תל אביב: משרד הביטחון
- פרקינס (2000). *מהי הכנה? בתוך י' הרפז, נופי החשיבה* (עמ' 315-338). ירושלים: ברנקו וייס
- קריז, ר"פ (2011). *המשוואות הגדולות*. פריצות דרך במדע – מפיתגורס עד הייזנברג. ירושלים: כתר
- רז, מ' (2012). *הציור כראי הנפש*. תל אביב: רסלינג
- שור, י' (1998). *מסע חשיבתי אל הירח*. תל אביב: מעלות
- שור, י' (2009). *מסע חשיבתי – יצירת דיאלוג תיווכי להוראת מושגים*. תהודה 28(1-2) 43-52
- שור, י' (2010). *מודלים של כספי ליצירתיות*. בתוך ח' בן נון (עורך) *התכנות – ספר לכבודו של פרופ' משה כספי* (עמ' 374-397). הוד השרון: שערי משפט

- Ben Menachem, O., Orion, N. & Schur, Y. (2001). Raising motivation and achievements in learning science among low achievers through concrete experiences and multiple intelligences strategy. In N. Valanides (Ed.), *Proceedings of the 1st IOSTE Symposium in Southern Europe, Paralimni, Cyprus*.
- Baillargeon, R. & Carey, S. (2012). *Core Cognition and Beyond*. In S.M. Pauen (Ed.) *Early Childhood and Later Outcome*. Cambridge: Cambridge University Press
- Carey, S. (2009). *The Origin of Concepts*. Oxford: Oxford University Press
- Chaikin, A. (1994). *A Man on the Moon*. London: Penguin Books
- Changizi, M. (2009). *The Vision Revolution*. Dallas: Benbella
- Creswell, J.W. (2007). *Qualitative Inquiry & Research Design*. London. Sage
- Driver, R. , Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985). Children's ideas and the learning of science. In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds.), *Children's Ideas in Science* Milton Keynes: Open University Press
- Feuerstein, Ra. (1997). The coherence of the Theory of Modifiability. In A. Kozulin (Ed.) *The Ontogeny of Cognitive Modifiability*. Jerusalem: International Center for the Enhancement of Cognitive Modifiability
- Feuerstein, R. , Rand, Y. & Rynders, J.E. (1988). *Don't accept me as I am - Helping "Retarded" People to Excel*. New York: Plenum
- Feuerstein, R., Feuerstein, Ra. & Schur, Y. (1997). Process as Content – in regular education and in particular in education of the low functioning retarded performer. In A.L. Costa & R.M. Liebmann, (Eds.), *If process were content: sustaining the spirit of learning*. California: Corwin Press
- Feuerstein, R., Feuerstein, R.S., Falik, L. & Rand, Y. (2002). *The Dynamic Assessment of Cognitive Modifiability*. Jerusalem: International Center for the Enhancement of Cognitive Modifiability



- Feuerstein, R., Feuerstein, R.S., Falik, L. & Rand, Y. (2006). *The Feuerstein Instrumental Enrichment Program*. Jerusalem: ICELP Publications
- Galili, I., Schur, Y., Weizman, A., Stein, H., Eckstien, O. & Nezer-Tarcic, M. (2012). *HUJI summative research report on TRACES project*. Jerusalem: The Hebrew University
- Gregory, R.L. (1990). *Eye and Brain* (4th ed). London: Weidenfeld & Nicolson
- Hoffman, D.D. (2000). *Visual Intelligence*. New York: W.W. Norton & Company
- Kahneman, D. (2011). *Thinking Fast and Slow*. New York: Farrar, Straus & Giroux
- Marr, D. (2010). *Vision*. Boston. MIT Press Books.
- Mason, L. (2001). Introduction. *Learning and Instruction* 11(4-5), 259-264
- Mehl, M.C. (1991). Mediated Learning Experience at University level – a case study. in R. Feuerstein, P.S. Klein & A.J. Tannenbaum (Eds.), *Mediated Learning Experience (MLE): Theoretical, Psychological and Learning Implications* (pp. 157-178). London: Freund
- Nussbaum, J. (1985). The Particulate Nature of Matter in the Gaseous Phase. In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds.), *Children Ideas in Science*. Berkshire, England. Open University
- Roth, W.M. (2002). From stimulus to science: *The changing nature of visual perception*. New Orleans: Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P. & Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education* 66, 211-227
- Salierno, C., Edelson, D. & Sherin, B. (2005). The Development of Student Conceptions of the Earth-Sun Relationship in an Inquiry based Curriculum. *Journal of Geoscience Education*, 53(4)
- Schur, Y. (1999). *Constructivism and Mediated Learning Experience as a Basis for a Process of Conceptual Change in Students' Concepts of Earth*. Unpublished Ph.D. thesis, University of Witwatersrand, Johannesburg, South Africa
- Schur, Y. (2001). *Why can't Julie see the moon?* Saloniki: Lecture at the ESERA conference.
- Schur, Y., Orion, N. & Ben Menachem, O. (2001). Thinking Science – Developing cognitive skills of low functioning middle schools students through the use of a science learning program. In N. Valanides (Ed.), *Proceedings of the 1st IOSTE Symposium in Southern Europe*. Cyprus: Paralimni
- Schur, Y. & Valanides, N. (2005). Dynamic Learning and Perceptual Changes. In D. Koliopoulos & A. Vavouraki (Eds.), *Science Education at the Cross Roads: Meeting the Challenges of the 21st Century* EDIFE (pp. 121-134). Athens.
- Schur, Y. & Galili, I. (2009). Thinking Journey: A New Mode of Teaching Science. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 7, 627-646
- Schur, Y., Orion, N. And Ben Menachem, O. (2001). Thinking Science – Developing cognitive skills of low functioning middle schools students through the use of a science learning program. In N. Valanides (Ed.), *Proceedings of the 1st IOSTE Symposium in Southern Europe*. Cyprus: Paralimni
- Schur, Y., Skuy, M., Zietsman, A. & Fridjhon (2002). Constructivism and Mediated Learning Experience as a Vehicle for Teaching Science to Low Functioning Students and Enhancing their Cognitive Skills. *School Psychology International*, 23(1): 36 - 67
- Solomon, J. (1994). The Rise and Fall of Constructivism. *Studies in Science Education*, 23, 1-19



- Strang, J. & Shayer, M. (1993). Enhancing high school students' achievement in chemistry through a thinking skills approach. *International Journal of Science Education*, 15(3), 319-337
- Vosniadou, S. (2007). The conceptual change approach and its re-framing. In S. Vosniadou, A. Baltas & X. Vamvakoussi (Eds.), *Reframing the conceptual change approach in learning and instruction*. Amsterdam: Elsevier

Dynamic Learning – Seeing, Observation, Cognitive processes and Conceptual understanding

Yaron Schur & Naama Axelrod-Tayer

Abstract

The aim of the article is to demonstrate the possibility to teach at a level of conceptual understanding called “core cognition”. It connects understanding with sensory perceptions of the physical world. The article focuses on visual perceptions. In order to reach this level of understanding, the learning process focuses on the passage from seeing to observing a phenomenon or an environment. This learning process is called “Dynamic learning”. The learning process enables students to have an integrated visual perception that includes knowledge and visual perception of an environment.

Two experiments are described in the article that show the integration between knowledge and cognitive processes on one side and seeing and observing on the other side. In the first experiment, middle school students went out to sand dunes, watched them and drew them. During a whole year they studied the chemical composition of the dunes, animals and plants of it, and visited the dunes several times. They drew them again at the end of the year. The drawings show significant perceptual change.

At the second experiment, 31 college students with 40 children, went out to a variety of environments. Each group, consisting an adult with one or two children, chose an environment. All the members of the group drew this environment, then they spoke about the drawings and the environments. Then the drew the same environment again.

In the two experiments there are drawings that can show the variety and complexity of the initial seeing of environments. It enables to listen to the aspects in a given environment that interest the observers. In both experiments, one could observe the unique way of seeing the environment by the learner integrated with the learnt concepts in his/her drawings. In the first experiment, there is an analysis of the changes of perception the students experienced. The four drawings that are deeply analyzed show a surprise omission of the dunes in the initial drawing, and a significant change after the learning process. In the second experiment, the mediation was mutual, and related to the process of observation of the relevant environment. Following the mediation there were significant changes in the perception of the environment by part of the academic students and the children. Generally, the children were more attentive to the mediation processes than the students. A general analysis of the level of conversation is done and also of the levels of the change in the drawings. In addition, a deep analysis was done on 8 unique drawings of a student (teacher) and three children.