

תוכנית רוטשילד - ויצמן

השפעת החשיפה להוראה מפורשת של חשיבה תהליכית

על תפיסתם וביצועיהם של תלמידים

ועל תפיסת ההוראה ויישומה אצל מורים

מגישה: נורית שושני הכל

נכתב כעבודת גמר במסגרת קורס "פיתוח אמצעי למידה"

בהנחייתן של ד"ר גילת בריל וד"ר רונית רוזנשיין

חשוון תשע"ג

אוקטובר 2013

תוכן עניינים

4	מבוא
4	הוראה מפורשת של מיומנויות
6	מהי מיומנות החשיבה התהליכית?
7	מדוע חשוב להקנות את מיומנות החשיבה התהליכית?
7	מידת היישום של הקניית מיומנות החשיבה התהליכית - תיאור מצב
7	מדוע מיומנות החשיבה התהליכית אינה מיושמת?
8	השערות המחקר הנוכחי לגבי אי יישומה של המיומנות:
9	כתיבת הצעה סדורה לדרך הקניית מיומנות החשיבה התהליכית
9	אופן גיבושה של ההצעה להוראת החשיבה התהליכית
9	חיפוש בספרות
10	התנסות אישית
10	מתי כדאי להקנות את המיומנות המוצעת?
10	הצעת ההוראה ללמידה מפורשת של חשיבה תהליכית
10	מאפייני תהליך
13	עיבוד טקסטים תהליכיים לתרשים זרימה
15	יצירת תבניות תשובה לשאלות תהליכיות מסוגים שונים
16	חשיבה סיבתית וחשיבה תכליתית
18	התהליך הכימי
19	עקרון הניטור והביקורת
23	כיצד להטמיע את עקרון הביקורתיות בכיתה?
26	מטרות המחקר:
26	בחינת השפעתה של תבנית ההוראה על יישום המיומנות אצל התלמידים
26	אוכלוסיית המחקר
27	שיטות המחקר
38	תוצאות המחקר:
27	מעקב אחר רכישת מיומנות החשיבה התהליכית ע"י ניתוח מטלות לאורך השנה
27	מעקב אחר תלמידה מצטיינת
30	מעקב אחר תלמידה הנחשבת חלישה לימודית

- 31 מעקב אחר תלמיד הנחשב ממוצע מבחינה לימודית
- 33 כיצד התלמידים מתייחסים לדרך הוראה זו?
- 33 ניתוח משובים
- 35 ניתוח ראיונות
- 37 בחינת החשיפה לתבנית ההוראה על תפיסת ההוראה של המורים ועל צורת הוראתם
- 37 אוכלוסיית המחקר
- 38 שיטות המחקר
- 38 תוצאות המחקר:
- 38 השפעת החשיפה במסגרת הנחיית מורים על התפיסה של הוראה מפורשת ועל מידת יישומה
- 45 השפעת החשיפה במסגרת הרצאות על התפיסה של הוראה מפורשת ועל מידת יישומה
- 46 מעקב אחר מיילים, משובים ורפלקציה מסכמת
- 50 ראיונות:
- 50 ראיון עם א'
- 53 ראיון עם מ'
- 58 ראיון עם נ'
- 62 דיון
- 66 ביבליוגרפיה
- 68 תודות
- I נספחים
- I מחוון להערכת עבודה הדורשת חשיבה תהליכית
- II דף עבודה בנושא חשיבה סיבתית וחשיבה תכליתית
- III שאלון למורות עמיתות
- IV מעקב אחר שיעור, שבמהלכו נעשה שימוש במיומנות החשיבה התהליכית:
- VI ראיון מלא עם תלמידי כיתה י
- X ראיון מלא א'
- XII ראיון מלא מ'
- XV ראיון מלא נ'

מבוא:

הוראה מפורשת של מיומנויות

בעולם עתיר המידע כיום, עולם שבו מתווסף ומשתנה מידע מידי יום, וכאשר המידע זמין לכל לומד, חשיבותו של המורה נגזרת מלווי התלמיד לקראת הפיכתו ללומד עצמאי, המסוגל ללמוד בכוחות עצמו מתוך מקורות המידע המגוונים הפתוחים בפניו (Kuhn, 2007). תפקידו המסורתי של המורה כמעביר ידע אינו רלבנטי בתקופה שבה הידע הקולקטיבי משתנה ומתעדכן מידי יום ביומו, ועומד לרשותו של כל אדם בהקלדה קצרה ובלחיצת כפתור. אולם, יש לזכור כי זמינותו של הידע אינה בהכרח מעידה על זמינותו הקוגניטיבית עבור הלומד אותו. יכולתו של אדם להגיע למחקרים מקיפים בתחומים שונים, אינה מעידה בהכרח על היכולת שלו להבינם ולהפנימם או לעשות בהם שימוש מושכל. חוסר ההלימה בין זמינותו של הידע לבין היכולת לעשות בו שימוש היא תופעה חדשה למדי, וייחודית לדור האינטרנט, אותו אינטרנט שפתח בין בני האדם יכולות תקשורת מופלאות, אך לרוב לא לימד את המתקשרים דרכו את המיומנויות הנדרשות לצרכי הבנת הידע המתקשב המצוי בו. זמינות הידע אינה מביאה בהכרח ליצירה של הבנה אצל הנחשפים אליו, והידע הזמין נותר עקר וחסר פשר או בעל פשר שגוי אצל הלומד אותו. מציאות חדשה זו מעלה את הצורך בדמותו של המורה החדש – המורה המתווך – מורה אשר יסייע ללומד לרכוש מיומנויות לפענוח הידע, להבנתו, ולשזירתו בתוך הידע וההבנה הקודמים שיש לתלמיד, כך שמארג הידע של הלומד ילך, יתרחב, ויסתעף בהדרגה כמו רשת נוירונים ההולכת ומשתכללת עם יצירת קשרים סינפטיים חדשים בכל רגע.

את הצורך בשינוי תפקידו של המורה זיהו מערכות חינוך רבות בעולם, ואלו הגדירו מטרות חדשות, המשנות את תפקידיהם המסורתיים של המורים ושל ביה"ס. היטיבה לתאר זאת פרופ' ענת זהר¹ ביום עיון שדן ב"פדגוגיה בעידן המידע" בארגונה של האקדמיה הישראלית למדעים: "המטרה המרכזית של החינוך לעתיד... וכפי שהיא מוגדרת במטרות ה-OECD ומאמצת על ידי ארצות רבות, ובהן ישראל, היא לשפר את היכולות הקוגניטיביות ואת יכולות החשיבה הגבוהות של תלמידים, כולל פתרון בעיות, כך שיתאימו להיות אזרחי עולם העתיד ויכולו לנצל את הטכנולוגיה של המאה ה-21 כדי לרכוש במהלך חייהם ידע חדש תוך הפעלת שיקול דעת, יצירתיות וביקורתיות". והיא מצטטת: "מטרה זו... מופיעה... במסמכי היסוד והמדיניות של תכנית הלאומית הישראלית להתאמת מערכת החינוך למאה ה-21. כך, לדוגמה, כתוב במסמכי התכנית הלאומית הישראלית: "יש להכשיר את התלמידים להיות... בעלי יכולת לזהות קשרים חדשים בין מושגים, לזהות אסטרטגיות שונות בתהליך או במשימה... בעלי חשיבה ביקורתית, חקירה ובחירה בחשיבה מטה-קוגניטיבית." מימושן של הצהרות אלו דורש הגדרה מחדש של דמותו הרצויה של בוגר מערכת החינוך במאה ה-21 והתאמת העשייה בבתי הספר לדמות רצויה זו (ברנדס, 2011).

תלמידים בעלי יכולת חשיבה וניתוח גבוהים, כפי שמגדירה מערכת החינוך בארץ ובעולם את בוגריה הרצויים, אינם מהווים את רוב התלמידים המאכלסים את כיתות בתי הספר. מורים רבים עומדים חסרי

¹ פרופ' ענת זהר, בית הספר לחינוך, האוניברסיטה העברית בירושלים ומכון מנדל למנהיגות. פרופ' זהר שימשה בעבר כיו"ר המזכירות הפדגוגית במשרד החינוך.

אונים מול רמת ההבנה שמגלים תלמידיהם, ותסכולם רב (Newton & Newton, 2000). רמת ההבנה של התלמידים נתפסת אצל חלק מן המורים כאימננטית לתלמיד ולכן ככמעט בלתי ניתנת לשינוי (שם). פרופסור קרל פרנקנשטיין² יצא כנגד גישה דטרמיניסטית זו, וייסד את שיטת "ההוראה המשקמת", שמטרתה לשקם את החשיבה החבולה (פרנקנשטיין, 1981). פרופסור פרנקנשטיין הגדיר בכתביו את מקורות החשיבה החבולה אשר התגלו אצל תלמידים טעוני טיפוח, וניסה לטפל במקורות אלו בצורה ישירה ומפורשת, תוך שימוש בהוראה דדוקטיבית, שמטרתה להסביר עקרונות חשיבה בסיסיים. עקרון נוסף במשנתו היה הדגמת עקרונות החשיבה על מגוון נושאים המוכרים לתלמיד מתחומי דעת מגוונים ומסיטואציות חיים שונות (עקרון ההרחבה/ההסתעפות), על מנת לאפשר לתלמיד להבין ולהטמיע את עקרון החשיבה ולעשות טרנספר שלו לתחומים שונים.

בבסיס תורתו של פרנקנשטיין עמדה ההנחה, כי ההוראה צריכה להתאים עצמה למקום הקוגניטיבי והרגשי שבו נמצא התלמיד, על מנת לאפשר לתלמיד לרכוש את הידע ואת המיומנויות, ולהתאים את חשיבתו לצורת החשיבה ולידע המקובלים. במילים אלו היטיב פרנקנשטיין לתאר את עבודת המורה: "דרך ההוראה צריכה להיות פתוחה יותר, ספונטנית. המורה צריך להיות מסוגל להגיב לאירועים המתרחשים בכיתה, לאבחן את טעויות הלמידה של תלמידיו, לאבחן את הקשר בין מצבם הרגשי למאפייני החשיבה שלהם ולהתאים תרגילי חשיבה לבעיה הספציפית" (פרנקנשטיין, 1989). בהתאם לעקרונותיו של פרנקנשטיין ובהמשך וכחזרה להם, נראה לי, שעל מנת להפוך את התלמיד ללומד עצמאי, עלינו לאתר את קשייו של התלמיד, למצוא את שורש הבעיה בקשייו ולהתאים את ההוראה לטיפול בבעיה שורשית זו. זיהוי הקשיים ודרך הטיפול בהם יעשו במספר שלבים:

- זיהוי אופי המשימות שבהם מתגלעים הקשיים
- מציאת המכנה המשותף של הקשיים³
- מציאת אופי החשיבה הנדרש על מנת להתגבר על הקשיים (המיומנות הנדרשת)
- איתור תבניות ההולמות את המיומנות הנדרשת
- הוראה מפורשת של המיומנות ושל התבנית שלה, תוך התייחסות לתפיסות השגויות
- תרגול משימות תוך שימוש מפורש במיומנות אשר נלמדה

יישום ההליכים שתוארו לעיל, דורש חשיבה של המורה על חשיבתו של התלמיד, והשוואתה לחשיבה היעילה יותר למקרה הספציפי הנלמד. אחר כך יעורר המורה את התלמיד לחשוב על צורת החשיבה שלו עצמו, להבין את יתרונותיה ואת חסרונותיה, ולהכיר צורות חשיבה אחרות היכולות לשמש אותו במקרים שכאלו. עשיה שכזו נכללת בקטגוריית הפעילות המטה-קוגניטיבית העוסקת בחשיבה על חשיבה. מחקרים מוכיחים כי הוראה ולמידה מטה-קוגניטיביות מקדמות יכולות קוגניטיביות בתחומים שונים. תוצאות הלמידה הולכות ומשתפרות ככל שמתרחשים יותר תהליכים מטה-קוגניטיביים (Zohar & Ben David, 2008, בן דוד, 2009). ידע מטה קוגניטיבי כולל בתוכו ידע מטה-אסטרטגי, הכולל

² פרופסור פרנקנשטיין (1905-1990) היה פסיכולוג יונגיאני, עובד סוציאלי אך בעיקר הוגה ואיש חינוך, שילב עבודה אקדמאית עם חינוך בפעל, כמנחה למורים וכמנהל ב"ס. זוכה פרס ישראל לחינוך ב 1965. הותיר אחריו כתבים רבים בעברית, אנגלית וגרמנית.
³ עבודה זו לא תכלול תשובות שגויות של תלמידים וניתוחם לצרכי מציאת המכנה המשותף, אך יש לזכור כי הפיתוח כולו מבוסס על חשיפה רבת שנים לטעויות ולקשיים שכאלו, וזו הסיבה שחלק זה מוזכר במבוא.

התייחסות לשאלות מל"א: מתי לעשות שימוש באסטרטגית למידה מסוימת, למה לעשות שימוש באסטרטגיה, ואיך לעשות שימוש באסטרטגיה (שם). ללא הוראת מפורשת של אסטרטגיות למידה, מתקשים תלמידים לרכוש מיומנויות במהלך לימודיהם. תרומתה של הוראה מפורשת של מיומנויות משמעותית מאוד דווקא לתלמידים מתקשים (ספקטור-לוי, שרץ, & אלון, 2006), אם כי תרומתה רבה גם אצל תלמידים חזקים יותר (שם). כמו כן היכולת לעשות שימוש במיומנות שנרכשה בהקשר אחד, יכולת המכונה בספרות "העברה", נעשית טוב יותר ובצורה מדויקת יותר כאשר השימוש במיומנות נעשה בצורה מודעת ומפורשת (בן דוד, 2009). בעבודה זו תוצע דרך הוראה מפורשת של חשיבה תהליכית תקינה⁴, החיונית לעוסק במדע.

על פי קליין (2011) קיימת היררכיה של מיומנויות, אשר מכתובה את השלב בלמידה שבו תשולב כל אחת מהן. באופן כללי ניתן לומר כי המיומנויות מתקדמות מן הקונקרטי אל הפורמאלי והמופשט. חלק מן המיומנויות מתבססות על מיומנויות שקדמו להן ואותן עדיף ללמד בשלב מאוחר יותר. רצוי ללמד את המיומנויות בהתאם לשימוש בהן בתכנים הנלמדים (קליין, 2011). בעבודה זו ישנו פרוט של אסטרטגיות שונות להנחלת החשיבה התהליכית. האסטרטגיות מופיעות בהתאם להיררכיה שלהן, בהתאם להצעתה של קליין.

בשנת 2009 הוציא משרד החינוך חוברת הנחיות למתכנני תוכניות לימודים ולמפתחי חומרי למידה לגבי האסטרטגיות אותן יש להנחיל לתלמידים (יועד, 2009). במסמך זה נקראים המפתחים לפתח חומרי למידה תוך הקנייה מפורשת של אסטרטגיות למידה. המסמך עצמו אינו מציע דרכים להקניית אסטרטגיות הלמידה. בחינה שטחית של ספרים שפורסמו מאז הוציא פרסם משרד החינוך מסמך זה, נותנת את הרושם כי רבים מן הספרים שיצאו לאור כוללים מרכיבים הדורשים מן התלמיד שימוש במיומנויות שונות, אך ישנה הנחיה מועטה לגבי הדרכים והאסטרטגיות לשימוש בהן ולרציונל העומד מאחורי דרכים אלו. ספרי ההנחיה למורים כוללים, אם בכלל, התייחסות כללית לאסטרטגיות הלמידה הנדרשות, לרוב ללא הצעה מפורשת לדרך שבה יוקנו לתלמידים⁵. בעבודה זו תוצע הצעה להוראה מפורשת של מיומנות למידה אחת, המשמעותיות מאוד למקצועות המדעיים, מיומנות החשיבה התהליכית: מאפייניה, התבניות לעבודה עמה, והמקומות בהם היא מיושמת. העבודה תבחן את השפעתה של הצעת ההוראה על למידת תלמידים ועל תפיסת ההוראה וצורת ההוראה של מורים שנחשפו אליה.

מהי מיומנות החשיבה התהליכית?

המונח "חשיבה תהליכית" מוכר יותר בתחום האימון (קאוצ'ינג) וכן נעשה בו שימוש בתחום המתמטיקה, ופחות בתחום לימודי המדע והטכנולוגיה. בתחום הוראת המדעים נהוג לדבר על "חשיבה סיבתית" או על קשרי סיבה ותוצאה. ההחלטה להשתמש במושג "חשיבה תהליכית" נבעה מן המחשבה שמינוח זה משקף נכונה את מהות האסטרטגיה הנדרשת. בעוד שהשימוש במושג חשיבה סיבתית משקף

⁴ הגדרתה של חשיבה תהליכית תקינה מופיעה בעבודה עצמה, ואינה מתוארת בנקודה זו, כוון שהיא כוללת מרכיבים רבים. הגדרת החשיבה התקינה על שלל מרכיביה מפורטות בהמשך בהצעת מערך ההוראה.

⁵ יש לסייג קביעות אלו, כוון שהן מתבססות על ניסיון קצר שבו התנסיתי בבחינה של ספרי לימוד שיצאו עד סוף 2011, כאשר עבדתי במשך שנה כרכזת מדעים באגף לאישור ספרי לימוד. נדרש מחקר מקיף ושיטתי על מנת לתת לרושם זה ביסוס מדעי.

רק חיפוש אחר סיבה לתופעה שקרתה, הרי שהמושג "חשיבה תהליכית" יכול כלול בתוכו התייחסות גם לתוצאותיו האפשריות של תהליך ולהשלכות שלו. חשיבה תהליכית נדרשת גם להבנת תהליכים טכנולוגיים ולהבנת תהליכי תכנון. יתרון נוסף בשימוש במונח "חשיבה תהליכית" הוא היכולת להשתמש בו כאשר נבחין בין חשיבה סיבתית לחשיבה תכליתית, אשר דורשות שתיהן הבנה של תהליך, כאשר החשיבה התהליכית כוללת את שתי צורות החשיבה ומאגדת אותן בתוכה.

מדוע חשוב להקנות את מיומנות החשיבה התהליכית?

החשיבה התהליכית היא מרכיב משמעותי ומרכזי בעבודה המדעית. המדע עוסק בפענוח של מבנים ובפענוח של תהליכים, אלא שהאחרונים הם המרכזיים יותר וגם הקשים יותר להבנה (Liu & Helmo-Silver, 2009). מרכזיותה של החשיבה התהליכית בהוראת המקצועות המדעיים באה לידי ביטוי, בין השאר, במבדקים אליהם נחשפים תלמידים לאורך כל שנות לימודיהם. אחוז ניכר מן המטלות במבדקים ארציים ובינלאומיים דורש מציאת הגורם שהביא לתהליך, הסבר לתהליך או חיזוי של השלכותיו. הבנת מרכזיותה של החשיבה התהליכית הביאה להגדרתה בארה"ב, קנדה, אוסטרליה, אנגליה, אירלנד, וסקוטלנד כמרכיב חיוני בהוראה לצרכי שיפור ההבנה של התלמידים⁶ (Newton & Newton, 2000).

מידת היישום של הקניית מיומנות החשיבה התהליכית - תיאור מצב

למרבה ההפתעה, למרות שמערכות החינוך במקומות אלו כללו את השיח הסיבתי כחלק מדרישות ההוראה המוצהרות וחייבו התייחסות אליהן בהשתלמויות מורים ובהכשרת מורים, כמעט ולא חלו שינויים בהרגלי השיח הסיבתי בכיתות במקומות אלו (Newton & Newton, 2000). במחקר באנגליה, לדוגמה, נמצא כי את רוב הזמן הקדישו המורים בכיתות להעברת עובדות ותיאורים, בדומה לתפקיד המורה המסורתי. מחקרים שנעשו בארה"ב, קנדה, ואוסטרליה מראים אף הם תופעה דומה (שם). ביום עיון שדן בפדגוגיה בעידן המידע סיכמה פרופסור זהר את השינויים במערכות החינוך בישראל ובעולם במילים אלו: "גדולי החוקרים בתחום השינויים החינוכיים עסקו בקשיים שבהכנסת שינויים לתהליכי למידה והוראה. סיכום של מחקרים רבים מאוד ועיון במסמכים המגדירים מדיניות חינוך בעולם במהלך המאה ה-20, מצביעים על שינויים ניכרים במערכות חינוך. במבט לאחור אפשר לומר שמרבית השינויים, בין שעסקו באופן ספציפי בהוראה ולמידה ובין שלא, גרמו למעט מאוד שינוי בפועל בדרכי ההוראה והלמידה, ובאופן מפתיע מתברר כי אלה נשארו כמעט לגמרי קבועים ובלתי משתנים" (ברנדס, 2011).

מדוע מיומנות החשיבה התהליכית אינה מיושמת?

חוסר ההלימה בין המדיניות המוצהרת של מערכות חינוך לבין צורת ההוראה בכיתות מעוררות שאלות: מדוע השיח הסיבתי אינו מוטמע בהוראה של מורים, ומדוע הוראה מפורשת של מיומנויות אינה חודרת

⁶ כאשר המונח המשמש שם הוא: "שיח סיבתי".

אל תוך הכיתות, למרות שמערכות החינוך קוראות למורים לעשות שימוש בשיטות הוראה אלו? ניוטון וניוטון (Newton & Newton, 2000) העלו השערות שונות להסבר התופעה, ובדקו חלק מהן במחקר מקיף בבתי ספר בכל רחבי אנגליה. תוצאות מחקריהם שללו את ההשערה כי הזמן הרב הנדרש להוראת תהליכים ולחצי המבחנים החיצוניים הם המביאים את המורים להתמקד בהעברת ידע, שכן התצפיות שערכו ניוטון וניוטון בכיתות נעשו לאחר שתמה תקופת המבדקים החיצוניים בבתי הספר, וכן כללו שיעורים שהתייחסו לנושאים שאינם נכללים בתוכנית הלימודים, ובכולם נמצא כי רמת השיח הסיבתי הייתה נמוכה. מחקרם מצא, עם זאת, כי אצל מורים "מקצוענים" בתחום הדעת רמת השיח הסיבתי הייתה גבוהה יותר מזו של מורים חסרי הכשרה מקצועית מדעית. וכן נמצא כי ככל שהמורה ראה את המדע כעובדתי ותיאורי הוא נטה פחות לשיח סיבתי, וככל שהוא תפס את המדע כדרך לארגון ידע על סמך ממצאים, הוא עשה שימוש רב יותר בשיח סיבתי. אולם, גם אצל המקצוענים ואצל בעלי ההשקפה של המדע בצורה הקרובה יותר למציאות, פרופורציית הזמן שהוקדשה לשיח סיבתי הייתה נמוכה. ההבנה כי גם אצל רוב המורים המקצוענים שיעור השיח הסיבתי הוא בסביבות העשרה אחוזים בלבד וכתשעים אחוז מהשיעור מוקדש לתיאור עובדות ותופעות, מותירים את השאלה: "מדוע לא נוקטים מורים בשיח סיבתי?" פתורה בצורה חלקית בלבד.⁷

השערות המחקר הנוכחי לגבי אי יישומה של המיומנות:

בעבודה זו מוצעות השערות נוספות לפער בין חיוניותו של השיח הסיבתי לבין היישום המועט שלו אצל מורים. השערה ראשונה היא, כי קיים פער בין ההבנה שיש לראשי המערכת לבין זו הקיימת בשטח. המורים עצמם אינם מבינים את מהות המיומנות, ואת תרומתה לשיפור ההבנה אצל התלמידים. לעניות דעתי, חוסר ההבנה נובע מכך שהעקרונות, שמערכת החינוך אימצה אל ליבה, כמעט שאינם מודגמים למורים ומעטה מאוד החשיפה להצעה יישומית שלהם ולכן הם נותרים בגדר "סיסמאות" לא ברורות.⁸ ערפל אינו יכול להניע מורה לשנות את דרכי הוראתו. כל עוד משמעות השיח הסיבתי או של ההוראה המפורשת של החשיבה התהליכית⁹ והשפעתם על הלמידה אינו ברור למורים, הסיכוי שיעשו שימוש בשיטות הוראה שכאלו קטן. השערה אחרת היא שגם במקרים בהם מורים מבינים את חשיבות החשיבה התהליכית, הם לא בהכרח מיישמים אותה, כוון שאינם יודעים כיצד ליישם צורת הוראה שכזו. יש לזכור, כי על מנת להורות בצורה מפורשת מיומנות כלשהי, נדרש המורה להגדיר את המיומנות. כפי שהודגם בפתח העבודה, הגדרה זו מבוססת לרוב על אנליזה טובה של תשובות שגויות של תלמידים, ומציאת המשותף לכל המקרים הללו (אינדוקציה). נדרשת גם אנליזה טובה של תשובות הנחשבות נכונות, תוך אינדוקציה לקבלת המכנה המשותף שלהן. כמו כן, נדרשת יצירתיות על מנת ליצור תבניות

⁷ בתיאור המחקר של ניוטון וניוטון לא מופיעים שיעורי השיח על פי התפלגות לקבוצות הנ"ל, אלא שמתוך הנתונים ניתן להסיק כי שלושה מתוך 19 המורים המקצוענים (מתוך 50 המורים שהשתתפו במחקר) עלו על 15% שיח, 5 הקדישו בין עשר לחמישה עשר אחוז לשיח זה, ואחד עשר הנתרים הקדישו פחות מעשרה אחוזים מהשיעור לשיח סיבתי. מעניין היה לעשות פילוחי משנה, של מורים מקצוענים ובעלי השקפה מדעית טובה, ולבחון האם הם בין המורים שהקדישו לשיח מעל 15% מהשיעור, אלא שחיתוך זה לא מופיע במאמר.

⁸ הדבר אינו נכון לגבי מיומנות חקר. זו זוכה לטיפול רב בספרות, בהשתלמויות, ובדגמי ההוראה העומדים לרשות המורים. אולם לא ניתן לומר זאת על מיומנות החשיבה התהליכית.

⁹ מחקרם של ניוטון וניוטון התייחס לשיח סיבתי בלבד, דהיינו: לכל דיון שהתייחס לתהליך. עבודה זו מתייחסת להוראה מפורשת של חשיבה תהליכית, הכוללת גם את המרכיב המטה-קוגניטיבי, בו מתייחס המורה מפורשות לצורת החשיבה הנדרשת ולדרך הנכונה ליישומה.

נוחות להוראת העקרונות וליישומן. כשם שתהליכי חשיבה אלו אינם קורים בצורה שווה אצל כל תלמיד, כך הדבר גם לגבי המורים. חלק מן המורים זקוקים להדרכה ולחניכה בתהליך. יש לזכור כי פעמים רבות ההוראה והמטלות הרבות הנלוות אליה, מביאים את המורים למצב של הישרדות¹⁰ ובמצבים שכאלו לא נותר למורה פנאי אינטלקטואלי ורגשי לניתוחים ולהגדרות מופשטות של תבניות החשיבה, מה גם שרוב המורים אינם זוכים ללווי בתהליך זה. במידה והשערה זו נכונה, הרי שחשיפה של מורים להגדרה מפורשת של שורשי הקשיים בשגיאות נפוצות של תלמידים, והגדרה מפורשת של מאפייני התשובות הנכונות, מרכיביהן, והדרכים ליישמן, תאפשר ליותר מורים להבין וליישם את ההוראה המפורשת של המיומנויות¹¹.

כתיבת הצעה סדורה לדרך הקניית מיומנות החשיבה התהליכית

מטרת ביניים חשובה בעבודה זו, כוללת את הגדרת המשותף לשגיאות נפוצות של תלמידים בהתייחסותם לתהליכים, את הגדרת המשותף לדרך החשיבה התהליכית הנכונה, ואת הגדרת התבניות המתאימות ליישומה של צורת חשיבה זו. אחר כך, תיבחן השפעת החשיפה של תלמידים להצעה על מידת ההבנה והביצועים שלהם. במידה ולהצעה ישנה השפעה חיובית על מידת ההבנה של התלמידים, תהיה זו עדות תומכת לכך שהתחברנו לנקודת המבט של התלמיד, ערערנו עליה ועימתנו אותה עם צורת החשיבה המקובלת, באופן שאיפשר לתלמיד להתאים את צורת חשיבתו לזו המקובלת מבחינה מדעית. כמו כן, הדבר יאפשר להדגים למורים את משמעותה של דרך ההוראה הזו, ואת השפעתה על מידת ההבנה והביצועים של התלמיד.

אופן גיבושה של ההצעה להוראת החשיבה התהליכית

חיפוש בספרות

חיפוש אחר הצעה סדורה המנתחת את מקורות השגיאות אצל תלמידים ומגדירה את דרכי ההתמודדות העלתה ממצאים דלים. נמצאו מחקרים רבים העוסקים בחשיבות של הקניית מיומנויות בצורה מפורשת, אך קשה יותר היה למצוא מחקרים המציעים דרך להקניית מיומנות החשיבה התהליכית. מציאות זו מדגימה כי חסרה חוליה שתגשר בין הידע המחקרי המצביע על יתרונות ההוראה המפורשת של מיומנויות בכלל ושל שיח סיבתי בפרט, לבין הצעות לדרכי היישום של ידע זה. נמצא מאמר מעניין המציע דרך להוראת מיומנות החשיבה התהליכית באתר מורי הביולוגיה (בוסטן & לינק¹²). במאמר מופיעים חלק מן העקרונות המופיעים בעבודה זו, ולמעשה הוא נתן משנה תוקף לחלקים המוצעים בעבודה, אליהם הגיעו בצורה בלתי תלויה גם מורים אחרים.

¹⁰ על פי פרנקנשטיין, תלמידים טעוני הטיפול חיים בסביבה הישרדותית, וזו משפיעה על תפיסה דטרמיניסטית שלהם. בהקבלה, ניתן לומר כי מידת התפיסה הדטרמיניסטית של מורים את יכולת ההבנה של תלמידיהם, תהיה בקורלציה למידת חוסר האונים של המורה בכיתה ולמידת תחושת הישרדות שלו בתוכה.

¹¹ הוראת מאפייני החשיבה התהליכית למורים לא חייבת להיעשות דוקטיבית. יתכן והמנחה יבחר להעביר אותה בשיטת ההוראה הקונסטרוקטיביסטית, כאשר הוא מנחה את המורים להגיע להגדרות בעצמם בצורה אינדוקטיבית, ובמידת הצורך הוא מסייע ומשלים את ההגדרות. עם זאת יתכן ומרכיבים מסוימים במיומנות מתאימים יותר להוראה דוקטיבית בשל מורכבותם.
¹² לא צוינה שנת הכתיבה באתר

התנסות אישית

ההצעה מבוססת ברובה על התנסות אישית בהוראה בכיתות מסוגים שונים: כיתות של טעוני טיפוח בתוכנית שפ"ר בתיכון שליד האוניברסיטה, כיתות הטרוגניות בבתי ספר מגוונים, וכיתות מחוננים בתיכון שליד האוניברסיטה ובביה"ס אופק למחוננים. המרכיבים השונים בהקניית המיומנות הוגדרו אחר התבוננות בשגיאות של תלמידים בכיתות הנ"ל, ניתוח שורשי הסיבות לטעויות אלו, והגדרת הדרכים להתמודדות איתם. ההצעה שוכללה במהלך כתיבתה של עבודה זו, הודות לתובנות חדשות שהעלו במהלך חשיפתה מרצות הקורס, מורות עמיתות, ואני עצמי.

מתי כדאי להקנות את המיומנות המוצעת?

לפני הצגת המיומנות על מרכיביה השונים, אתייחס לשאלה העולה לא אחת מפי מורים הנחשפים אל המיומנות והיא: מתי להתחיל להקנות אותה? התשובה מבחינתי היא: ברגע הראשון שבו עולה הצורך בהקנייתה. בבתי ספר שש שנתיים, נעשית ההקניה הראשונה של מיומנות החשיבה התהליכית עוד בחטיבת הביניים, בהקשר לאחד מנושאי הלימוד שבהם היא מרכזית. נושאים רבים יכולים להוות עילה טובה ללימוד המיומנות. אפשר לבחור וללמד את המיומנות בכתה ז' סביב נושא של שינוי מצבי צבירה, בכתה ח' סביב נושאים של שינויים בחומר או של יחסי גומלין ומארגי מזון, בכתה ט' סביב נושא של מחזור פחמן-מימן – חמצן בלימודי אקולוגיה, שם ידובר על תהליך מחזורי דווקא. בתיכון רצוי שהתלמידים ישלטו כבר במיומנות ויוכלו להיעזר בה, אך אם עדיין לא נלמדה ניתן ללמדה בכתה י' סביב תהליכים המתרחשים במערכות הגוף השונות ובתאים. הביולוגיה מזמינה הוראה של תהליכים רבים, וכל מורה יכול לבחור את הנושא הנראה לו מתאים להקניית מיומנות זו. ההצעה כוללת רכיבים מספר ואלו יפורטו על פי סדר הוראה מומלץ. סדר הוראת הרכיבים השונים ניתן לשינוי.

הצעת ההוראה ללמידה מפורשת של חשיבה תהליכית מאפייני תהליך:

בשלב ראשון מוטב ללמד את המושג תהליך בצורה כללית, בעיקר אם מדובר בכיתות של תלמידים טעוני טיפוח, תוך שימוש בעקרון ההרחבה של פרנקנשטיין (1981): "בהוראה הרגילה נמסר הידע לתלמיד והנחת העבודה כי הוא – מעבר לגבולות ההוראה – יזרים את הידע לתחומי ידע אחרים, יצליב מידע ויפתח אותו. התלמיד טעון הטיפוח איננו מסוגל לבצע מעברים שכאלה, על כן תפקידיה של ההוראה המשקמת הם לבצע אותם במהלך ההוראה. המורה יציג תחומי ידע אחרים בהם מופיע המושג, יאתר את דפוס החשיבה וידגים אותו באזורי ידע אחרים... [ההדגשה שלי] ההסתעפות בהוראה המשקמת כוללת ריבוי דוגמאות – שאיננו נחוץ בהוראה הרגילה, וכן הסתעפות אל עבר הדמיון וה'כאילו'". הצורך בעקרון ההרחבה הוא חיוני בכיתות של טעוני טיפוח, לצרכי העברה של אופן החשיבה, למקרים ולתחומים חדשים, אולם תרומתו רבה גם בכיתות בהן לומדים תלמידים בעלי יכולות גבוהות. תלמידים אלו נהנים מן החשיבה חוצת הנושאים וממציאת המשותף בדוגמאות השונות (תהליך הדורש חשיבה אינדוקטיבית המאגרת תלמידים מצטיינים). עקרון ההרחבה הוא בעל משמעות גדולה בהוראה של תהליך, בשל הקושי המיוחד של תלמידים טעוני טיפוח (ומספר תלמידים כאלו מצויים כיום

בכל כיתה (סטנדרטית) להבחין ברצף של סיבות ותוצאות, כפי שמתאר פרנקשטיין (שם): "ההזנחה גורמת לתודעת מקריית, וזו מובילה לחשיבה חד ערכית ולא מורכבת. תוצאה אפשרית נוספת היא פגיעה בייחסי הדדיות, זו מיתרגמת לפגיעה בחשיבה סיבתית [שהרי הסיבתיות היא יחס הדדי מופשט]". בשל כל אלו, בכיתות טעונות טיפוח ובכיתות הטרוגניות נדון מפורשות בהגדרת המושג תהליך בצורה כללית, תוך הבאת דוגמאות לתהליכים מתחומי דעת שונים. בשלב הראשון יתבקשו התלמידים לתת דוגמאות לתהליכים שונים המוכרים להם. בכך יושג קישור לעולמו הפנימי של התלמיד, דבר שיאפשר לו להפנים את העיקרון טוב יותר, בהתאם לגישה הקונסטרוקטיביסטית. בכיתה של טעוני טיפוח יציג המורה את הגדרת התהליך, ויבקש מן התלמידים להדגימה על דוגמאות משלהם (הוראה דדוקטיבית המתאימה לתלמידים טעוני טיפוח) או לחלופין יבקש מן התלמידים לחשוף את המאפיינים המשותפים לכלל התהליכים שהתלמידים העלו (הוראה אינדוקטיבית המתאגרת תלמידים חזקים). פעמים רבות ישלב המורה את השניים. ההגדרה שתורכב על ידי המורה ו/או תלמידיו תכלול מספר מאפיינים קריטיים להבנת תהליך:

- מדובר בשינוי
 - השינוי קורה לאורך זמן (רב או מועט – ואין אורך הזמן מעיד על מורכבות התהליך)
 - התהליך מורכב מרצף של סיבות ותוצאות
 - כל סיבה יכולה להיות גם תוצאה ולהפך - משפט זה חשוב בעיקר עבור תלמידים טעוני טיפוח, המאופיינים בחשיבה דיכוטומית (פרנקשטיין, 1981)
 - נהוג לייצג תהליך בתרשים זרימה, שבו החיצים מראים את כוון הזמן. לפני החץ תבוא הסיבה ואחריו התוצאה.
 - ישנם תהליכים ליניאריים שסופם להסתיים, וישנם תהליכים מחזוריים שימשיכו לנצח.
- הגדרה אחרונה זו משמעותית ביותר להבנת תהליכים ביולוגיים. מחזורי פחמן-מימן-חמצן, מחזור החנקן ומחזור הזרחן הם חלק מהליכי החיים שלעולם אינם נגמרים בשל מחזוריותם (דוגמה ראשונה לתהליך מחזור היא דווקא מחזור המים המוכר היטב לתלמידים עוד מן היסודי). תהליכים ליניאריים הם סופיים בדומה לתהליך כימי שסופו להסתיים כאשר המגיבים והתוצרים מגיעים לשווי משקל כימי, תופעה שאף היא נלמדת במסגרת לימודי המדעים והביולוגיה. כל תהליך מחזורי מכיל בתוכו תהליכים ליניאריים-סופיים, אלא ששילובם זה בזה יוצר מחזוריות. כך לדוגמה: הולדה התבגרות והולדה הם חלק ממחזור החיים המתמשך, אולם לידה והתבגרות הם חלק מתהליך ליניארי שסופו מוות. פירוק חומר אורגני זהו שינוי כימי שסופו להיגמר כאשר החומר האורגני ייגמר, אולם הדבר לא יקרה כוון שישנו תהליך כימי – ליניארי אחר הגורם ליצירת החומר האורגני מחדש. תלמידים טעוני טיפוח יתקשו להבין מורכבות זו, ויהיה על המורה להגדיר את הדואליות הזו בצורה מפורשת עבורם, תוך הדגמתה על תהליכים שונים ומגוונים.

את המשפטים הללו ידגים המורה על תהליך פשוט מאוד, ואחר כך יאפשר לתלמידים לנסות לייצג את התהליכים שהציעו בתרשים, תוך הדגמת מאפייניהם המשותפים של תהליכים על התהליך שבחרו.

ניתן להתרשם, כי המורה בחרה בדוגמה פשוטה כדי להציג מהו תהליך ומהי הדרך לייצוגו. ישנה חשיבות לפתיחה בדוגמה פשוטה ושווה לכל נפש, ולא בחומר מדעי מורכב. הדבר מקל על הקניית המיומנות ועקרונותיה.

בראיונות שנערכו לתלמידים שנחשפו לצורת הוראה זו, ציינו התלמידים את חשיבותה של הדוגמה הראשונית הפשוטה דווקא ויתרונה על פני שימוש בנושא מדעי חדש. ראיונות אלו יובאו בהמשך.

מה משותף לכל התהליכים?

- שינוי
- קורים לאורך זמן
- רבי שלבים
- בתהליכים מדעיים השלבים השונים הם רצף סיבות ותוצאות

- נהוג לייצג תהליך בתרשים זרימה הבנוי משלבים וחיצים המראים את כוון הזמן ביניהם.
- הסיבה קודמת בזמן לתוצאה, ותרשם לפני החץ בתרשים הזרימה.
- כל סיבה יכולה להיות גם תוצאה

אחרת: ישון

לא התעוררתי

אחרת: לכנס

שקף 1 - "מה משותף לכל התהליכים?"

תרגול המיומנות בשלב ראשון על נושאים אישיים שהעלו התלמידים ואשר קרובים לליבם ומוכרים להם, ובתחומי דעת מגוונים, מעלה את הסיכוי להפנמה של דרך החשיבה התהליכית, ואת הסיכוי לשימוש וליישום של המיומנות בהמשך כפי שמציעה ההוראה המשקמת (פרנקשטיין, 1981) וכמו כן צורת הוראה זו תואמת את הגישה הקונסטרוקטיביסטית בהוראה.

ניסיוני בהוראה הראה, כי פעמים רבות בתום הדיון הראשוני על תהליכים נוטים תלמידים לעבור להכללת יתר ולומר: "בעצם הכל זה תהליך". אמירה זו היא חשובה בפני עצמה, כוון שהיא באה בעקבות הבנת המושג תהליך, וההפתעה שחווים התלמידים כאשר הם מגלים כמה רבים התהליכים המוכרים להם. הבנה זו מהווה שלב בהתפתחותה של סכמה חשובה זו, אשר תשתכלל ותתעדן בעקבות התאמה שלה למציאות ולידע הממוצב (פיאז'ה, 1972). בעקבות הכללת יתר זו ניתן לדון עם התלמידים בהבחנה בין תהליכים לבין מושגים, מבנים, וערכים נקודתיים וכדו'. הבחנה זו תאפשר לחזור ולהזכיר שוב ושוב את מאפייני התהליך (שינוי לאורך זמן). המורה גם יכול לנצל את האמירה השגויה ("הכל זה תהליך") על מנת לחזור עם הכיתה על מושגים שנלמדו ולמיין אותם בצורה גסה לתהליכים ולמושגים שאינם תהליכים (ובמידה ויש למורה זמן ניתן להתייחס למונחים המציינים מבנים, מצבים, מידות, וכדו'). מיון זה ישיג מטרה כפולה: חזרה על מושגים שנלמדו בעבר בהקשר אחר (דבר שיבסס את המושגים) ועיסוק בשאלה מהו תהליך ומה אינו תהליך, דבר המאפיין חשיבה מטה קוגניטיבית במהלכה נדרש התלמיד לזהות מתי להפעיל אסטרטגיה שלמד (בן דוד, 2009). כדאי לתת בתהליכים סימנים (רמזים) אשר יסייעו לתלמיד לזהות שמדובר בתהליך. רמזים שכאלו יהיו מילות פעולה דוגמת: 'גדל', 'קטן', 'התפתח', 'חל שינוי, וכו', וכן מילים המבטאות קשרי סיבה ותוצאה כגון: 'כתוצאה מכך...', 'לכן...', 'מסיבה זו...', 'וכו'.

בתום שלב זה, יתורגלו מאפייני התהליך ואופן הצגתו על תהליכים רבים מתחומי דעת שונים, ובעיקר על תהליכים הקרובים ללב התלמידים והעוסקים בחייהם ממש. התהליכים הראשונים שמעלים תלמידים בד"כ הם תהליכי החיים: מלידה למוות (תהליך ליניארי), ומחזור החיים (תהליך מחזורי), והדבר מעיד בעיני על היותנו כולנו יצורים אנושיים המודעים לסופיות ולהמשכיות גם יחד. מועלים תהליכים כגון

היווצרות נפט, תהליך הלמידה, מחזור המים ועוד, כיד הדמיון של התלמידים ולפי רצונות המורה. אני מוצאת לנכון לציין את האפשרות להרחבת הדיון אל מעבר לתהליכים מתחומי הלימוד (בדומה לעקרונ ההרחבה של פרנקנשטיין), וזאת כדי לאפשר למורה לנצל את הוראת התהליכים כאמצעי להעברת רעיונות חינוכיים החשובים לו. כך לדוגמה יוכל המורה להתייחס לתהליך הלמידה כתהליך מתמשך בו השינוי חל לאורך זמן ובעבודה קשה, וכן לתהליכים חברתיים חיוביים או שליליים וכדו', עיסוק במושג תהליך בהקשר זה לא רק שיתרום מבחינה פסיכולוגית ויקרב את התלמיד להשקפת עולמו של המורה, אלא יהווה תרפיה קוגניטיבית וכן יאפשר את הטמעת דרך החשיבה, אשר לא הוטמעה בצורה טבעית בסביבה הלא מטפחת. פרנקנשטיין (פרנקנשטיין, 1981) וויגוצקי (Vygotsky, 1978) רואים את שורשיה של החשיבה התהליכית בהתנסות הראשונית של הילד בסביבתו הטבעית, בה הוא לומד מהוריו קשרי סיבה ותוצאה תקינים (לדוגמה: תינוק בוכה לומד שהאם תיגש אליו ובכך מבסס תבנית של סיבה ותוצאה ראשונית). על פי פרנקנשטיין מטרתו של המורה המלמד את התלמיד טעון הטיפוח, לייצר מתוך דיון מושכל את התבנית שלא נוצרה בצורה טבעית. כאשר המורה מביא כחלק מן הדוגמאות של תהליכים, תהליכים המראים לילד שיש לו שליטה על חייו, הוא מבסס בילד את תחושת השליטה, את קשרי הסיבה והתוצאה, ומקטין את תחושת המקריות וחוסר השליטה אותה רכש הילד באינטראקציות המוקדמות עם אם לא עקבית, מה שהפך אותו לטעון טיפוח (פרנקנשטיין, 1981). יש לציין כי מרגע הקניית המיומנות והלאה, כל תהליך שיועלה בכיתה, רצוי שיוזנה כתהליך, יוצג בתרשים זרימה כנדרש, ואם יש צורך ישוב המורה ויאזכר באמצעותו את מאפייני תהליך, את הדרכים לזיהוי תהליך, ואת הדרך לייצוג תהליך, עד שהדבר לא יידרש עוד, כוון שיהיה מובן מאליו.

עיבוד טקסטים תהליכיים לתרשים זרימה:

לאחר הוראת מאפייני התהליך ודרכי הייצוג שלו, ניתן להשתמש במיומנות שנלמדה ולתרגל אותה במהלך קריאת טקסטים מדעיים, שרבים מהם עוסקים בתהליכים מורכבים. טקסטים אלו קשים לקריאה לתלמידים, והבקשה לארגן את המידע המופיע בטקסטים אלו בתרשים זרימה, מאפשרת תרגול של המרת טקסט תהליכי לתוך תבנית קבועה ומוכרת. הדבר מקל על חילוץ המידע המשמעותי מן הטקסט, ומקל על התמודדותם של תלמידים עם טקסטים תהליכיים מורכבים. יש לציין כי טקסטים שכאלו מהווים מרכיב חשוב מאוד באוריינות מדעית, וההתמודדות עם טקסטים שכאלו נדרשת בבחינות הבגרות בביווגיה (בצורה מובהקת בשאלון החקר אך גם בשאלונים האחרים), במבחני המיצ"ב, במבחני טימס, וכן בקריאה של מאמרים מדעיים מעולם המחקר לצרכי עבודת החקר האישית, ומאוחר יותר במהלך קריאת מאמרים מדעיים בלימודי האקדמאיים. מעניין בהקשר זה לקרוא קטע זה מראיון עם תלמיד כיתה י' שנחשף למיומנות ושתורגל בייצוג תהליכים בתרשימי זרימה: "עזרה לי מאוד חשיבה תהליכית עם תרשימי זרימה. עזר להבין הרבה יותר דברים. אתה רואה את זה ברצף. אם זה בטקסט - זה הרבה יותר קשה, פחות מובן, ואם זה בתרשים - הרבה יותר קל לעקוב. למשל, בספר הם מציגים מעט תרשימי זרימה, ויש פסקאות שהם חופרים מלא, במקום להציג בתרשים - שתבין. [הספר שנלמד הוא מערכות בגוף האדם] יותר תרשימים פחות מלל, ככה זה יותר מובן". תרגול של יצירת תרשימי זרימה מטקסטים תהליכיים (וכאלה יש רבים בספרי הלימוד), ינגיש את הטקסטים המדעיים לתלמיד וכן יאפשר למורה

לגוון את דרך ההוראה כך שיאפשר לתלמיד לבנות את ייצוג המידע בכוחות עצמו, תוך חילוץ מן הטקסט. עבודה עצמית זו של התלמיד תעלה את סיכויי ההפנמה של המידע התהליכי, ודרך הוראה שכזו עולה בקנה אחד עם הגישה הקונסטרוקטיביסטית, הגורסת כי הידע נרכש מתוך התנסות אישית ואקטיבית. מתוך ניסיון אישי אוכל להעיד כי דרך הוראה זו מאפשרת פעמים רבות לקצר את משך ההוראה של נושא מסוים, וזאת נוסף על התרומה של תרגול המרת הטקסט לתבנית, מה מסייע הן בהפנמת הטקסט הנדון והן בשיפור ההתמודדות עם מידע תהליכי חדש בעתיד. ניתן להשתמש בתרגול צורת הייצוג הזו גם כאשר המורה או תלמיד אחר מתאר תהליך בצורה פרונטאלית. במקרה שכזה יקדים המורה ויאמר לתלמידים כי יהיה עליהם לייצג את הנושא שיוסבר בתרשים זרימה. דרישה זו תהפוך את התלמיד המאזין משומע פסיבי ללומד אקטיבי, תאפשר לו התנסות בייצוג מידע תהליכי, וכן תאפשר מתן משוב מיידי על עבודתו, כאשר יוצג התרשים השלם על הלוח בתום העבודה האישית. בכיתות י"א ו"ב במהלך הלמידה לבגרות, ניתן לתת לתלמידים להתנסות בעיבוד מידע מהספר לצורות ייצוג מידע שונות: תרשימי זרימה, מפות מושגים, טבלאות השוואה וכדו'. צורת פעילות זו חוסכת זמן למידה ומקטינה את משך ההרצאה הפרונטלית של עובדות ותהליכים נלמדים.

מקרו ומיקרו:

מרכיב נוסף הקשור במיומנות החשיבה התהליכית ושיילמד שני ברצף ההוראה, הוא הקשר בין תהליכים ברמה המאקרוסקופית לבין מבנים ותהליכים ברמה המיקרוסקופית. קשר זה הוא מאפיין מרכזי של עולם המדע. כדאי שהגדרתו המפורשת של קשר זה תיעשה מוקדם ככל הניתן עם כניסתו של התלמיד לחטיבת הביניים. הנושא הראשון הנלמד בכיתה זו כולל התייחסות למודל החלקיקי של החומר, ובעקבותיו נדרשים התלמידים לתאר את מבנה החומר ותהליכים המתרחשים בחומר ברמה המיקרוסקופית. קישור זה בין מקרו למיקרו ימשיך וייעשה, מכאן והלאה, במהלך לימודי המדעים בחט"ב, ולאחר מכן במהלך לימודי הכימיה והביולוגיה בתיכון וכן בלימודי הביולוגיה והכימיה באקדמיה. מסיבות אלו להגדרת המושגים מקרו ומיקרו, להוראתם המפורשת ולהתייחסות אליהם ישנה חשיבות רבה. הקניית חלק זה תעשה במספר שלבים: ראשית יוגדרו המושגים מקרו (גדול מספיק בכדי לראותו בעין ללא מכשירי עזר)¹³ ומיקרו (קטן/זעיר מכדי שניתן יהיה לראותו בעין). לאחר הגדרת המושגים יביאו התלמידים מעולם הדומם ומעולם החי לדברים מקרוסקופיים ולדברים מיקרוסקופיים, לצורכי הפנמה ותרגול של המושגים. בתום התרגול יתבקשו התלמידים להדגים את המשפט הבא: "כל דבר מקרוסקופי הוא למעשה גם מיקרוסקופי". משפט זה מחייב את התלמידים להגדיר את הקשרים שבין מבנים מקרוסקופיים לבין מבנים מיקרוסקופיים (לדוגמה: ארון בנוי מחלקיקים, אדם בנוי מתאים). ניתן להרחיב את התרגול ע"י שימוש בדוגמאות שונות. לאחר שיתוארו מבנים (מה שדורש זיכרון עבודה קטן יותר ורמת חשיבה פשוטה יותר) ניתן יהיה לעבור לתהליכים המורכבים יותר (מה שדורש זיכרון עבודה גדול יותר ורמת חשיבה מורכבת יותר). אחד מתפקידי המדע העיקריים הוא למצוא הסבר

¹³ יש לתת את הדעת על דברים שיחשבו מקרוסקופיים אעפ"י שלא ניתן לראותם, דוגמת אוויר או כל גז שקוף וחסר צבע אחר. במקרים אלו לא גודלו של החומר מונע מאתנו לראותו.

ברמה המיקרוסקופית לתופעה פנוטיפית מקרוסקופית. למעשה במהלך רוב לימודי המדעים שלהם יעסקו התלמידים בכך, (ובעיקר בתחומי הכימיה והביולוגיה למיניהם, ומעט פחות בתחום הפיסיקה הניוטונית, שבה החשיבה התהליכית כוללת אלמנטים חישוביים יותר, ופחות עיסוק בהסברים ברמה המיקרוסקופית). חשוב לומר לתלמידים בצורה מפורשת כי מעתה ואילך מצופה מהם (ברוב המקרים) להתייחס לרמת המיקרו, כאשר הם נותנים הסבר לתופעה / לתצפית / לתוצאות ניסוי. חשוב לתרגל מיומנות זו על דוגמאות רבות. ניתן לנצל את ההזדמנות לחזור ולרענן חומר שנלמד בעבר, תוך הדגמת העיקרון החדש עליו. החל מרגע זה ואילך רצוי לשוב ולהעיר את תשומת לב הכיתה לקריטריון זה בהערכה של תשובה, הן על דרך החיוב (כאשר תלמיד התייחס לתהליכים ברמה המיקרוסקופית וקשר אותם לרמה המקרוסקופית) והן על דרך השלילה (כאשר תלמיד לא עשה זאת).

שקופית זו לקוחה מתוך מצגת שהוצגה בכנס למורים. בהוראת העיקרון של מקרו ומיקרו עובד המורה על פי סדר הופעת התכנים בשקופית.

ומיקרו

(1) הגדרת המושגים
(2) הגדרת היחסים ביניהם

"חלק מרכזי בעבודת המדען הוא :
* לתאר מבנים מקרוסקופיים בעזרת מרכיביהם המיקרוסקופיים
* לתאר תופעות מקרוסקופיות ע"י תאור התהליכים המיקרוסקופיים הגורמים להם"

יש לציין מפורשות:
חוסר התייחסות לרמת המיקרו בתשובה/דיון אינה מספקת את הסחורה המדעית הנדרשת :

שקף 2: מיקרו ומאקרו

יצירת תבניות תשובה לשאלות תהליכיות מסוגים שונים:

לאחר הוראת הנושא" מהו תהליך ודרך הייצוג שלו, והוראת הנושא מקרו ומיקרו, ניתן לנצל את המיומנות שנרכשה לצרכי התמודדות עם שאלות מדעיות. במהלך התרגול תזוהה תבנית השאלה ותירשם תבנית התשובה המתאימה לה, כפי שיוסבר להלן. דרך תרגול זו מתאימה לשאלות מיצ"ב, לשאלות טימס, לשאלות בגרות, לשאלות במבחנים אקדמיים וגם לשאלות מדעיות שמעלה חוקר. סוגי השאלות המדעיות הדורשות חשיבה תהליכית נחלקות למספר סוגים:

סוג המטלה	דוגמה לתבנית השאלה	אופי התשובה
חיפוש אחר סיבה/סיבות לתופעה	מה יכלו להיות הגורמים ל...	קודמת בזמן לתופעה
חיפוש אחר תוצאה/תוצאות של פעולה	מה נצפה שיקרה כתוצאה מכך?	מאוחרת בזמן
חיפוש אחר הסבר לקשר בין משתנה בלתי תלוי ומשתנה תלוי	כאשר X אז Y. הסבר מדוע	דורש למלא רצף סיבות ותוצאות בין סיבה ראשונית לתוצאה מאוחרת בזמן.

טבלה 1 התאמת אופי התשובה לסוג המטלה בהתייחסות לציר הזמן

בכל המקרים הללו רצוי לייצג את תבנית השאלה והתשובה בתרשים זרימה. בהתאמה לסוגי המטלות

תהינה התבניות כדלקמן:

סימן הקריאה (!) מסמל מידע המופיע

טקסט/שאלה.

סימן השאלה (?) מדגים מהו המידע החסר,

מידע שאותו נדרש הלומד/חוקר להשלים. החץ

(→) מסמן את ציר הזמן.

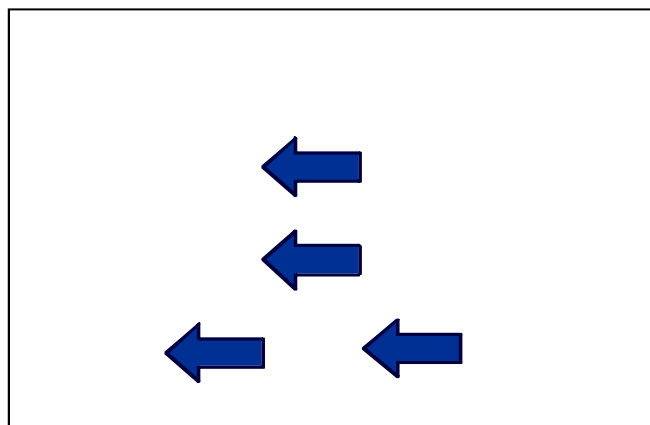
השורה עליונה מדגימה חיפוש אחר סיבה.

השורה השנייה מדגימה חיפוש אחר תוצאה

אפשרית. השורה השלישית מחפשת את רצף

הסיבות והתוצאות שיסבירו קורלציה בין שני

גורמים.



שקף 3 ייצוג תבניתי לסוגי שאלות תהליכיות

רצוי לחשוף את התלמידים לתבניות אלו ולהדגים ולתרגל אותן על שאלות שונות מתחומי הדעת הנלמדים. השאיפה היא כי התלמידים ייבנו תבניות שכאלו בצורה עצמאית בהמשך על פי השאלות שייחשפו אליהן. בניית תבנית תשובה לשאלה מהווה פיגום משמעותי בבניית התשובה הנכונה. ברוב המקרים יידרש קישור בין רמת המאקרו (התופעה הפנוטיפית) לרמת המיקרו (המנגנונים המולקולאריים והתאיים) בתיאור התהליך, ועל התלמיד לשים לב שהוא כולל את שתי הרמות בתרשים שיצר. מיומנות זו תורמת רבות בפתרון שאלות בגרות בביולוגיה. בשאלות אלו נדרשים התלמידים להתייחס לתופעות ביולוגיות, לגורמים להם, ולתוצאותיהן האפשריות. בשאלון המעבדה נדרשים התלמידים לתת הסברים ברמה המיקרוסקופית לתופעה מקרוסקופית בה צפו במהלך המעבדה. הבנת טיב המטלה (תוך חשיבה מטה-קוגניטיבית) והרכיבים הנדרשים בתשובה תסייע לתלמידים בהשלמתה.

חשיבה סיבתית וחשיבה תכליתית:

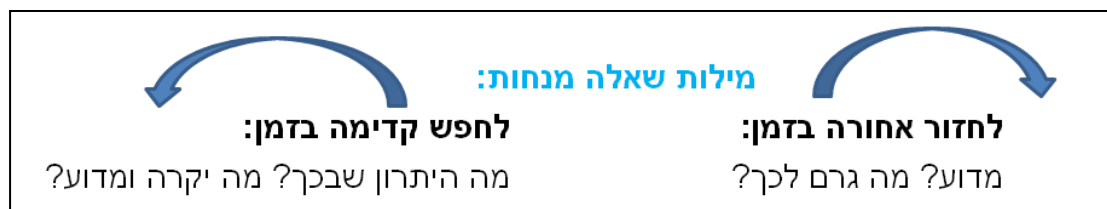
מרכיב נוסף של החשיבה התהליכית, מורכב יותר קוגניטיבית ומאיים יותר רגשית, הוא ההבחנה בין חשיבה סיבתית לחשיבה תכליתית, ושיקול הדעת לגבי הזמן המתאים להפעיל כל אחת מהן. מרכיב זה ראוי שיילמד בנפרד, סביב נושא לימוד אשר מזמין את ההתעמקות בו (לדוגמה בהוראת אבולוציה דרוויניסטית לעומת גישתו של למארק), או לחלופין בעקבות טעות של תלמיד העושה שימוש בחשיבה תכליתית, במקום בחשיבה סיבתית, במהלך הסבר לתופעה מדעית. הטבלה שלהלן ממחישה את ההבדלים בין חשיבה סיבתית לחשיבה תכליתית. ניתן לתת לתלמידים להרכיב את הטבלה בכיתה על סמך טקסט המתאר את שני סוגי החשיבה, ואחר כך לתרגל את הקריטריונים המבחינים בין שני סוגי החשיבה על דוגמאות שונות. בנספחים מובאת הצעה של [דף עבודה](#) מסכם בנושא של חשיבה סיבתית מול חשיבה תכליתית, אשר בו נעשה שימוש בכיתה ט' במהלך לימודי תורשה, כאשר המורה בחרה להרחיב את ההוראה ללימוד עקרונות האבולוציה.

העיקרון העומד בבסיס החשיבה הסיבתית של אקראיות, הסתברותיות וחוקים פיסיקליים פשוטים כגון: כוחות משיכה ודחייה – חשמליים או כוח משיכה גרביטציוני (ובמקרה של פיסיקה גם כוח גרעיני חזק וכוחות נוספים שאינם במסגרת ידיעותיי), הינו חלק בלתי נפרד מהחשיבה הרדוקציונית המאפיינת את המדע כיום. צורת חשיבה זו מאיימת על עולמם הרגשי של התלמידים, ועל תפיסות בסיסיות בחשיבתם. המחשבה כי חיי אדם וחיים בכלל נובעים מתהליכים אקראיים והסתברותיים בשילוב עם כוחות חשמליים, מאיימת על אמונתם ורצונם של התלמידים ביד מכוונת הדואגת לאדם ולרווחתו. גם מבחינה קוגניטיבית קשה לילד לקבל את כללי המשחק הרדוקציוניים, שכן הוא משליך את ניסיונו בו מעשיו שמבחינה משפיעים בצורה הנראית לעין על התוצאות, על התהליכים המתרחשים בגופו או בגופם של יצורים חיים בכלל, ואף על תהליכים בעולם הדומם. פוזנר (Posner, 1982) כותב כי גישה או תפיסה מדעית לא תחליף גישה אחרת, כל עוד היא סותרת את אמונתו של האדם ואת ההנחות הבסיסיות שלו. אולי זו הסיבה שטעויות חשיבה הנובעות מחשיבה תכליתית כה נפוצות. פרנקשטיין (1981) מציין כאחד מעקרונות ההוראה המשקמת את הצורך בנטרול רגשות והתנגדויות הנובעות מעולמו הפנימי של התלמיד, כאשר הוא מציע להציף את ההתנגדות, לרדת לשורשיה ולדון בה. מן הסיבות הללו רצוי שהעיסוק בהבדלים בין חשיבה סיבתית לחשיבה תכליתית ייעשה בהרחבה. הדיון בשימוש בשתי צורות החשיבה, כאשר כל אחת משמשת בסיטואציית חיים אחרת, וביתרונות ובחסרונות שבכל אחת מהן, מאפשר להרגיע את הרגשות הצפים אצל התלמידים, דבר שיאפשר להם לקבל את החשיבה הסיבתית כמרכיב חיוני בחשיבה מדעית תקינה. צורת הוראה זו גם מתאימה מאוד לגישת ה P-Prims (diSessa, 1988) הטוענת כי יש מקום לכל התפיסות, אלא שההקשר בו הן מיושמות צריך להילמד. התייחסות מפורשת ומעמיקה לשתי צורות החשיבה הללו, תוך מתן לגיטימציה לכל אחת מהן בהקשר בה היא ראויה, תסייע למורה בטיפול בשגיאות נפוצות של תלמידים, אשר נוטים לחשיבה תכליתית גם כאשר נדרש מהם הסבר מדעי לתופעה, מה שמכוון אותם אחורה בזמן. חשוב שהמורה יפנה את תשומת לב תלמידיו לצורת החשיבה בה הם נוקטים, והאם זה המקום המתאים להפעיל צורת חשיבה זו.

חשיבה סיבתית	חשיבה תכליתית	
מה הכוון בזמן?	אחורה בזמן	קדימה בזמן
האם ניתן להניח כוונה?	אין כוונה/ידיעה/רצון	יש כוונה/ידיעה/רצון
מהם העקרונות?	אקראיות והסתברותיות וחוקים פיסיקליים פשוטים	מטרה ותכנון מושכל
עונה על שאלות כגון:	מה גרם לכך? מה הסיבה לכך? למה/מדוע זה קרה?	לשם מה? מה היתרון הצומח מכך? למה זה יכול להועיל?
משמש בתחומי הדעת	מדעים, רפואה	טכנולוגיה, משפט, דת ומוסר
התשובה כוללת את המונחים:	כוון ש..., בגלל..., קרה בעקבות...	על מנת..., כדי ש...

טבלה 2 השוואה בין חשיבה סיבתית לחשיבה תכליתית

המורה גם ידון במילים המרמזות לנו איזה סוג של חשיבה נדרש עלינו להפעיל במקרים שונים, כפי שמתואר בתרשים להלן:



שקף 4 חלק משקף שהוצג בכנס מורי הביולוגיה. השקף מדגים מקרים שבהם נדרשת חשיבה סיבתית (לחזור אחורה בזמן) ומקרים בהם ניתן להפעיל חשיבה תכליתית (קדימה בזמן).

תהליך כימי:

נוסף למרכיבים שפורטו לעיל, אשר חיוניים לחשיבה תהליכית תקינה, ישנו מרכיב נוסף וחיוני להבנת תהליכים כימיים, אשר מרכזיותם בלימודי הביולוגיה והכימיה אינה מוטלת בספק. תלמידים רבים מתקשים בהבנת טיב היחסים בין חומר לאנרגיה, והשגיאות הנובעות מאי הבנה זו מוכרות לכל מורה כתפיסות שגויות נפוצות, דוגמת הכללת האור כאחד המגיבים בפוטוסינתזה, דוגמת זיהוי החמצן כמקור האנרגיה בנשימה, ועוד. שגיאות נפוצות אלו מעלות את הצורך להגדיר, גם לגבי תהליך כימי, תבנית הוראה אשר תתמודד עם שורש הבעיה: הקושי בהבנת היחסים שבין חומר ואנרגיה, והקושי בהבנת הרמה המיקרוסקופית של התהליך המקרוסקופי. תבנית ההוראה כוללת, לכן, אנליזה של שינוי כימי תוך התייחסות אל שלוש נקודות מבט שונות, המשלימות זו את זו לכדי תמונה שלמה:

(א) מבט על השינוי בחומרים: מבט זה מתייחס לרמה המקרוסקופית ובו נבחנים החומרים ותכונותיהם במגיבים לעומת החומרים ותכונותיהם בתוצרים. היבט זה ייוצג ע"י כתיבת שמות החומרים משני צידי המשוואה הכימית, ובמידה ותכונות החומרים לא מוכרות לתלמידים יירשמו התכונות בצמוד לחומרים.

(ב) מבט על השינוי בהרכב הכימי של החלקיקים: בו ייבחן ההרכב החלקיקי של המגיבים לעומת ההרכב החלקיקי של התוצרים, כאשר סוג האטומים ומספרם הכולל נותרים קבועים בין שני צידי המשוואה (חוק שימור החומר). היבט זה ייוצג ע"י משוואה כימית הכוללת את הסימולים הכימיים של החומרים המשתתפים בתהליך.

(ג) מבט על השינוי האנרגטי: זיהוי סוגי האנרגיה במערכת לפני השינוי הכימי וזיהוי סוגי האנרגיה במערכת לאחר השינוי הכימי, תוך התייחסות מפורשת לחוק שימור האנרגיה (סך כל האנרגיה במגיבים שווה לסך כל האנרגיה בתוצרים). היבט זה ייוצג ע"י תרשים גלגולי אנרגיה כמקובל. שלושת ההיבטים הללו משלימים זה את זה, ולכן יוצגו בתרשימים זה תחת זה, כמתואר בדוגמה שלהלן:

נוסחה כימית של שריפת נר:



תרשים 1: ייצוג הליך כימי ברמת החומר ברמת החלקיקים וברמת האנרגיה

צורת תרגול זו בעלת חשיבות להבנת תהליכים מדעיים רבים, בהם נדרשת הבנה של רמת המקור, רמת המיקרו, והשינויים האנרגטיים המתחוללים במהלך השינוי. חזרה על תבנית זו שוב ושוב תסייע בהפנמת החלקים הפחות מוכרים לתלמיד: ההיבט המיקרוסקופי וההיבט האנרגטי, ונוסף על כך תסייע להפנמה של מהות הקשר בין חומר לאנרגיה במהלך שינוי כימי, קשר מופשט וקשה להפנמה. כוון שהשינוי הכימי הינו מקרה ספציפי של תהליך, לא יורחב העיסוק על אפשרויות הקנייתו מעבר למה שנכתב לעיל.

עקרון הניטור והביקורת:

בעולם המדע, כאשר חוקר מעלה היפותזה או מנסח פרדיקציה, הוא אינו מגדיר בצורה אקראית קשר בין משתנים, אלא משקיע מאמצים באיסוף הידע בנושא הנחקר, באנליזה של הידע ובסינתזה שלו להגדרת היפותזה או פרדיקציה בעלת סיכויי היתכנות גבוהים. חוקר שלא ישקיע מרצו בתהליך זה, יבזבז זמן ומשאבים יקרי ערך בבדיקת השערות סרק ובבחינת פרדיקציות משוללות הגיון לוגי, ולכן רק לאחר ניסוח מושכל ומבוקר של ההיפותזה, ייגש החוקר לתכנון המחקר שייבחן אותה ולביצועו. פעמים רבות תלמידים מתבקשים לעשות פעולות דומות לאלו הנדרשות מחוקר בתחילת מחקרו בהיקף יותר מצומצם: התלמידים נדרשים לשער מה יקרה על סמך הידע שרכשו, או שנדרשים להעלות השערה

להסבר של תופעה על בסיס הידע שלמדו. במקרים אלו התלמידים נדרשים להפעיל בד"כ הגיון ולהפעיל חשיבה תהליכית תוך שימוש בידע מצומצם שרכשו (כאשר החלק של איסוף המידע הקיים אצל אנשי המחקר מצטמצם אצלם לידע הנלמד בספר הלימוד או בכיתה). בעוד שאצל החוקר לאחר ניסוח ההשערה תידרש עבודת מחקר מאומצת כדי לבחון אותה, הרי שאצל תלמידי חטיבת ביניים ותלמידי התיכון יקרה הדבר רק כאשר הם מעלים את ההשערה במסגרת הדגמה או ניסוי, כאשר המורה פועל על פי עקרון ה-POE ("Predict Observe Explain" tasks), או כאשר הם מבצעים עבודת חקר ממש, לדוגמה במסגרת עבודת הביוחקר. לרוב, יידרשו התלמידים רק לחלק המצומצם של העלאת השערה להסבר תופעה, או לחלופין להעלאת פרדיקציה לגבי התוצאה הצפויה של תופעה, שהתשובה לה ידועה מראש, וזאת מבלי שיידרשו לבחון את תשובתם באמצעות עבודת חקר ומבלי שיידרשו להשתמש בעקרונות חקר במהלך פתרון השאלה. חשוב שהמורה בכיתה ידגיש בפני התלמידים כי ההליך שעשו הוא חשוב, אך אינו מספק בעולם המדע, ושהדרך המדעית לבחינת השערתם או הפרדיקציה שהעלו היא באמצעות ניסוי או מחקר. עם זאת, משימות הדורשות חשיבה תהליכית בלבד מהוות מרכיב נכבד במבחני טימס, במבחני מיצ"ב ובבחינת הבגרות בביווגיה. למרות זאת, ישנה התייחסות מועטה להוראה מפורשת של הדרך לענות על שאלות שכאלו, וזאת אעפ"י שתלמידים רבים מתקשים בכך, ואעפ"י שנראה שהם אינם מנסחים לעצמם בצורה עצמאית את הכללים לבחינת איכותה של פרדיקציה. התוצאה של אי שימוש בצורת עבודה מושכלת ומתוכננת, תוך שימוש במרכיבים מטה-קוגניטיביים מתאימים, הינה ירידה בביצועים, אשר באה לידי ביטוי בשגיאות גסות ובחשיבה שאינה עונה על קריטריונים של לוגיקה בסיסית ושל קשרי סיבה תוצאה תקינים. שכוּנפֿלד (Schoenfeld, 1992) בחן את דרך העבודה של תלמידים ואת דרך הפעולה של מתמטיקאים מנוסים בבואם לפתור בעיה מתמטית מורכבת, תהליך הדורש חשיבה תהליכית מורכבת. במחקרו הוא מצא כי בעוד שתלמידים קוראים את הבעיה ומיד פונים לבחון דרך לפתרונה, הרי שהמומחים קוראים את הבעיה, מקדישים זמן ניכר לניתוח שלה, מתכננים את דרך הפתרון, ורק אז ניגשים לבחון דרך פתרון אפשרית, תוך כדי שהם מוודאים אותו במהלך הפתרון ומתכננים את המשך צעדיהם באמצע העשייה, בהתאם להתבוננות הביקורתית שלהם. אופן הפעולה השונה מיוחס לתהליכים קוגניטיביים מושכלים ומודעים של המתמטיקאים המומחים, שהוא תוצאה של אינדוקציה על תהליכי החשיבה הנדרשים על בסיס ניסוי וטעייה, שהחוקרים עברו לאורך ניסיונם רב השנים. מעבר לשוני הקוגניטיבי ניתן לראות בדפוס הפעולה השונה גם עדות לבשלות רגשית גבוהה אצל המקצוען המשהה את הפתרון לעומת האימפולסיביות היחסית הקיימת אצל הטירון. שאלה מעניינת היא האם כל אדם מצליח לעשות אינדוקציה של התהליכים המטה-קוגניטיביים והרגשיים שעליו לעבור כאשר הוא נחשף לבעיות מורכבות, דבר אשר יוביל אותו לצורת עבודה של מומחה, או שמא חלק מן התלמידים יתקשו להסיק מניסיונם וישובו ויפעלו על פי דפוס הפעולה האימפולסיבי וחסר הביקורת העצמית שוב ושוב, למרות החשיפה החוזרת למטלות בעלות מאפיינים דומים? ניסיוני כמורה מלמד אותי, כי אצל חלק מן התלמידים ישנו קושי בשינוי דפוס פעולה אימפולסיבי לטובת דפוס פעולה ביקורתי, וכי כאשר חל שינוי בנוגע לניטור ולביקורת של תלמידים על ביצועיהם הוא לרוב איטי וקורה ספונטנית אצל התלמידים ה"חזקים" יותר קוגניטיבית. האם היכולת לשינוי זה הינה רק תלויה כשרון ונטיית לב אישית של תלמיד? או שהיא דבר שיכול להילמד על ידי כל תלמיד, במידה ותימצא הדרך

לסייע לו להתקדם לכוון זה? כמורה שנים רבות, אני נוטה להאמין באפשרות השנייה. מורה שילמד בצורה מפורשת מהם התהליכים המטה-קוגניטיביים הנדרשים בפתרון בעיה, יגדיל את מעגל התלמידים הרוכשים את צורת העבודה הנכונה בגישתם אליה. השערה זו נתמכת במחקרים המראים כי הוראה מפורשת של תהליכים מטה-קוגניטיביים מסייעת לתלמידים "חלשים", שהתקשו לעשות אינדוקציה לתהליכים הקוגניטיביים שעברו באופן עצמאי, אך יכלו להיעזר בכללים שנוסחו על ידי המורה המלווה, כאשר זה הורה אותם מפורשות (ספקטור-לוי, שרץ, & אלון, 2006, בן דוד, 2009). גישה זו תואמת גם את גישתו של פרנקנשטיין, התומך בהוראה דוקטיבית לתלמידים מתקשים, בשל הקושי שלהם לעשות אינדוקציה בצורה עצמאית (פרנקנשטיין, 1981). גם גישת הלמידה הקונסטרוקטיביסטית עולה בקנה אחד עם השערה זו. ויגוצקי, למשל, מדגים כיצד לווי של תלמיד במקומות בהם הוא מתקשה, מאפשרת לו להגיע לתוצאות גבוהות מאלו שמצופה היה ממנו להגיע אליהן ללא לווי (Vygotsky, 1978). ניתן לומר כי הוראה מפורשת של עקרון הביקורתיות, אם כך, תאפשר לתלמיד לנצל את ה-ZPD (zone proximal development) שלו בצורה טובה יותר. כל אלו מובילים לניסוח מרכיב חשוב נוסף בחשיבה התהליכית, והוא עקרון הניטור והביקורת, כאשר ההתייחסות במקרה זה תהיה לביקורת בנוגע לתהליכים דווקא, שבהם עוסקת העבודה. גם במקרה זה נדרש המורה להגדיר מהן הפעולות הנדרשות על מנת להגיע לתוצאה טובה, ולהורות בצורה מפורשת. למעשה יעשה המורה את האינדוקציה שהתלמיד התקשה לעשותה, ויתווך אותה לתלמיד. גם במקרה זה נוח יהיה להגדיר ולנסח את הכללים מתוך התבוננות בתשובות שגויות ומתוך מציאת הרקע הקוגניטיבי והרקע הרגשי שהביא להן.

חשיבה תהליכית טובה, המאפיינת חשיבה מדעית, מאופיינת ברצף של סיבות ותוצאות בעלות קשר לוגי ביניהן. ישנם מקרים בהם תלמידים כותבים פסקה ובה סתירות פנימיות והדבר אינו מעורר בהם אי נחת מספקת כדי שישנו את תשובתם יתמהו עליה, או ישימו אותה. לדוגמה, בתשובה לשאלה הבאה: "הגלוקוז עובר מן הדם, שבו ריכוזו גבוה יחסית, אל התא, שבו ריכוזו נמוך יחסית, אולם ריכוזו הגלוקוז בתא נשאר נמוך למרות הקליטה המתמדת מן הדם. הסבר מדוע." כותבת תלמידת כיתה י': "ריכוז הגלוקוז בתא נשאר נמוך למרות הקליטה המתמדת מן התא [הטעות במקור]... התא מושך את חלקיקי הגלוקוז לתוך התא בדיפוסיה והמשאבות היוניות מוציאות את החלקיקים החוצה." בנוסף לחשיבה התכליתית וההאנשה המאפיינת תשובה זו, ישנה בתשובה סתירה לוגית: מחד "התא מושך את חלקיקי הגלוקוז לתוך התא" ומאידך "המשאבות היוניות מוציאות את החלקיקים" התלמידה ייחסה לתא שתי פעולות מנוגדות, העומדות בסתירה זו לזו, והדבר לא הטריד אותה¹⁴. אתעלם ברגע זה מן העובדה שהתלמידה לא הבינה את תהליך הדיפוסיה, הסביל מבחינת התא, לעומת המשאבות היוניות שלפעולתן נדרשת אנרגיה, וכן מן העובדה שהיא כוללת את הגלוקוז בקבוצת היונים. מתוך כלל השגיאות זו שהייתה אמורה למנוע את כתיבת התשובה היא הסתירה בפעילות התא, אולם זו אינה מטרידה את התלמידה. הדבר מעיד על חוסר ביקורתיות אצל התלמידה לגבי קו המחשבה שביטאה. השפעתה של

¹⁴ אומנם ישנם מקרים בהם התא "עושה" דבר והיפוכו, אולם, לרוב, שכלול הפעולות הסותרות לא יסתכם לסכום אפס ומקרים שכאלו צריכים להיות מוסברים על ידי יתרון אבולוציוני לפעולה סותרת שכזו.

חוסר הביקורת על למידתה של התלמידה ועל ביצועיה רחבת טווח. דפוס חשיבה שכזה מקטין את הסיכוי להתפתחותה של חשיבה תהליכית תקינה, שכן חשיבה תהליכית מחייבת ביקורתיות, מעקב דקדקני אחר היגיון לוגי המתקיים בין שלב ושלב, והתרעה כאשר אלו לא מתקיימים. במידה ויש כשל לוגי ברצף הסיבות והתוצאות או שרצף הסיבות והתוצאות אינו משכנע, או ששלבי קטועים, יש לזהות את הכשל ברצף ולהחליט האם להמשיך לחפש את החלקים החסרים, או לפסול את הרצף כולו. כאשר תלמיד לא עוקב בצורה ביקורתית אחר התשובה שכתב, ולעיתים אף מנסה לקלוע לכוונת המורה או לאמת חיצונית שאינו מבין, הסיכוי שיאתר כשלים בתשובה התהליכית שכתב קטן. במאמרו: "הגדרת המושג טעון טיפוח", מתאר פרנקנשטיין (1984) את החשיבה הכנועה והשרירותית של התלמיד טעון הטיפוח. פרנקנשטיין, בגישתו האופטימית, מאמין כי שיטת הוראה מפורשת דדוקטיבית וחוצת נושאים, תאפשר לשקם צורת "חשיבה חבולה" זו. ברצוני להמשיך את גישתו זו של פרנקנשטיין ולהגדיר מפורשות את עקרון הביקורתיות. יש לציין כי הוראה דדוקטיבית ומפורשת של הגדרה זו הינה רק חלק מפתרון הבעיה. אקלים כיתתי, המטפח חשיבה ביקורתית ומכחיד את הכניעות בפני הסמכות השרירותית, חיוני להתפתחותה של חשיבה ביקורתית, לא פחות מאשר הגדרתה בצורה מפורשת, והוראתה בצורה דדוקטיבית, ולכן יכול להדגים, לחזק ולהשלים אותה.

ההגדרה המפורשת של ביקורתיות בחשיבה תהליכית תתייחס לאלמנטים הבאים:

1) בין הסיבה לתוצאה חייב להתקיים קשר לוגי. לדוגמה: כאשר מספר הפרטים באוכלוסייה מסוימת עולה, נצפה שהדבר יביא לעליה במספר הפרטים הטורפים אותם, ולא להפך. עם זאת, חשוב שהמורה יציין כי גם אמירות פשוטות כגון אלו צריכות להיבחן אמפירית, כוון שלפעמים המציאות מפתיעה, ואז יש לנסח הסברים לוגיים לקשרים שנצפו ולבחון גם אותם.

2) רצף הסיבות והתוצאות צריך להיות הדוק ומשכנע. לדוגמה: כאשר תלמיד טוען כי פגיעה במיטוכונדריון תביא להפסקת הפעילות של המשאבות היוניות, עליו להראות את רצף האירועים הידוע לו, כך שניתן יהיה לעקוב אחר קשרי סיבה ותוצאה ברורים¹⁵: במיטוכונדריון מתבצעת הנשימה התאית ולכן פגיעה בו תביא להפסק הנשימה התאית. < הפסק הנשימה התאית לא תאפשר הרכבת מולקולות ATP ממולקולות ADP. <- המשאבות היוניות הדורשות פרוק מולקולות ATP לפעילותן לא יפעלו בהעדר ATP.

3) כמובן שההגדרה תכלול גם התייחסות גם לאלמנטים של מיקרו ומקרו, וסדר הופעה תקין, כפי שהוגדר קודם לכן.

¹⁵ ככל שהתלמיד מקצוען יותר, מספר השלבים ברצף יהיה גדול יותר. פעמים רבות מורים שואלים: "היכן לעצור"? נדמה לי שככל שהעמקה רבה יותר, כך מתרגלים המורים עם תלמידיהם יצירת קשרים רבה יותר בין מונחים ביולוגיים מכל רמות הארגון, מה שתורם לראיה המערכתית של התלמידים, וכן מאפשר למורה להיחשף לתבניות החשיבה של התלמידים ולאתר טעויות חשיבה שלהם. עם זאת, במהלך מבחנים ייתכן והניקוד יהיה סלחני יותר, בהתאם לנדרש בבחינות הבגרות.

לאחר ההגדרה המפורשת, ישוב וישתמש המורה בעקרונות אלו, כאשר יעלו בכיתה תשובות לשאלות. להלן מוצעת דרך להתייחסות לתשובות תהליכיות על פי עקרונות אלו:

נניח שהתלמיד נשאל: A גורם ל X. הסבר מדוע.

ונניח שהתשובה הנכונה היא: כאשר A מתקיים אז B מתקיים ואז C מתקיים ואז X מתקיים, כלומר רצף של סיבות ותוצאות כדלקמן: $A \leftarrow B \leftarrow C \leftarrow X$. במקרה שכזה יכולות להתקבל תשובות אלטרנטיביות שונות. בטבלה להלן מופיעות תשובות לדוגמה ודרך התייחסות מוצעת לכל אחת מהן:

התשובה	ניתוח התשובה	דרך הטיפול
אם A אז B לא מתקיים אז X מתקיים	בתשובה יש כשל לוגי	התשובה תיפסל או תתוקן
אם A אז B	התשובה קטועה	יש להמשיך את התהליך
אם A אז C אז X	חסרים שלבים בתהליך. יש דילוגים משלב אחד לשלבים מאוחרים לו	יש להראות כי לא מתקיים רצף לוגי ישיר, אלא רק קורלציה, ויש להשלים את השלבים
אם A אז B אז C אז X	התשובה טובה	יש לנתח את התשובה ולהראות שמתקיימים בה שלבים בעלי רצף לוגי ישיר וברור

טבלה 3 סוגי שגיאות של תשובות תהליכיות בהתייחס לעקרון הביקורתיות

ראוי לציין שלתופעה אחת יכולים להיות כמה הסברים אלטרנטיביים, בעלי רצפי סיבה ותוצאה הגיוניים. ולכן תתקבל גם תשובה הגיונית דוגמת: A גורם ל Z שגורם ל X. רצוי לציין לטובה העלאת אפשרויות כאלו ולהסביר שבעולם המדע (ודאי בביולוגיה) ישנם לרוב מספר מסלולים המשפיעים על תוצאה מסוימת.

כיצד להטמיע את עקרון הביקורתיות בכיתה?

לאחר החשיפה להגדרה המפורשת של עקרון הביקורתיות, ידגים המורה את העיקרון וימחיש אותו שוב ושוב על דוגמאות שונות העולות בכיתה. המורה יוכל לעשות שימוש בעקרון הביקורתיות, כאשר יעלה לדיון שאלה שהתשובה לה אינה ידועה מראש (גם כאשר תשובתה ידועה למורה עצמו). לשאלה יוצעו תשובות שונות על ידי התלמידים. המורה לא יכריע בסוגיה שתשובתה ידועה לו, אלא ינהל את הדיון שכלליו מוגדרים ומוזכרים שוב ושוב על ידיו. המורה גם יטרח לציין כי בסופו של דבר תידרש גם הוכחה אמפירית לטענה הנטענת, גם אם זו לא נעשית בכיתה, וישתדל לצטט מחקרים התומכים בטענה

הנכונה, או במידת האפשר ידגים או יאפשר התנסות של התלמידים עצמם במחקר שכזה. פעמים רבות אין אמצעים או זמן לבחינת הטענה בצורה אמפירית, ואז חשוב שהדיון בטענות יעשה בצורה מושכלת ותוך התייחסות מפורשת לכללי "עשה" ו"לא תעשה" של נימוקים מדעיים. כללי הדיון יוזכרו מפורשות שוב ושוב, ויקושרו לתשובות הניתנות:

- כל אחד רשאי להביא נימוקים כדי לשכנע בצדקת טענתו, או כדי לסתור טענות אחרות.
- נימוק חייב להיות הגיוני – לוגי, עם רצף סיבות ותוצאות הדוק ומשכנע.
- נימוק יכול להכיל דגם או משל המסייע בהבהרתו, ובלבד שהמשל מתאים למקרה המדובר.
- בטענה מדעית לא הרוב קובע וגם לא בעל הסמכות קובע, אלא הנימוק הלוגי וההגיוני המגובה בהוכחות אמפיריות. (ניתן להביא דוגמאות מפרופסור שכטמן זוכה פרס הנובל שהתעקש על דעתו אל מול רוב החוקרים בתחום, או מעדה יונת "המשוגעת של הריבוזומים" שהתעקשה להוכיח אמפירית את היכולת לגבש ריבוזומים, כוון שיכולת גיבוש זו הייתה מוכרת מדויק קוטב בשנת החורף שלהם, ועוד).
- מעבר מטענה לטענה אפשרי ורצוי כאשר תלמיד משתכנע שטענה אחרת צודקת.

תפקיד המורה יהיה להנחות את הדיון, לתת רמזים במידת הצורך כדי לסייע לתלמידים להעלות נימוקים משכנעים, לשקף אילו נימוקים גרמו לתלמידים רבים להחליף טענה אחת באחרת, ולהגדיר את התבנית החוזרת שנתנה לנימוקים אלו את כוחם, לדוגמה: נימוק היה משכנע כוון שהתקיימו בו רצפי סיבה ותוצאה חזקים, כוון שהוא היה מובן, כוון שההנחות שבו היו נכונות, וכו'. תהליך זה מעלה למודעות את הדרך שבה מצופה מן התלמיד לקבל דעה או לדחותה, וכן מעלה למודעות את הדרך בה בונים טיעון (מיומנות שאותה רצוי להעביר בצורה מפורשת בכיתה גם כן, אך היא לא תפורט בעבודה זו). ההוראה בדרך זו מנטרלת את הסמכות השרירותית המהווה מרכיב בדפוסי החשיבה של הילד טעון הטיפול ומעבירה את מרכז הכובד אל החשיבה הרציונאלית, שהיא תנאי הכרחי להתפתחותה של חשיבה תהליכית תקינה. להלן דוגמה לניהול שיעור שכזה. השיעור התקיים בכיתה ח' הטרוגנית, המונה 34 תלמידים. השיעור היה שיעור הכנה לקראת למידה של פירמידה אקולוגית:

בתחילת השיעור ראו התלמידים סרט טבע, ושרטטו את מארג המזון המתואר בסרט. המארג (מוצג פה כשרשרת מזון בלבד לצורך הנוחות) כלל עשביה ברמת ההזנה הראשונה, איילי צפון בשנייה, וזאבי קוטב בשלישית. לא הייתה זו הפעם הראשונה בה התמודדו התלמידים עם מטלה מעין זו, אלא שהפעם נשאלו התלמידים בסוף המטלה את השאלה התיאורטית הבאה: אם ניקח את כל העשבים בסביבה אקולוגית זו, את כל איילי הצפון ואת כל זאבי הקוטב ונשקול כל קבוצה בנפרד, איזו קבוצה תהיה בעלת המסה הכוללת הגדולה ביותר? כעת העלו התלמידים טענות שונות: רבים מתלמידי הכיתה טענו שזאבי הקוטב יהיו בעלי המסה הגדולה ביותר, רבים יותר טענו שאיילי הצפון יהיו בעלי המסה הגדולה ביותר, אף אחד לא העלה את האופציה שהעשבים יהיו בעלי המסה הגדולה ביותר, ולכן אפשרות זו הועלתה על ידי המורה, והובהר כי היא מועלית לא בשל היותה נכונה, אלא בשל היותה היפותזה אפשרית. לאחר שנערכה הצבעה כיתתית לגבי שיעור התמיכה בכל דעה, דבר שנועד להגדיל את מעורבות התלמידים בדיון המשותף ולהגדיל את המוטיבציה להקשיב זה לזה, יכלו התלמידים להביא נימוקים כדי לשכנע את

הכלל בצדקת טענתם. הובאו נימוקים רבים ושונים, והמורה הנחתה את הכיתה להגיב לנימוקים השונים. כאשר הנימוק היה לא לוגי התגובה עליו לא אחרה להגיע. לדוגמה: תלמיד טען שזאבי הקוטב הכי גדולים (אגב, אני לא בטוחה שהעובדה הזו נכונה) ולכן להם הביומסה הגדולה ביותר. תלמידה אחרת הגיבה כי הזאב אולי הגדול ביותר אך מספר הזאבים קטן ומספר האיילים גדול ולכן לאיילים המסה הכוללת הגדולה ביותר. בעקבות הנימוק, רבים "מקבוצת הזאבים" עברו בשלב זה "לקבוצת האיילים", ותלמיד אחד עבר לבחור ב"עשבים", כוון שמספרם גדול מאוד. בשלב זה החלו תלמידים נוספים לשקול את אופציית העשב כבעל הביומסה הגדולה ביותר, אך עדיין נותר תלמיד אחד תומך בטענה זו. התלמידים הלכו בסוף היום ללא תשובה לביתם. חלקם הגיעו למורה לקבל תשובה ולא זכו למענה, למעט ההנחיה לחשוב על נימוקים משכנעים. למחרת העלו התלמידים רעיונות שונים לאומדן מספר הפרטים מכל רמת הזנה כך שניתן יהיה לאמוד את מסתם הכוללת. התלמידים העלו רעיונות לביצוע המדידה, והמורה ניצלה את הדיון להבחנה בין נימוק המכריע דיון מדעי, כזה המבוסס על מדידה, תצפית או ניסוי, לבין נימוק לוגי, המאפשר ניסוח של פרדיקציה מושכלת. כעת נתנה המורה רמז לכיתה. היא ביקשה להביא נימוק לוגי המבוסס על חוק שימור החומר. הכיתה נראתה מופתעת בתחילה, יתכן בשל העובדה שחוק שימור החומר נלמד בכיתה בהקשר ללימודי הכימיה, והתלמידים התקשו לעשות טרנספר שלו לנושא הביולוגי החדש. לאחר מספר דקות, העלה אחד התלמידים את הנימוק שלא יתכן שרמת הזנה גבוהה יותר תכיל יותר מסה ממה שהיא צרכה, שכן כל מסתה מגיעה מן המזון שהיא צורכת. תלמיד אחר טרח והסביר את הנימוק בצורה בהירה וברורה יותר. כעת ערכה המורה הצבעה שוב. מספר התלמידים "התומכים בזאבים" ירד לאפס!! והכיתה הייתה חלוקה בין אוכלי העשב (עדיין רוב הכיתה) לבין העשבים (כעשרה תלמידים). המורה שיקפה את חוזקו של הטיעון, הראתה את הפשטות וההיגיון שבו, ושיקפה את האפקט שהיה לו על הכיתה (מעבר מסיבי מדעה אחת לאחרת). לאחר מכן, ביקשה המורה להיעזר גם במונח נשימה תאית. יש לציין כי מונח זה נלמד בכיתה, חודש-חודשיים קודם לכן, סביב השאלה: כיצד יתכן שאדם אוכל טונות של מזון בימי חייו ובכל זאת הוא שוקל רק כמה עשרות ק"ג? משרמזה המורה על הנשימה התאית התעוררו מספר תלמידים לחיים. התלמידים שהיו משוכנעים בצדקת דעתם (תומכי העשב) חזרו והסבירו, ותקפו את הדעה הנגדית (האיילים). לאחר שכל הכיתה למעט שני תלמידים "עברו לעשבים" שאלה המורה: טוב אז איזו דעה לדעתכם נכונה? בשלב זה הייתה הסכמה כמעט מוחלטת לגבי העשבים. המורה שבה והסבירה את הנימוקים שהועלו לשני התלמידים שלא שוכנעו. במהלך הדיון שיקפה המורה את רמת הטיעונים שהובאו, הן על ידי ספירת הקולות שעברו דעה בעקבות נימוק, והן על ידי בחינת הנימוק על פי כללי החשיבה התהליכית. הדבר נעשה על דרך החיוב ועל דרך השלילה. נימוקים לא לוגיים הוצגו ככאלו, תוך מתן לגיטימציה להגיון הלוגי שבבסיס הטעות, דבר שמחזק את החשיבה המורכבת של התלמיד, ומאפשר יצירת סכמות מורכבות יותר, וכן תואם את שיטת ה P-Prime ומממש את עקרון הלגיטימציה של פרנקנשטיין. גם נימוקים לוגיים חזקים שוקפו לכיתה על ידי המורה. בתחילה נעשה השיקוף ע"י ספירת הקולות שעברו דעה בעקבותיהם (מדד חיצוני) ואחר כך ע"י בחינת הנימוק והגדרת המרכיבים שהפכו אותו לנימוק מוצלח (לוגי, רצף סיבות תוצאות הדוק, ברור, פשוט, עושה שימוש בדימויים וכו').

אקלים כיתתי שכזה מעלה את הסיכוי להנחיל חשיבה תהליכית לתלמידים. הוא גם קרוב יותר לנעשה בעולם המדעי, ומאפשר חניכה של התלמידים בצורה דומה למחקר האותנטי. צורת הוראה זו תואמת גישות של חניכה כחלק מלמידה סוציו-חברתית (Vygotsky, 1978). שיטת הוראה זו מביאה בפני הלומדים בעיה אמיתית שהם נדרשים לפתור (כוון שהמורה אינו פותר להם אותה). על פי דוכי (Dochy et al., 2003) צורת הוראה זו מביאה לרכישה טובה יותר של מיומנויות, ומסייעת במעבר ממאפייני חשיבה של טירון למאפייני חשיבה של מומחה. אומנם תלמידים מספיקים ללמוד פחות ידע תוכני בצורה זו, אולם הידע הנלמד מופנם בצורה טובה ולאורך זמן רב יותר מאשר בהוראה מסורתית (שם). הביקורתיות והבחינה החוזרת של דעות, הסברים, ותחזיות הוא אחד ממאפייני החשיבה של מומחה (Schoenfeld, 1992). בדיון שתואר לעיל, מתורגלים מרכיבים אלו. במהלך ההתייחסות לנימוק יהיה על התלמידים להכריע אם לפסול את הנימוק/לשנותו לגמרי (כוון שמכיל כשל לוגי - רצף סיבה תוצאה שגוי), להמשיך נימוק קטוע, או להוסיף שלבים בתוך תרשים על מנת שרצף הסיבות והתוצאות יהיה רציף ומשכנע. התלמידים גם יגדירו מהי תשובה טובה בעלת רצף תהליכי שלם, על פי הקריטריונים שנקבעו. חשוב לציין בפני התלמידים כי הנימוקים אינם מספקים מבחינה מדעית, ונדרשת גם הוכחה אמפירית (דוגמת ההצעות שהעלו לשקילת חלק מן הפרטים ולאומדן מספרם כדי להגיע למסתם הכוללת).

במקביל לניסוחם של מכלול הרכיבים של הצעת ההוראה שתוארה לעיל, נבחנה גם תרומתה של צורת הוראה זו לתלמידים ולמורים, במחקר איכותני שיתואר להלן.

מטרות המחקר:

למחקר זה שתי מטרות עוקבות ומשלימות. מטרה אחת היא בחינת השפעתה של תבנית ההוראה שתוארה על ההבנה ועל צורת החשיבה של התלמידים הנחשפים אליה. מטרה שנייה היא בחינת השפעתה של חשיפת מורים לתבנית ההוראה על רמת המודעות שלהם להוראה מפורשת של מיומנויות ולעיסוק מטה-קוגניטיבי, ועל צורת ההוראה שלהם.

בחינת השפעתה של תבנית ההוראה על יישום המיומנות אצל התלמידים אוכלוסיית המחקר:

המחקר נערך על 27 תלמידי כיתה י' בתיכון המסורתי בירושלים. כיתה זו הטרוגנית מאוד, וכוללת בתוכה מגוון רחב של תלמידים הנבדלים זה מזה ביכולות הביצוע הלימודיות, במידת הידע, בצורת השימוש במיומנויות חשיבה, וגם בהרגלי למידתם הנעים על הציר בין הרגלי עבודה מסודרים ועקביים לבין הרגלי למידה שאינם מאפשרים למידה סדירה. רוב התלמידים הכירו את הוראת המיומנויות משנה שעברה, בה למדו עמי, ומיעוט קטן (ארבעה תלמידים) נחשפו לשיטת הוראה זו לראשונה השנה. הכיתה לומדת שלוש שעות שבועיות ביולוגיה, על פי תוכנית הלימודים החדשה המשלבת את נושא התא עם נושא גוף האדם. כמו כן נכללו במחקר 34 תלמידי כיתה ח' הטרוגנית ביותר, אך עם הרגלי למידה טובים

אצל רובם. התלמידים למדו עמי מדעים שש שעות שבועיות על פי תוכנית הלימודים החדשה במדע וטכנולוגיה.

שיטות המחקר:

השפעתה של ההוראה המפורשת של חשיבה תהליכית על צורת החשיבה של התלמידים ועל ההבנה של נושאים מדעיים, הבאה בעקבות שינוי זה, נבחנה במספר דרכים: בוצע מעקב אחר ביצועי תלמידים במטלות שונות לאורך שנת הלימודים, אשר במהלכה נחשפו התלמידים למיומנות. המטלות מתייחסות לנושאים שונים, ודרגות הקושי בהן לא תמיד זהות, אך ככולן נדרשת חשיבה תהליכית טובה. המעקב היה אחר השימוש במיומנות החשיבה התהליכית, ולצורך זה הוגדרו קריטריונים איכותניים לבחינת רמת החשיבה התהליכית. [הקריטריונים שהוגדרו](#) מצורפים בנספחים. נערך מעקב אחר עבודותיהם של שלושה תלמידים: תלמידה חזקה לימודית, תלמיד בעל הישגים בינוניים, ותלמידה חלשה. צורת המעקב הוצגה בפני קולגות עמיתות לתוכנית רוטשילד ויצמן, לצרכי ביקורת על הקריטריונים, ולבחינת אמינותה של הפרשנות על פי הקריטריונים שהוגדרו. במקביל תועדו שיעורים ואמירות אקראיות של תלמידים, אשר יכלו לשפוך אור על הקשר בין למידת המיומנות למידת ההבנה של עקרונות החשיבה המדעית. כמו כן נעשה שימוש במשובים כלליים, הניתנים עם סיום מחצית, ובראיונות, על מנת לבחון כיצד נתפסת צורת ההוראה בעיני התלמידים.

תוצאות המחקר:

מעקב אחר רכישת מיומנות החשיבה תהליכית ע"י ניתוח מטלות לאורך השנה:

לאורך השנה נערך מעקב אחר מטלות של תלמידים שונים, מתוך מטרה לבחון את התפתחות החשיבה התהליכית בעבודות אותם הגישו. תיעוד וניתוח מלא של הרצף נעשה לגבי שלושה תלמידים בלבד. נבחרו תלמידים שהגישו את כל העבודות וניתנה קדימות לתלמידים שלומדים עמי שנה ראשונה (ארבעה תלמידים מתוך עשרים ושבעת תלמידי הכיתה). כוון שהאחרונים נחשפו פחות לכלי, אני מניחה שאצלם ניתן יהיה לראות את השינוי בצורה בולטת יותר. שלושת התלמידים שנבחרו שונים ברמתם הלימודית זה מזה: ¹⁶ גפן – תלמידה בעלת הישגים גבוהים בכלל המקצועות ובתוכם מדעים. נחשפה ללימוד המיומנות רק השנה. שאול – בעל הישגים בינוניים בכל המקצועות והישגים בינוניים ומעלה במדעים. נחשף למיומנות גם בשנה שעברה. ערבה – בעלת הישגים נמוכים למדי במקצועות הלימוד השונים ובכללם מדעים. נחשפה ללימוד המיומנות רק השנה.

מעקב אחר תלמידה מצטיינת

מעקב אחר תלמידה מצטיינת (המכונה בעבודה גפן) הראה כי הפנמת המיומנות חלה אצלה במהירות. גפן לומדת גם במגמת רפואה. היא תלמידה בעלת יכולות גבוהות בביולוגיה ובשאר מקצועות הלימוד, ובעלת הרגלי עבודה מצויינים. גפן כללה במשוב שנערך בינואר (מחצית השנה) את שביעות רצונה מן הכלים שרכשה: "אהבתי את הלמידה המפורטת והמעמיקה שעזרה לי להבין טוב יותר את החומר. אהבתי את

¹⁶ שמות כל התלמידים שונו במכוון.

השיפור העיקרי במקרה זה הוא בעקרון של רצף סיבות ותוצאות הדוק, עליו הושם דגש בשיעור כאשר העבודות הוחזרו. העובדה שגפן בחרה להגיש את התיקון מיוזמתה, מעידה כי התחברה לכלי והפנימה אותו היטב. עובדה זו לא פחות משהיא מלמדת על הכלי, היא מלמדת על התלמידה שעשתה בו שימוש. תלמידה זו היא תלמידה חזקה לימודית, ועובדה זו תומכת בכך שהוראת המיומנות בצורה מפורשת מתאימה ומקדמת גם תלמידים חזקים, ומתאימה, לכן, להוראה בכיתות הכוללות אוכלוסייה שכוז. במטלות הבאות הולכת מיומנותה של גפן ומשתכללת. היא מגישה מטלות ברמה גבוהה בהרבה מהרמה ההתחלתית. דוגמה לכך לקוחה מדו"ח מעבדה (דו"ח מעבדה – השחמת תפוח עץ). דו"ח המעבדה דורש קישור בין תופעה מקרוסקופית (בה צופים התלמידים במעבדה) להסבר מיקרוסקופי אותו התלמידים צריכים ליצור בעצמם. בדו"ח המעבדה מסבירה גפן את ההבדלים בקצב ההשחמה של תפוח עץ מרוסק, לעומת תפוח עץ שאינו מרוסק בצורה הבאה:

"ישנה פגיעה בשלמות רקמת הפרי -> החלולית ובה אנזימים נפגעת ותכולתה מתחברת יחד עם הציטופלסמה שבתא -> האנזים PPO הנמצא בחלולית נפגש עם הפנול הנמצא בציטופלסמה -> מתרחשת תגובה אנזימית בה נוצר תצמיד אנזים – סובסטרט (כאן יש פיצול של התרשים): תפוח עץ שרוסק:

בעקבות הריסוק הפגיעה בתאים ובאברונים גדולה יותר -> הפגישות בין האנזים PPO לבין הפנול הנמצא בציטופלסמה מתרחשות בתדירות גבוהה יותר -> מתרחשים יותר תהליכי חמצון ברבע התפוח המרוסק -> רמת התוצרים ממפגשי האנזים סובסטרט רבה יותר ולכן ההשחמה רבה יותר תפוח עץ שלא רוסק:

התפוח לא רוסק ולכן הפגישות בין האנזים לסובסטרט מתרחשות בתדירות נמוכה יותר -> מתרחשים פחות תהליכי חמצון ברבע שלא רוסק -> רמת התוצרים נמוכה יותר ולכן ההשחמה מעטה יותר. *מכאן ניתן להסיק שככל שרמת הריסוק והפגיעה בשלמות רקמת הפרי גדולה יותר, כך גם המפגשים בין האנזים לסובסטרט מתרחשים בתדירות גבוהה יותר ולכן ההשחמה רבה יותר. *הערה: הפרודוק (P) של האנזים PPO עם הפנול הוא בצבע חום. משמע שככל שהמפגשים בין האנזים לסובסטרט יהיו רבים יותר, יוצרו יוצר תוצרים (P) וכך ההשחמה תהיה רבה יותר."

ראת האיקרו והמקרו מקשרות היטב
ישנו יחסי החשיבה הסתברותית
וישנם קשרים הדוקים בין סיבה לתוצאה

חשיבתה התהליכית של גפן קושרת בין רמת המקרו לרמת המיקרו, תוך שהיא מפרט בצורה משורשרת והדוקה את רצף הסיבות והתוצאות שהביאו להשחמה הרבה או המועטה בכל אחד מן המקרים. כמו כן, בתשובה ניכרת חשיבה הסתברותית המאפיינת חשיבה סיבתית – מדעית: "מכאן ניתן להסיק שככל שרמת הריסוק והפגיעה בשלמות רקמת הפרי גדולה יותר, כך גם המפגשים בין האנזים לסובסטרט מתרחשים בתדירות גבוהה יותר ולכן ההשחמה רבה יותר." ואין כל שימוש באלמנטים תכליתיים.

מעקב אחר תלמידה הנחשבת חלשה לימודית:

במעקב אחר תלמידה חלשה, תלמידה שתכונה בשם ערבה, התוצאות אומנם נמוכות יותר, אך מידת השינוי בולטת יותר לעין. ערבה נחשפת, גם היא, בפעם הראשונה ללימוד המיומנות. ערבה בעלת הרגלי עבודה שאינם רציפים ועקביים. ערבה חסרת ביטחון עצמי, הישגיה בבילוגיה וברוב מקצועות הלימוד למטה מבינוני.

בתשובתה לשאלה "מוטציה בגן לאנזים מסוים גורמת לשינוי ברצף חומצות האמינו המרכיבות את האנזים, ובעקבותיו לשינוי במבנה המרחבי (צורה) של האנזים. מה יכולה להיות ההשפעה של המוטציה לגבי תפקוד האנזים? התייחס בתשובתך למילה סובסטרט ולמילה מטבוליזם" המופיעה במטלה¹⁷: 1: כותבת ערבה: "ההשפעה של המוטציה לגבי תפקוד האנזים יכולה להיות בכך שהסובסטרט והאנזים שעליו הוא יושב אולי מותאמת למבנה מרחבי מסוים של האנזים וברגע שצורתו של האנזים משתנה הסובסטרט שעליו האנזים יושב כבר לא מתאים לו. ההשפעה של המוטציה לגבי תפקוד האנזים יכולה לבוא לידי ביטוי שתהליך המטבוליזם שמיוצר על ידי האנזים יתרחש, אולי האנזים לא יתאים לתהליך המטבוליזם וכך התהליך לא יתקיים, כי תהליך המטבוליזם תלוי באנזימים הפירוק וההרכבה מבוצעים ע"י האנזימים ואולי אנזימים שצורתם השתנתה לא יוכלו להרכיב/לפרק טוב כמו בעבר." (בתשובה המקורית לא היה אף סימן פיסוק למעט נקודות בסוף משפט). סביר להניח שלקורא קשה לעקוב אחר הטקסט.

סדר הנפחת הפלמית מולדף
ואינו מסודר על ציר הזמן

לכאורה, מדובר בבעיית ניסוח נטו. המשפטים ארוכים, מסורבלים ולעיתים חסרי הגיון פנימי. מעקב אחר המשפטים מראה כי סדר הסיבות והתוצאות לא בא בצורה כרונולוגית ומסודרת, ושכשל כך ישנו בלבול רב בטקסט, אעפ"י שקיים בטקסט המידע הנדרש. העובדה שהתלמידה אינה דורשת מעצמה סדר בהופעת השלבים, מקשה עליה את ההבנה של התהליך. פרוק התהליך לשלבים והצגתם בתרשים זרימה יכול להביא לשיפור ניכר בהבנה, ולשיפור ניכר בכתיבת טקסט קריא ורציף. תרשים הזרימה יכול לשמש כפיגום נוח לצרכי ניסוח תשובה טקסטואלית לשאלה. התלמיד יעקוב אחר התרשים, ינסח משפט קצר עבור כל שלב, ואחריו בעזרת מילת חיבור יביא את השלב הבא. (נראה לי, כי גם מורה ללשון ולהבעה יכול להיעזר בפיגום של תרשים זרימה בו נהוג לעשות שימוש בעיקר במקצועות מדעיים, כאשר הוא מעוניין לעבוד עם תלמידיו על התנסחות בהירה וקולחת לתיאור תהליך).

בסמיכות לכתיבת מטלה זו מילאה ערבה גם משוב. לשאלה: " ציין שלושה דברים שאהבת בלמידה" כתבה ערבה: "מיומנות כתיבת התשובה שלמדנו עזרו לי וגם שחזרת על החומר ברגע שלא הבנו עזר לי להבין את החומר". בניגוד לגפן, ערבה אינה מתייחסת בשלב זה למיומנות החשיבה התהליכית, כלל

¹⁷ המטלות ממוספרות לפי סדר נתינתן לאורך השנה. המטלה הראשונה היא מטלה 1, השניה 2, וכן הלאה.

הנראה כוון שלא הפנימה אותה כנדרש, וכוון שאינה עושה בה שימוש עדיין. היא כן מתייחסת למיומנות "כתיבת התשובה" שאותה ככל הנראה הפנימה טוב יותר¹⁸.

לאורך השבועות, תשובותיה של ערבה הולכות ומשתפרות. להלן מטלה מאוחרת יותר לאורך השנה. לבקשה: "תאר בתרשים זרימה את תהליך ההזנה באדם החל בכניסת המזון לפיו של האדם ועד הגעת מולקולות לתא בקצה הרגל ולאפשרויות השימוש במזון בתא (סוף התרשים), בה מצוינת בצורה מפורשת הדרישה: "שים לב שבתרשים מוזכרת הדרך שעובר המזון במלואה, שישנה התייחסות מלאה להיבטים מיקרוסקופים בתהליך". "עונה ערבה בתרשים: "הכנסת המזון לפה האדם-> לעיסת המזון עם השיניים-> הגדלת שטח פנים ביחס לנפח -> פרוק מכני הגדלת שטח פנים והמסת מזון עם הרוק -> התחלת פרוק כימי של הפחמימות עם עמילז שהופך לסוכרוז -> מעבר לוושט שהיא גמישה -> הורדת חומרים לקיבה -> בקיבה ממשיך פרוק כימי של הפחמימות ומתחיל פרוק כימי של חלבונים עם אנזים פפסין שמפרק לפפטידים ->..."

שיפור ניכר בסדר הנפחת הפסטים ביחס לטבלה הקודמת

זהו חלק מן התשובה, שהיא ארוכה למדי. ניתן לראות כי ערבה שינוי מאז תשובתה הראשונה. התשובה הזו משורשרת ברצף נכון. מכילה התייחסות הן לרמת המקרו והן לרמת המיקרו. מכילה בתוכה תת-תהליכים שונים המתוארים יפה. גם בהמשך התשובה ישנם קישורים בין תהליכים ברמת המיקרו לרמת המקרו: "בקיבה רמת חומציות נמוכה -> לא כל אנזים וחומר מתאים לסביבה כזאת ולכן-> האנזים עובר פרישה בגלל רמת החומציות-> משנה את מבנהו המרחבי-> האנזים לא מתאים לסובסטרט ואז אין תצמיד אנזים-סובסטרט-> אין מטבוליזם".

אומנם יש טעויות בתשובה כמו השימוש במילים "רמת חומציות נמוכה" כאשר הכוונה ל PH נמוך, וכמו השימוש במונח מטבוליזם כשינוי כימי ספציפי, אולם שגיאות נקודתיות אלו אינן מאפילות על ההתפתחות בחשיבה התהליכית שנראית כאן. ייתכן וההגדרה המפורשת של הצורך להתייחס לרמת המיקרו סייעה לערבה להגיע לרמת תשובה גבוהה יותר. דבר זה מעלה את הצורך בהוראה מפורשת. בשלב כלשהו יהפכו ההוראות המפורשות לחלק בלתי נפרד מן התלמיד והוא לא יזדקק יותר לקביים אלו שמעניק לו המורה, אלא יצעד בצורה טובה ללא תמיכה.

מעקב אחר תלמיד הנחשב ממוצע מבחינה לימודית:

שאל לומד אתי זו השנה השנייה. ניתן לראות אצלו חשיבה תהליכית יפה כבר במטלה הראשונה שניתנה, למרות שניכרת אצלו בעיית ניסוח: "ההשפעה של המוטציה לגבי תפקוד האנזים יכולה לגרום לכך שהאנזים לא ייקשר בצורה טובה אל הסובסטרט עליו הוא פועל, הרי אנזים הוא חלבון בעל מבנה מדויק המותאם להיקשרות טובה לסובסטרט וזה יכול לגרום לכך שהוא לא ירכיב את המולקולות עליהם הוא אחראי בצורה טובה בתא וזה יכול לגרום לכל מיני תהליכים ושיבושים בתא. בנוסף המטבוליזם שהוא מאפשר לא יתקיים בצורה טובה כמו שצריך להתקיים בגלל שההיקשרות הלא

¹⁸ בכיתה נלמדו סוגים של שאלות ותבניות התשובה המתאימה לכל סוג שאלה. היתה התייחסות גם לשאלה תהליכית וליכולת להשתמש בתרשים זרימה בתשובה לה, אך פכי שניתן להתרשם הדבר לא הופנם. התשובה לשאלת מיון שהופיעה בבחינה, נעשתה על פי התבנית שנלמדה, ויתכן ועל כך חשבה ערבה כאשר בחרה במיומנות זו, אך יתכן והתייחסה למיומנות הכללית של ניתוח שאלה.

נכונה כתוצאה מהמבנה הפגום של האנזים לסובסטרט תגרום לכך שהאנזים לא יצליח להוריד את אנרגיית השפעול של התהליך הכימי וכתוצאה מכך יכול להיות ש[...הצילום קטוע –...] שהאנזים ייצור תוצרים פגומים או לא ייצור תוצרים כלל. שאלו מגלה חשיבה תהליכית טובה, יורד לרמת המיקרו, יוצר אפשרויות מספר היוצאות מן התהליך "יכול להיות שהאנזים ייצור תוצרים פגומים או לא ייצור תוצרים כלל". הוא משתמש במושגים מרכזיים בצורה נכונה (למעט השימוש במונח מטבוליזם שנתפס כמקרה פרטי של אנזים ולא כשם כולל לכלל התהליכים הכימיים בתא). באותו מבחן מציין שאלו במשוב שהופיע בסוף המבחן: "ציין/י שלושה דברים שאהבת או שתרמו לך בלמידה (ניתן להתייחס גם למיומנויות). השתדל/י להסביר את בחירתך. "חשיבה תהליכית, שינון של החומר, המקרים והתופעות והתשובות וההסברים שענינו עליהם במחברת". במשוב מתייחס שאלו לחשיבה תהליכית כדבר טוב לו, ומעניין שהתשובה השלישית כוללת פרוט של תהליכים: "המקרים והתופעות והתשובות וההסברים שענינו עליהם במחברת". כלומר שאלו שציין את לימוד המיומנות של חשיבה תהליכית כדבר שאהב, המשיך בקו זה ופרט מקרים, תופעות, הסברים, אשר כולם כלולים תחת קטגוריית החשיבה התהליכית. יש לציין כי שאלו התמקד דווקא במאפייני החשיבה מסדר גבוה, ולכן המילים "שינון של החומר" שהכניס פנימה הן יוצאות דופן ברצף ששאלו ציין. יתכן ושאלו מתכוון בשינון של החומר, לחזרה דווקא על נושאים מורכבים הקשורים בחשיבה תהליכית, ויתכן ששאלו זקוק גם לחשיבה מסדר נמוך יותר הנותנת לו בטחון. כוון שנמנע ממני לראיין את שאלו כאשר הבחנתי בעובדה זו, אופן הפרשנות של המילים: "שינון של החומר" נותר פתוח, אך אין הדבר ממעיט בחשיבות שהקנה למיומנות החשיבה התהליכית ולשימוש בה. עם זאת נערך ראיון עם שאלו לקראת סוף השנה. לשאלה: האם יש מיומנות שנראית לך חשובה? ענה שאלו: "עזרה לי מאוד חשיבה תהליכית עם תרשימי זרימה. עזר להבין הרבה יותר דברים. אתה רואה את זה ברצף. אם זה בטקסט זה הרבה יותר קשה, פחות מובן, ואם זה בתרשים הרבה יותר קל לעקוב. למשל בספר הם מציגים מעט תרשימי זרימה ויש פסקאות שהם חופרים מלא במקום להציג בתרשים שתבין [הספר שנלמד הוא מערכות בגוף האדם]. יותר תרשימים פחות מלל, ככה זה יותר מובן". כשנשאל: "האם כשאתה קורא טקסט תהליכי אתה עושה תרשים זרימה?" ענה: "אני עושה את זה בראש. אני פשוט חושב על זה בראש: זה מוביל לזה, זה מוביל לזה. אף פעם לא נתקלתי בדבר קשה כזה שצריך לרשום. זה דווקא רעיון, אבל אף פעם לא יצא לי". ניתן להתרשם ששאלו התחבר לדרך הייצוג של תהליך בתרשים זרימה, עד שהוא מתלונן כאשר לא מופיעים תרשימים בספר. דרך הייצוג מקלה עליו את ההבנה: "עזר להבין הרבה יותר דברים. אתה רואה את זה ברצף. אם זה בטקסט זה הרבה יותר קשה, פחות מובן, ואם זה בתרשים הרבה יותר קל לעקוב". סכמת החשיבה יושבת אצלו בראש והוא מתאר איך הוא מתרגם טקסטים בראשו לייצוג זה: "אני עושה את זה בראש. אני פשוט חושב על זה בראש: זה מוביל לזה, זה מוביל לזה". אולי התוודך המפורש מסייע לשאלו בשיעורי ביולוגיה בהם היה תלמיד טוב מאוד, בעוד שבעיני הצוות החינוכי נחשב היה לתלמיד בינוני המתקשה בהבנת נושאים מורכבים.

כיצד התלמידים מתייחסים לדרך הוראה זו?

ניתוח משוברים:

תלמידי כיתה י', ענו להנחיה הבאה במשוב בסוף בחינת מחצית א': "ציין שלושה דברים שאהבת בלמידה". 9/19 שענו על המשוב ציינו כי אהבו את לימוד המיומנויות. 5/19 שענו על המשוב ציינו את מיומנות החשיבה תהליכית דווקא כדבר שאהבו. בין התלמידים הלומדים עמי זו השנה השנייה, חלק מן המיומנויות הן כבר הרגל. תלמידים שמיישמים את המיומנויות בצורה מצוינת לא ציינו במשוב את לימוד המיומנויות כדבר שאהבו.

בשיעור האחרון של השנה, כתבו תלמידי כיתה ח' שלמדו בשיטה זו משוב. המשוב כלל בין השאר את השאלה הבאה: "האם, לדעתך, כדאי להשקיע בכיתה ח' בשנה הבאה בהוראת מיומנויות, אעפ"י שהדבר גוזל מן הזמן המוקדש ללמידה השוטפת? נמק". המורה ביקשה מן התלמידים בעל פה להתייחס למיומנויות בהם עשו שימוש. יש לציין כי בכיתה נלמדו מספר מיומנויות לאורך השנה (מפת מושגים על פי רמות ארגון, חשיבה תהליכית, מיומנות ההשוואה, ופיצוח שאלה). השאלה התייחסה לכלל המיומנויות שנלמדו. התשובה בכל המשובים היתה חיובית. בחלק מן המשובים ניתן פרוט ונימוק. במשובים בהם הופיע שם התלמיד, ניתן להתייחס לרקע הלימודי של התלמיד. יש לציין כי התלמידים יכלו לכתוב את המשוב בעילום שם. כתיבת המשוב הוגדרה על ידי המורה כדרך לשיפור ההוראה בשנה הבאה. המורה הביעה דאגה מכך שלימוד המיומנויות מנע מן הכיתה לסיים את החומר הנדרש, והשאלה, לכן, לא כיוונה לתשובה חיובית דווקא, אלא מעין בקשה לחוות דעת, על מנת להקל על המורה בהחלטה לגבי המשך הוראת המיומנויות גם בשנה הבאה. המשוב נכתב ימים יומיים-שלושה לפני סיום שנה"ל, וכל אלו מאפשרים לייחס למשובים שנכתבו אמינות די גבוהה, אם כי קיים עדיין חשש קל מניסיון לרצות את המורה¹⁹:

שני תלמידים מתקשים מאוד לימודית בכל המקצועות (האחד עבר לכיתה חינוך מיוחד מאז) כתבו: "אני השתמשתי בזה כי זה ממש עוזר בהכל אפילו בחיים, ואני אמליץ שכדאי להשאיר את זה בשנה הבאה ולהתמקד על זה." וכותב תלמיד אחר המתקשה בלימודיו: "אני משתמש בחשיבה תהליכית הרבה בחיים הפרטיים שלי. נגיד כשאני הולך לשחק כדורגל אני חושב מה יהיה אחרי המשחק. כן, אני חושב שכדאי להקדיש לזה זמן למידה כי הילדים לא שמים לב, אבל הם משתמשים בזה גם בחיים הפרטיים שלהם. כמוני!". ניתן לתהות מדוע דווקא שני תלמידים חלשים אלו קישרו ביוזמתם את לימוד המיומנות לחיים עצמם. אולי עיקר העניין שלהם הוא מחוץ לכותלי ביה"ס, והם מצאו את האלמנט המארגן הזה מסייע להם במקום שבו הם מוצאים עניין, ואולי דווקא עבורם היו עקרונות החשיבה התהליכית חדשים ומשמעותיים יותר, ולכן הם קישרו אותם גם לחיים עצמם? או שמא מבלי לשלול את ההסברים הקודמים, ניתן לראות בדבריהם דוגמה למימוש עקרונותיו של פרנקשטיין, אשר רואה בשיטת ההוראה המשקמת, הזדמנות לשינוי תודעתי הנוגע לחיי התלמידים. כך לדוגמה, טוען פרנקשטיין כי הקניית קשרי סיבה ותוצאה (חשיבה תהליכית) לתלמידי טעוני טיפוח, תאפשר להקטין את התחושה הדטרמיניסטית המאפיינת אותם, ותיתן להם תחושת שליטה רבה יותר על חייהם (פרנקשטיין, 1981).

¹⁹ ברבים מן המשובים לא הופיעו סימני פיסוק. לצרכי הקלה על הקריאה הוספתי אותם. למעט מקרה אחד, לא היה מקום לפרשנויות אחרות בשל העדר סימני הפיסוק, וגם במקרה זה היה זה ברמת הניואנס בלבד.

כך ניתן אולי לקרוא את עדותו של התלמיד המודע לדרך החשיבה שהוא מפעיל בסיטואציה בחיים, ולתרומתה של צורת חשיבה זו בשליטה רבה יותר על סדר יומו: "אני חושב מה יקרה אחרי המשחק". עדותם של שני התלמידים, היא עדות לכך שהמיומנות הפכה להיות רלוונטית עבורם ולא ידע עקר. תשובותיהם של שלושה תלמידים חזקים מאוד מן הבחינה הלימודית, חיוביות אף הן. כותב הראשון: "אני משתמש בחשיבה תהליכית ורמות ארגון, כי אלה דברים שעוזרים לזכור ומסדרים את כל המידע, ואני חושב שכדאי להקדיש לזה זמן." ותלמיד חזק אחר כותב: "אני משתמש במפת מושגים לפי רמות ארגון כאשר עלי לסדר דברים לפי סדר מסוים. אני משתמש בפיצוח שאלה בכל מבחן בכל מקצוע. בחשיבה תהליכית אני משתמש רק במדעים". תלמיד מצטיין נוסף כותב: "אני משתמש בכל מיומנויות הלמידה. רמות ארגון – עוזר להבין מה בא לפני מה. תרשימי זרימה – עוזרים לארגן את המידע לפי הסדר. פיצוח שאלה עוזר במבחנים לענות על השאלות בהרחבה". תלמידים מצטיינים אלו מסוגלים לבצע פעילות מטה-קוגניטיבית, בה הם מנתחים ומדווחים על התהליך החשיבתי שהם עוברים (מדווחים על ה'למה' ועל ה'מתי' משאלות מל"א). הם מודעים למיומנויות בהן הם עושים שימוש, למצבים בהם ראוי לעשות בהן שימוש, וליתרונות הצומחים מהן. ההסברים שהם מספקים לנחיצותה של הוראת המיומנויות הללו, מתייחסים למיומנויות כבעלות תפקיד בארגון יעיל של המידע, תהליך החיוני להבניה של המידע אצל התלמיד.

תלמידים אחרים לא הצליחו לנתח ולהסביר את היתרון שבלימוד דרך מיומנויות, אך הם הביעו את תחושתם האינטואיטיבית "אני משתמש בהם רק בשיעורי מדעים, וזה כן עוזר, לדעתי, כדאי ללמד אותם." או: "כן, כדאי להקדיש למיומנות זמן, כי אני יכול להגיד שזה עוזר כמעט בכל הדברים שלומדים במדעים", וכן: "כל המיומנויות עוזרות ללמידה בכלל ובמדעים בפרט, לכן כדאי להקדיש לזה זמן" או: "אני עושה בהם [במיומנויות] שימוש, ואני ממליץ לך ללמד את הנושא בשנה הבאה, מפני שזה עוזר לנו להבין חומר קשה"

חלק מן התלמידים דווחו כי עשו שימוש בחלק מן המיומנויות גם מחוץ לשיעורי מדעים (טרנספר): "אני משתמש במיומנות בכל מקצוע אחר וזה עוזר לי", "אני משתמש בפיצוח שאלה בכל מבחן בכל מקצוע. בחשיבה תהליכית אני משתמש רק במדעים", וחלקם עשו בהם שימוש רק בשיעורי מדעים: "אני משתמש בהם רק בשיעורי מדעים". התלמידים מציינים את המיומנויות כמסייעות להבנה (Master goal orientation) וכן כמסייעות להצלחה במבחנים (Performance goal orientation). התמונה הכללית העולה מתשובותיהם של התלמידים לשאלה המהססת ומבררת לכאורה של המורה מראה כי התלמידים נעזרים במיומנויות הנלמדות, ורואים חשיבות בהוראתן²⁰.

²⁰ כאן אציין שיהיה מסדרון שקיימתי עם תלמידות שלימדתי עד כיתה י' ואשר המשיכו במגמה אצל מורות מוצלחות, ותיקות ומנוסות אחרות. תלמידות אלו ניגשו אלי שוב ושוב במהלך השנתיים שלאחר מכן וטענו כי יותר קשה להבין אצל אחרים, "למרות שהמורה מאוד נחמדה". משפטים כגון: "אצל הבנו טוב יותר" או "למדנו אצלך טוב יותר" הושמעו פעמים רבות. אני נוטה לייחס זאת להתייחסות הרבה למיומנויות במהלך שיעורי מדעים וביולוגיה, בהם למדו אצלי, דבר שנעשה בצורה מועטה יחסית אצל שאר אנשי הצוות.

ניתוח ראיונות:

נערך ראיון עם שלושה תלמידים שלמדו עמי בשנתיים האחרונות (ט' ו'י'²¹): משה תלמיד חזק מן הבחינה הלימודית. מאופיין כבעל תסמונת אספרגר. משה היה פעיל מאוד בלמידה לאורך השנה וכן בשנה שעברה. משה משתלב יפה בכיתה מן הבחינה הלימודית וכן בצורה טובה למדי מן הבחינה החברתית. חווה היא תלמידה שהגיע להישגים בינוניים בשנה הנוכחית והישגים גבוהים יותר בשנה שעברה. בעלת מוטיבציה טובה למדי. למידתה מאופיינת בעליות ובירידות מבחינת ההשקעה והמעורבות. דקלה היא תלמידה בעלת הישגים נמוכים מאוד בכל מקצועות הלימוד. היא נחשבת לבעלת יכולות נמוכות בעיני צוות ההוראה, אם כי אני חושבת שמדובר בנערה נבונה מאוד וכי הישגיה הנמוכים נובעים מחוסר השקעה. תלמידה זו בלטה לטובה בשיעורי מדעים לפני שנה. השנה נכחה בכיתה, אולם היתה פסיבית לגמרי, ורוב הזמן לא היתה שותפה כתלמידה פעילה (למעט מקרים בהם פניתי אליה מפורשות. מקרה שכזה מופיע בשיעור לדוגמה בהמשך). חלק מתשובותיה מתייחסות לתהליכי למידה מן השנה שעברה וחלק לשנה זו.

שלושת התלמידים נבחרו לראיון בעיקר בשל הסיבה הטכנית (הם היו פנויים לשוחח עמי כוון שלא יצאו ליום שדה), אך לשמחתי הם גם שונים זה מזה מן הבחינה הלימודית, והדבר תורם לגוון באופי התלמידים המרואיינים.

הראיון נערך כראיון חצי סגור. מטרתו הייתה לבחון את השפעת ההוראה המפורשת בכלל ושל חשיבה תהליכית בפרט, על למידתם של התלמידים. הראיון במלואו מובא בנספחים.

במהלך הראיון ניתן היה להתרשם, כי התלמידים יודעים לנקוב בשמות המיומנויות שלמדו (רמות ארגון, פיצוח שאלה, חשיבה תהליכית) ושהם מבינים את טיב המיומנות השונות²². כך למשל, חווה בחרה במיומנות של רמות ארגון ואף מדגימה מה כוללת המיומנות ומפרטת מתי היא עושה בה שימוש. היא מתארת את רמות הארגון במילים: "נגיד, תא רקמה", "נגיד, סתם יצור - אני יודעת שהוא מורכב מתאים", "זה עוזר לדעת על מה אני עונה, נגיד, מה זה בדיוק כל דבר, אם זה ביחס לדבר אחר", ואכן מטרת רמות הארגון להבין את היחס בין מונחים ברמות ארגון שונות, כפי שהדגימה דקלה בדוגמאות שהביאה. משה מפרט את מיומנות החשיבה התהליכית במילים: "לחשוב כמה צעדים אחורה או כמה צעדים קדימה נגיד מה יקרה הלאה או מה קורה לפני שהגענו לפה", ובכך מבטא את עיקרה של המיומנות להסתכל אחורה בזמן כדי להבין מה גרם ל... או להסתכל קדימה בזמן על מנת להבין מה יקרה כתוצאה מ... דקלה מפרטת לגבי פיצוח שלה: "כשאתה יודע את השאלה ויודע מה דורשים ממך אז יותר קל לענות עליה... נגיד אם יש לך שאלה ואתה יודע שמבקשים נגיד סיבה ותוצאה...", ואכן מיומנות פיצוח השאלה כוללת את זיהוי אופי השאלה ("מה דורשים ממך") ואת התאמת התשובה לאופי זה, וכדוגמה היא נותנת שאלה שבה נדרשת חשיבה תהליכית ("נגיד אם יש לך שאלה ואתה יודע שמבקשים נגיד סיבה ותוצאה"). הרושם המתקבל הוא שהתלמידים מבינים את הצורך שלשמו נלמדה המיומנות, ומביעים הבנה של דרך יישומה של המיומנות, ובכך הם ממלאים אחר שאלות מל"א, (מתי למה

²¹ ראיון נוסף עם שאול, הובא במעקב אחר עבודותיו.

²² חלק מן המיומנויות שלמדו אינן נוגעות לעבודה זו במישרין, כוון שלא עוסקים בחשיבה תהליכית, אולם עקרון ההוראה המפורשת תקף גם למיומנויות אלו ולכן כללתי את ההתייחסות אל מכלול המיומנויות במהלך הראיון בעבודה.

ואיך²³). גם בהמשך הריאיון מראים התלמידים הבנה לגבי המקומות בהם ניתן ליישם את המיומנות (שאלת ה'מתי') ולגבי יתרונותיה של המיומנות (שאלת ה'למה'), וזאת בנוגע למיומנויות בכלל ולמיומנות החשיבה התהליכית בפרט. לשאלתה של המורה: "האם יש ערך מוסף לתרשים הזרימה?" הם עונים: משה: "אפשר להבין טוב יותר מה קורה", דקלה: "זה עוזר לסדר כמו ציר זמן כזה", חווה: "זה עוזר לתאר את התהליך עצמו כשרואים את זה בתרשים את התהליך הזה". אחר כך כאשר המורה שואלת: "בעבודה האחרונה שכתבתם הייתם צריכים לעשות תרשים זרימה. האם זה הבהיר לכם מה אתם יודעים והאם זה הבהיר לכם גם מה אתם לא יודעים?" הם עונים בחיוב. ישנו חשש כי התשובה באה לרצות את המורה, אבל הפרוט בהמשך משכנע שמדובר בתהליך אמתי שעברו: חווה: "כן זה הבהיר, כי בשלבים מסוימים לא ידעתי מה לכתוב". מורה: "אז כשנתקעת ולא ידעת מה לכתוב, ידעת שאת זה - את לא מבינה?". חווה: "כן". מורה: "מה עשית עם זה?" חווה: "ניגשתי לאינטרנט". ואז בהמשך לדבריה של חווה מתארת דקלה מיוזמתה, תהליך שעברה [בשיעור](#) המתועד בהמשך עבודה זו (כמובן שלדקלה לא היה מושג ששיעור זה תועד, ואלמלא תועד, ספק אם ניתן היה להבין לאיזה תהליך התייחסה) והיא אומרת: "אתה יודע רק את נקודת ההתחלה ואת נקודת הסיום ולא את השלבים באמצע, נגיד עם העובר איך הוא נושם, אתה יודע שיש עובר ושהוא נושם, אבל אתה לא יודע מה קורה באמצע". בכך מדגימה דקלה כיצד תרשים הזרימה סייע לה להשלים שלבים חסרים בתהליך. עצם האזכור של שיעור זה שהתקיים תקופה לא קצרה לפני שקוימו הראיונות, מראה על האפקטיביות של הכלי בהפנמת נושאים ודרך חשיבה. עם זאת, ניתן להתרשם מן הדברים הנאמרים בראיון, כי כמעט ולא נעשה טרנספר של מיומנות החשיבה התהליכית למקצועות לימוד אחרים: מורה: "האם מישו מכם עושה שימוש במיומנויות מחוץ לכיתה? לא בשיעורי מדעים, כשאני מבקשת את זה, אלא...האם השתמשתם באחת המיומנויות מחוץ לכיתה?" דקלה: "כן, הפיצוח שאלה בכל המקצועות אפשר להשתמש בזה". מורה: "ואת עושה בזה שימוש, כלומר את מרגישה שאחרי שלמדת את זה את מתייחסת לשאלות קצת אחרת?" דקלה: "כן". מורה: "חווה?" חווה: "אני גם חושבת, כי זה שאר הדברים זה יותר מדעי, נגיד: מקור ומיקרו" משה: "אני יותר משתמש בסוג השאלות של חשיבה תהליכית". מורה: "במקצועות אחרים גם?" משה: "כן". מורה: "אתה יכול להיזכר בשאלה שזה עזר לך בה לדוגמה?" משה: "לא". שתי התלמידות הראשונות מציינות כי הן עושות שימוש במיומנות כללית של פיצוח שאלה, אולם את המרכיבים השייכים לחשיבה תהליכית (מיקרו ומקרו למשל) הן אינן מעבירות למקצועות אחרים. משה מציינת כי היא עושה שימוש בחשיבה תהליכית גם מחוץ לשיעורי מדעים (וכוון שדעתו נאמרה בסתירה לדעת הבנות, אני נוטה להאמין כי זהו תיאור אמתי שלו ולא מתוך רצון לרצות אותי), אולם מתקשה להביא דוגמה לכך. בנוגע לחשיבות הוראת המיומנות בעיניהם, ניתן להתרשם כי התלמידים מוצאים את הוראת המיומנות כמועילה. לשאלת המורה: "האם לדעתכם חשוב שלמדנו את המיומנות של חשיבה תהליכית?" עונים התלמידים פה אחד: "כן". אולם יתכן ותשובה זו נובעת מן הרצון לרצות את המורה, ולכן ממשיכה המורה: "האם לדעתכם היה נכון להקנות את זה על ידי זה שקודם מגדירים מהו תהליך שיש לו ציר זמן שיש שם רצף של סיבות ותוצאות שזה שינוי? האם נכון לעשות את כל ההקדמה הזו

²³ פרוט לגבי שאלות מל"א ישנו במבוא.

למרות שזה לא קשור לחומר לימוד?" בשאלה זו נותנת המורה לתלמידים פתח מילוט לענות תשובה שלילית (זה לא קשור לחומר הלימוד), אולם למרות זאת עונה דקלה: "כן, כי אחרת לא נבין איך לעשות את זה", חווה: "כן כי זה ממש (הדגשה בקול) להבין, לא לדלג על אף שלב נגיד... בתהליך". התשובות והנימוקים להן, מחזקים את התחושה שהתשובות אותנטיות ומשקפות הרגשה אמיתית, אולם כדי לשלול כל אפשרות לניסיון רציה, המורה ממשיכה: "הרבה פעמים זה לוקח שעתיים שלוש על חשבון למידה. האם זה לדעתכם שווה?" ודקלה עונה: "כן, כי איך שנתת לנו את הדוגמה של ביה"ס בתחילת כיתה ט' זה עזר יותר להבין גם איך לעשות את זה בשיעור מדעים". אבל המורה ממשיכה להקשות: "גם בחשיבה תהליכית עשינו על ילד שמאחר לביה"ס זוכרים את זה? עשינו על ילד שאחר לישון ולא קם בבקר ואחר לביה"ס וניתחנו למה כל סיבה היא גם תוצאה, לדעתי הקדשנו שעתיים לנושא הזה..." וכאן משה לא נותן לה לסיים את הביקורת על בזבוז הזמן ומתפרץ: "יש לזה משמעות". המורה ממשיכה בשלה: "האם לדעתכם היה שווה להקדיש את הזמן הרב זה?", אולם התלמידים מגלים התנגדות לעמדה השוללת את ההוראה המפורשת בשל 'בזבוז הזמן' וממשיכים בשלהם: כולם: "כן", חווה: "כן חשוב לא לדלג שלבים, כי אחרת לא נדע איך לעשות את זה". והמורה שוב: "האם היה שווה להקדיש את השעתיים הללו?" כולם פה אחד: "כן". מורה: "כלומר, בלי להקנות את זה מפורש זה היה פחות מוצלח?" חווה: "כן, כי..." דקלה: "כן, כי פחות קל להבין את התחום של המדעים צריך על תחום שהוא יותר מחיי היום יום שלך זה יותר קל להבין את זה מאשר בתחום שהוא קשה בפני עצמו". מורה: "כלומר עדיף להקנות את זה על תחום שהוא יותר קל יותר מוכר משהו שהוא מחיינו ואחרי זה לחזור עם זה למדעים?" כולם: "כן". השאלות החוזרות על עצמן מצד המורה, מוציאות מן התלמידים נימוקים אישיים התומכים בשיטת ההוראה שפורטה בתחילת העבודה. הם תומכים בכך שעדיף ללמוד את המיומנות על נושא פשוט ומוכר (עקרון ההרחבה של פרנקנשטיין), כך שלא יידרש מאמץ רב (עומס קוגניטיבי) הנובע מן הצורך להבין חומר חדש, להבין את צורת החשיבה, ולשלב שניהם יחד: דקלה: "כן, כי אחרת לא נבין איך לעשות את זה" ואחר כך: "כן, כי פחות קל להבין את התחום של המדעים צריך על תחום שהוא יותר מחיי היום יום שלך זה יותר קל להבין את זה מאשר בתחום שהוא קשה בפני עצמו".

בראיון זה עולים ממצאים דומים לאלו העולים מן המשובים. ניתן להתרשם כי התלמידים מוצאים את הוראת המיומנות כמועילה להם.

בחינת החשיפה לתבנית ההוראה על תפיסת ההוראה של המורים ועל

צורת הוראתם

אוכלוסיית המחקר:

חלק זה של המחקר התבסס על עדותם של תשעה מורים למדעים בחטיבות הביניים שנחשפו לחלקים מתבנית ההוראה, במסגרת פגישות הדרכה לצוותי מדע וטכנולוגיה בבתי הספר. בין המורים היו מורים חדשים (שנה – שלוש שנים) וותיקים (מעל שמונה שנים), מורי חטיבת ביניים בלבד (שישה) וכאלו שמלמדים גם חטיבה עליונה (שלושה). קבוצה נוספת עליה מתבסס המחקר כללה שש מורות מצטיינות לביולוגיה, המשתתפות בתוכנית לתואר שני ללא תזה במכון רוטשילד ויצמן, בה למדתי גם אני, ושתי

מורות מדעניות בוגרות המכון אשר עשו הסבה לתעודת הוראה. המורות נחשפו לתבנית ההוראה במסגרת קורס לפיתוח אמצעי למידה שבו הוצגה תבנית ההוראה בצורה חלקית, וכן נחשפו לשימוש במונחים, המשמשים בתבנית ההוראה, לאורך שנתיים בהן למדנו יחד והתחכנו זו בזו.

שיטות המחקר:

המורים שקיבלו הדרכה, מילאו שאלון בסוף שנת ההדרכה, ובו התייחסו למיומנויות למידה בהן עסקו בהדרכה לאורך השנה. יש לציין כי מורים אלו נחשפו להוראה מפורשת של מיומנויות נוספות (בנוסף לחשיבה תהליכית) ולכן השאלון התייחס גם אליהן. בעבודה זו ניתן דגש לחלקים המתייחסים למיומנות החשיבה התהליכית. נעשה שימוש גם במיילים ששרדו מתקופה זו, ואשר מתייחסים להוראה מפורשת של מיומנויות.

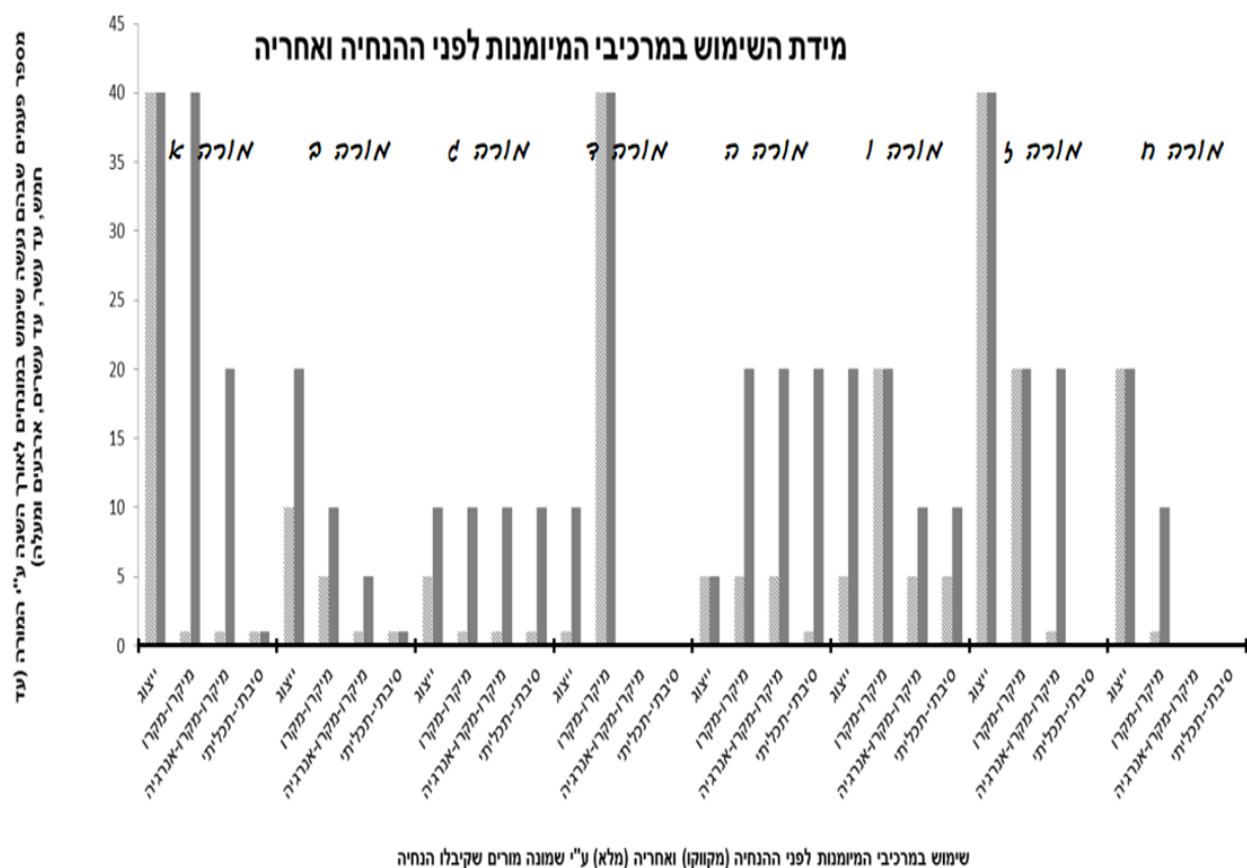
המעקב אחר קבוצת המורות-עמיתות בתוכנית רוטשילד ויצמן, נערך על ידי עיון (שאושר על ידן) במשובים וברפלקציה שנכתבו למרצה עם סיום קורס, במיילים יזומים שלהן, ובאמירות יזומות על ידן. אמצעים אלו נקיים, בצורה יחסית, מניסיון לרצות אותי, כוון שלא הופנו אלי, ואם הופנו אלי, היה הדבר ביוזמתן של המורות. שלוש מתוך מורות אלו רואיינו.

תוצאות המחקר:

השפעת החשיפה לפיתוח במסגרת הנחיית מורים על התפיסה של הוראה מפורשת ועל מידת יישומה:
במסגרת הדרכת מורים בחטיבות הביניים, העברתי הדרכה למורים על פי תוכנית הלימודים החדשה במדעים. במהלך ההדרכה נותחו בעיות חשיבה נפוצות הקשורות בנושא הנלמד באותה תקופה, ושולבה הנחיה להוראת מיומנויות המסייעות להתמודד עם קשיי חשיבה אלו. ההדרכה כללה סקירת של בעיות החשיבה הקשורות בנושא הנלמד, זיהוי מקור הטעות, הצעה להוראה מפורשת של המיומנות הבאה להתמודד עם טעויות מסוג זה, והתבוננות בדפי עבודה או בחומרי למידה העושים שימוש במיומנות שהועברה. בעבודה זו אתייחס רק לחשיפה למרכיבים של מיומנות החשיבה התהליכית. בין המרכיבים אליהם נחשפו המורים נכללו: מאפייני תהליך ודרך ייצוג, מיקרו ומקרו, ניתוח שינוי כימי על פי רמת החומר (המקרו) רמת החלקיקים (המיקרו) ורמת האנרגיה, וחשיבה סיבתית מול חשיבה תכליתית. פרוט לגבי מיומנויות אלו מופיע במבוא לעבודה. שלושת המיומנויות הראשונות נלמדו בהקשר לתוכנית הלימודים, ואילו האחרונה (סיבתי מול תכליתי) נלמדה במסגרת ימי הדרכה מרוכזים שנערכו בשניים מבתי הספר לבקשת המורים, וללא קשר לחומר הלימודים שלימדו המורים באותה תקופה. בסוף שנת הלימודים, התבקשו המורים למלא שאלון שבו ציינו את מספר הפעמים בהם עשו שימוש במונחים/במיומנות בכיתותיהם בשנה לפני ההנחיה ואחריה²⁴. בשאלון שמלאו המורים ניתן היה לבחור בין האופציות: עד חמש פעמים במהלך השנה, חמש עד עשר, אחד עשר עד עשרים, עשרים עד ארבעים. בחלק מן המקרים ציינו המורים בשאלון "אפס פעמים" או "בכלל לא" ולכן בסיכום הוספתי גם אופציה זו, אעפ"י שלא נכללה בתחילה בשאלון. יש לקחת בחשבון כי יתכן וחלק מהמורים שבחרו באופציה "עד

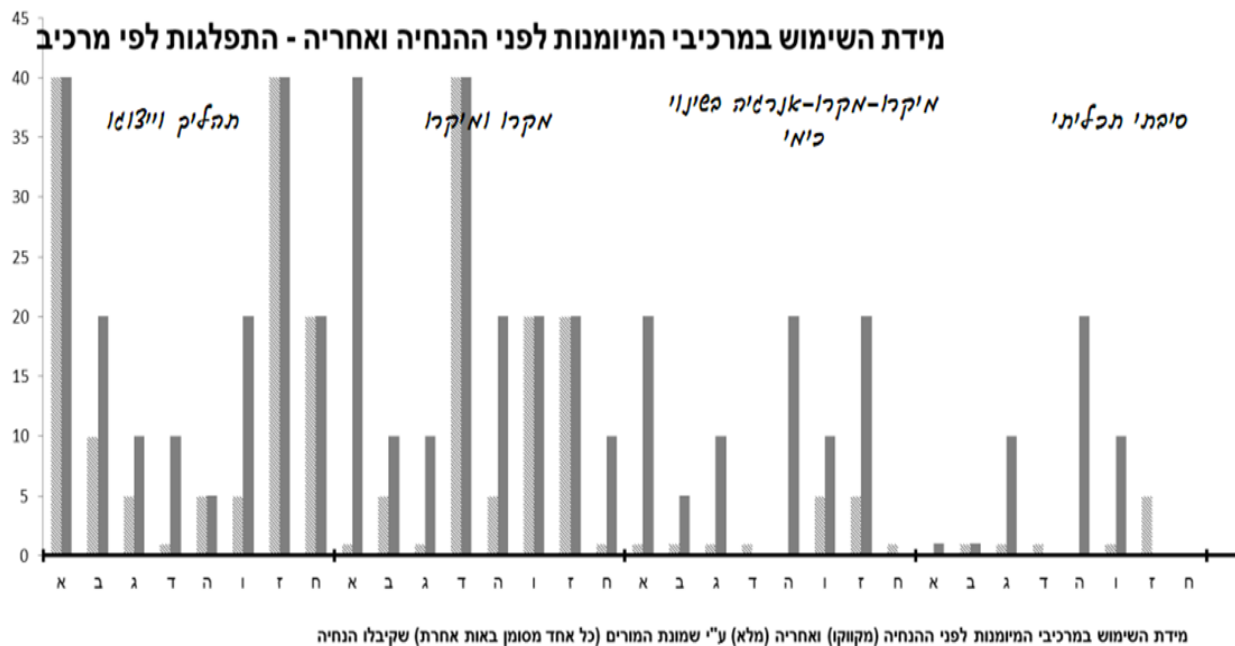
²⁴ השאלון כלל התייחסות למגוון מיומנויות. בעבודה זו כללתי רק את מרכיבי מיומנות החשיבה התהליכית.

חמש פעמים" התכוונו גם הם ל'כלל לא', אלא שסימנו את האופציה עד חמש פעמים שעמדה בפניהם. ריכוז התשובות לשאלות אלו מתואר בעקומה 1 (לפי מורה) ובעקומה 2 (לפי מרכיב במיומנות). המורים ענו גם על השאלות: "האם להערכתך ההוראה המפורשת תרמה ללמידה?" כאשר האופציות היו: "כן/לא /לא יודע", וכן על השאלה: "האם להערכתך ההוראה המפורשת הכניסה יותר לתלמידים למעגל הלמידה הפעיל?" , כאשר האופציות היו: "כן/לא/לא יודע". אעפ"י ששאלה זו הופיע לגבי כל מיומנות בנפרד, בחרו כלל המורים לענות עליה בצורה גורפת לגבי כלל המיומנויות. תשובות המורים לשתי השאלות האחרונות מרוכזות בטבלה 4.

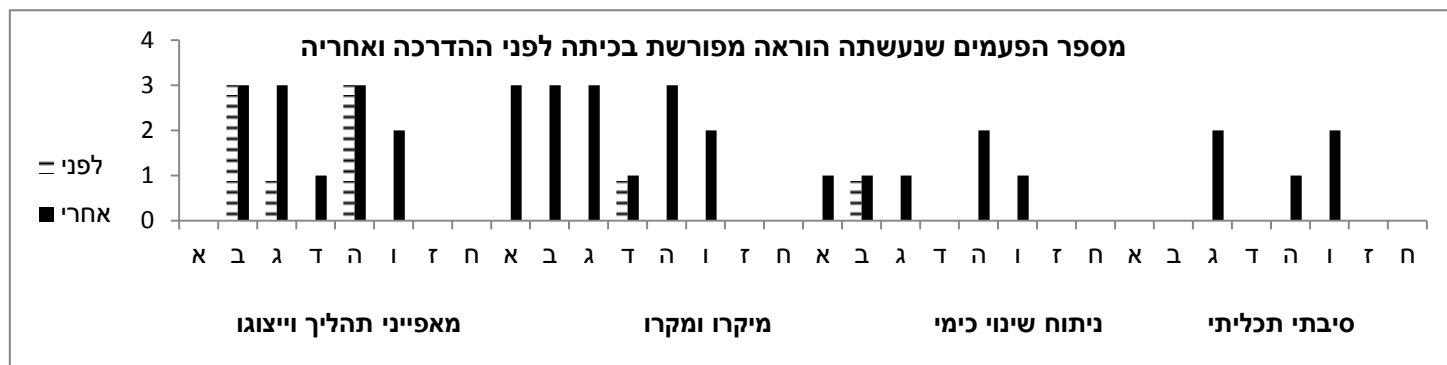


עקומה 1 - מידת השימוש במרכיבים ממיומנות החשיבה תהליכי אצל מורים שונים לפני החשיפה ואחריה

מספר פעמים שבהם נעשה שימוש במונחים לאורך השנה ע"י המורה (עד חמש, עד עשר, עד עשרים, ארבעים ומעלה)



עקומה 2 – מידת השימוש בכל אחת מן המיומנויות של כלל המורים. חלוקה לפי מיומנויות.



עקומה 3 – שינויים במידת השימוש בהוראה מפורשת (מספר הפעמים שהמרכיב הועבר מפורשות לשנה, לפני ההדרכה ואחריה)

א	ב	ג	ד	ה	ו	ז	ח
האם להוראה המפורשת היה ערך מוסף להוראה בכיתה (כן/לא/לא יודעת)	כן	כן	כן	כן	כן	לא יודע	כן
להערכתך, האם מספר התלמידים הפעילים בכיתה עלה בעקבות ההוראה המפורשת?	כן	לא יודעת	כן	כן	כן	כן	לא יודע

טבלה 4: תרומתה של ההוראה המפורשת להכנסת תלמידים למעגל הלמידה, כפי שהדבר נתפס בעיני המורים

מכלול הנתונים המופיעים בעקומות ובטבלאות נאספו ישירות על ידי המנחה עצמה, מה שיכל להוביל המורים לנסות לרצותה, ועל כן יש לסייג תוצאות אלו, אך לא לשלול אותן. יש לקוות כי הצורך לציין את מספר הפעמים בהם נעשה שימוש במיומנות, אפשר לקבל תשובה אובייקטיבית יותר. עם זאת, תוצאות אלו מגובות במיילים ששלחו המורים מיוזמתם או באמירות יזומות שלהם (ישולבו בהמשך), ואלו מגבירים את האמון בתוצאות שנאספו ביוזמת המנחה.

ניתן להתרשם כי ישנה בקרב המורים עליה במידת השימוש במיומנות לאחר ההנחיה (עקומה 1 ועקומה 2), וכן אצל רובם ישנו מעבר להוראה מפורשת של חלק זה או אחר במיומנות (עקומה 3). עם זאת, השימוש במרכיבי המיומנות אינו אחיד, וניתן להתרשם כי ישנם מרכיבים בהם נעשה שימוש רב על ידי רבים מן המורים ומרכיבים שאומצו על ידי מיעוטם²⁵. מספר המורים העושים שימוש במרכיבי המיומנות בכיתה ומספר הפעמים בהם עשו שימוש במרכיב זה או אחר, יכולים לסייע לנו לבנות מדרג לגבי סדר הוראת מרכיבי המיומנות למורים. סביר להניח שמרכיבים שתדירות השימוש בהם היתה גבוהה, הם המרכיבים הבסיסיים בהוראת הנושאים הנלמדים, וכדאי לחשוף אליהם את המורים תחילה, ולהפך. יש לציין כי המדרג נבנה על בסיס מדגם קטן בקרב מורי חטיבות הביניים, ויתכן ואינו משקף את הצרכים של מורי ביולוגיה בתיכון²⁶. למדרג שכזה יכולות להיות השלכות, במידה ויהיה רצון להעביר את המיומנות במהלך השתלמות למורים. במקרה שכזה ניתן יהיה לבנות את ההשתלמות בהתאם לאוכלוסיית המורים ובהתאם למשאב הזמן בצורה שקולה. מרכיב נוסף שיש לקחת בחשבון במקרה שכזה, הוא השינוי שחל בהרגלי המורים. ישנם מרכיבים במיומנות שבהם השימוש היה גדול מלכתחילה. מרכיבים אלו נמצאים בבסיס המדרג, אולם יתכן ובמהלך ארגון השתלמות למורים ניתן לצמצם בהם, כוון שהם נהירים ומוכרים למורים רבים.

התבוננות בעקומה 2 מראה לנו כי "מאפייני תליך ודרך ייצוג" וכן המרכיב של "מקרו ומיקרו" הם מרכיבים במיומנות בהם נעשה השימוש הרב ביותר. מרכיב: "מאפייני תהליך ודרך ייצוג" היה השימוש רב מלכתחילה, ועלה במקצת אצל מיעוט המורים לאחר ההנחיה. אצל מורה א' שלא עשתה שימוש ברכיב זה כלל ישנה עליה משמעותית בשימוש (40 פעם בשנה). במרכיב המתייחס למבנים ולתהליכים ברמת המקרו וברמת המיקרו היתה עליה משמעותית לאחר ההנחיה. את השוני הגדול יותר שעברו המורים בדרך הוראתם לגבי המרכיב של מיקרו ומקרו ניתן לייחס לסיבות שונות: יתכן ומרכיב המקרו והמיקרו היה מוכר לפחות מורים לפני ההנחיה, או שהיה פחות ברור להם. יתכן וחשיבותו בעיני המורים לא היתה רבה לפני ההנחיה. יתכן ולמורים לא היה ברור כיצד להעביר את המרכיב למרות היכרותם עמו והכרתם בחשיבותו לפני ההנחיה. יתכן וחלק מן המורים בחרו שלא להתייחס למרכיב זה כוון שהיו נושאים אחרים חשובים יותר בעיניהם. כמובן, שיתכן וכמה סיבות משלימות זו לזו גרמו לחוסר השימוש במרכיב זה בתחילה. תהיה הסיבה אשר תהיה הגברת השימוש במרכיב זה על ידי רבים מן המורים,

²⁵ יש לזכור כי המילים 'רוב' ו'מיעוט' מתייחסות למדגם מורים קטן (שמונה מורים). ניתן, לכן, להתייחס לפרשנות העולה מן הממצאים כאל פרדיקציה מבוססת, הדורשת אישור נוסף.

²⁶ פרדיקציה לשוני אפשרי בין מורי חטי"ב למורי החטיבה העליונה ניתן למצוא בפרופיל התשובות השונה שענתה מורה המלמדת בחטיבה העליונה בלבד ואשר השתתפה בהדרכה בשל היותה רכזת המדעים בבית הספר (מורה ה). האם הדבר מייצג צרכים של מורי החטיבה העליונה השונים מאלו של מורי חטיבות הביניים? את התשובה לכך, סביר להניח, ניתן יהיה לדעת על ידי בחינת השינוי בשימוש במרכיבי המיומנות אצל מורי חטיבה עליונה בעקבות חשיפה למיומנות.

מעידה על תרומתו ועל נחיצותו הבסיסית בהוראה. העידה בפניי חברה-עמיתה ללימודנו ברוטשילד ויצמן לקראת סיום לימודינו: "אני זוכרת בשיעורים הראשונים בתחילת שנה שעברה שכל הזמן אמרת: "מקרו/מיקרו מקרו/מיקרו" ואני חשבתי לעצמי: "טוב, מה זאת רוצה עכשיו? מה זה המיקרו/מקרו הזה?" בכלל לא הבנתי על מה את מדברת, עד שעשית לנו את השיעור הזה, והיום אני עושה בזה שימוש..." עדות בלתי אמצעית זו מחזקת חלק מן ההסברים לעליה בשימוש במרכיב זה בקרב המורים.

אנליזה של שינויים כימיים תוך הסתכלות על היבטים שונים של התהליך (רמת המקרו, המיקרו והאנרגיה) הינו מרכיב המתבסס על מרכיב המיקרו והמקרו, ולכן ראוי לשים אותו גבוה יותר במדרג (לחשוף את המורים אליו לאחר שנחשפו למרכיב המיקרו והמקרו). מעניין לציין, כי שישה מתוך שמונת המורים העידו על אפס שימוש במרכיב לפני החשיפה אליו, ואילו לאחר החשיפה השימוש בו עלה בקרב שישה מתוך שמונת המורים בצורה משמעותית. הסבר הגיוני לעליה משמעותית זו, הוא שמיעוט המורים נתקל באנליזה של שינוי כימי לפני ההנחיה²⁷. העליה המשמעותית בשימוש שעשו המורים במרכיב זה לאחר החשיפה אליו, עשויה להעיד כי יש לו תרומה בהוראה, ויתכן וניתן להסיק מכך על חשיבות הכנסתו של רכיב זה להשתלמויות מורים כדי שיחשפו אליו. יש לציין כי רכיב זה נלמד בהקשר להוראת הנושא של שינויים בחומר, והאימננטיות שלו לנושא זה הביאה, ככל הנראה, ליישום הרב.

המרכיב שבו היתה העליה הקטנה ביותר ביישום, הינו ההבחנה בין חשיבה סיבתית לחשיבה תכליתית, והמקומות בהם יש לנקוט בכל אחת מהן. רק שלוש מורות (שלושתן מאופיינות בסקרנות רבה, בפתיחות ובאינטלקטואליות) הגבירו את השימוש ברכיב זה לאחר ההנחיה. אצל אחת המורות ישנה ירידה בשימוש ברכיב לאחר ההנחיה. יש לציין כי רכיב זה מבוסס על הרכיב של מאפייני תהליך ודרך ייצוג בדגש על ציר הזמן, ולכן יהי מאוחר לו במדרג ובזמן ההעברה. רכיב זה של המיומנות עמוס קוגניטיבית ביחס למרכיבים האחרים. הרכיב מתייחס לתהליך ולציר הזמן שלו, לאופי המטלה המתייחסת לתהליך ולכוון בזמן אליו היא מכוונת, ולעקרון הרדוקציה בהסברים מדעיים, הקובע שימוש בכללי משחק הכוללים: אקראיות, הסתברותיות וחוקים פיסיקליים בסיסיים. בשל מורכבותו נכון לדרג אותו מאוחר במדרג. יש לזכור כי רכיב זה אינהרנטי לחשיבה מדעית טובה. את ההסבר לשימוש המועט בקרב שמונת המורים ניתן לייחס למספר הסברים משלימים: הרכיב אינו נהיר דיו לחלק מן המורים. מורה ו' שעשתה שימוש מועט במרכיב זה (עד עשר פעמים) התבטאה בפניי כי מיומנות זו אינה נהירה לה לגמרי וביקשה מידע כתוב לגביה, על מנת להעמיק בהבנתה. מורה א' ציינה בפניי לא פעם כי לא הצליחה להבין מרכיב זה (שהוזכר בצורה אגבית במהלך ההדרכה בבית הספר בו לימדה), וביקשה שאתייחס לכך בשיבת הצוות בביה"ס, כוון שרכיב זה נראה לה חשוב. הדבר לא נעשה, ואכן מורה א' אינה עושה שימוש במרכיב זה של המיומנות כלל, למרות שציינה כי הוא נראה חשוב בעיניה. לא כל המורים שענו על

²⁷ יש לציין כי אף אני לא נתקלתי בה מעולם בספרות מקצועית בצורה מפורשת זו, והצורך לעשות זאת עלה אצלי מתוך שגיאות שחזרו על עצמן שוב ושוב אצל תלמידי. טעויות החשיבה באו לידי ביטוי בשני היבטים: הראשון הקושי לקשור את השינוי בחומר המקרוסקופי לשינוי החל ברמה המיקרוסקופית-החלקיקית (בדומה לעקרון מיקרו-מקרו), והשני בקושי להבין את היחס בין המושגים חומר ואנרגיה, הן בשל חוסר ההבחנה ביניהם, והן בשל הקושי להבין כי ניתן לכמת אנרגיה כימית האצורה בחומר או לכמת אנרגיה בסביבה (אם כי זו אינטואיטיבית יותר לתלמידים), ובשל הקושי להבין כי כמות האנרגיה הכימית משתנה בין מגיבים לתוצרים, והדבר קשור בקשר הדוק לחוק שימור אנרגיה.

השאלון נחשפו למרכיב במהלך הנחיה בצורה מסודרת בשל הזמן הנדרש לכך. המורים שנחשפו למרכיב נחשפו אליו במסגרת יום הנחיה מרוכז לבקשתם. במקרה זה הועבר הרכיב ללא קשר לחומר הלימודים שהועבר באותה תקופה, ולכן נותר מנותק מההוראה בשטח (את ההעברה לנושאים אלו או אחרים, לא עשו רוב המורים בעצמם). יש לציין כי כל הרכיבים האחרים נלמדו תוך קישור לנושאי הלימוד שהועברו על פי תוכנית הלימודים בחטיבות הביניים באותה תקופה, ותוך קישור לבעיות החשיבה שמעוררים נשאים אלו. יתכן וישנה חשיבות לרלבנטיות של המרכיב לצרכים של המורה באותו הזמן שבו המיומנות מודגמת. עדות תומכת להשערה זו ניתן לקבל מן העובדה שמורה ה' המלמדת ביולוגיה בחטיבה העליונה ואשר הצטרפה למפגשי ההדרכה בשל היותה רכזת המדעים בביה"ס עשתה את השימוש הנרחב ביותר במיומנות זו. בבחינות הבגרות בביולוגיה ההבחנה בין סיבתי לתכליתי היא משמעותית מאוד, ורבות מן הדוגמאות בהם נעשה שימוש לצרכי הדגמת המיומנות במפגש, ניתנו מתוך תשובות שגויות לשאלות בגרות. גם הנושאים המודגמים היו מתוך נושאי בחינת הבגרות: אקראיות של מוטציות, סיכויי הישרדות, קישורים על בסיס התאמה מרחבית וחשמלית בהליך השעתוק והתרגום, דרווניזם מול למרקניזם, ועוד. אעפ"י שחלק מנושאים אלו רלבנטיים גם ללימודי תורשה בכיתה ט', ובהקשרים נוספים חטיבת הביניים, יתכן ומשמעותו של רכיב זה רבה יותר למורי החטיבה העליונה, בשל מגוון הנושאים שאותו הם מלמדים, ובשל הצורך שלהם לתקן תלמידים הנוקטים בחשיבה התכליתית שוב ושוב על מנת שיוכלו להתמודד בהצלחה עם בחינות הבגרות. אצטט בהקשר זה את מילותיה של מורה אחרת המלמדת בחטיבה העליונה, אשר נחשפה לרכיב זה במיומנות: "הזכרתי את זה השנה פעם ראשונה: ממש חשיבה תהליכית ותכליתית²⁸. בחיים לא אמרתי את זה מפורש. כאילו, זה היה יותר לתקן במבחנים, ואפילו להביא שאלה לכיתה, ולהגיד איך עונים עליה, גם עשיתי את זה לפני כן, אבל אף פעם לא אמרתי את המושגים האלה, וזה עושה סדר.... כולם נתקלים בזה כשבודקים מבחנים, וכולם כותבות אחר כך "חסר" על זה, ומתבאסות שהם כותבים 'כדי ש'..."

בשאלות המתייחסות למעבר להוראה מפורשת מעידים רבים מן המורים כי העלו את רמת ההוראה המפורשת בכיתה לאחר ההנחיה (עקומה 3). העליה במעבר להוראה מפורשת של הרכיבים השונים מזכירה את דפוס העליה בשימוש ברכיבים עצמם. ישנו שימוש רב במאפייני תהליך וייצוג, עליה רבה מאוד בהוראה מפורשת של מיקרו ומקרו ועליה פחותה במעט, אם כי עדיין מרשימה, בהוראה המפורשת של אנליזה של שינוי כימי, ומיעוט המורים מורה מפורשות את הנושא של חשיבה סיבתית מול חשיבה תכליתית. סביר להניח שההסברים לנתונים אלו, דומים להסברים שהובאו לגבי השימוש במיומנות, ושההלימה בין הנתונים מחזקת את אמינותן של התשובות לשאלות אלו שהן, לכאורה, בלתי תלויות.

²⁸ הטעות במקור, ומעידה אולי אף היא על מורכבות רכיב זה, הבאה לידי ביטוי בבלבול ביחס שבין המונחים: 'חשיבה תהליכית', 'חשיבה סיבתית' ו'חשיבה תכליתית'.

נראה שההוראה המפורשת נתפסת בעיני המורים כאפקטיבית לצרכי התמודדות עם בעיות חשיבה נפוצות, וככל הנראה כאשר המורים זוכים בהדרכה שוליינית הם מיישמים את הכלי רב העוצמה של ההוראה המפורשת.

סיבה נוספת לאימוץ המיומנות ניתן למצוא בתשובות לשאלות על תרומתן של מיומנויות ושל ההוראה המפורשת שלהן ללמידה בכיתה. שבעה מורים מתוך השמונה מציינים כי ההוראה המפורשת היא בעל ערך מוסף בהוראה בכיתה, ואחת טרחה לנמק זאת בכך שהדבר יותר שפה אחידה לשימוש במושגים (ככל הנראה בין המורה לתלמידים, ובין התלמידים לבין עצמם), ושישה מורים חושבים כי מספר התלמידים הפעילים בכיתה עלה בעקבות ההוראה המפורשת.

ממצאים התומכים ומאשרים את האותנטיות של התשובות שנתנו המורים למנחה, הם מיילים ושיחות בעל פה. כך לדוגמה כתבה רכזת המדעים באחד מבתי הספר, לקראת פגישה חודשית עם צוותה:

"שלום נורית, הבקשה בצוות היא להמשיך עם מיומנויות. מ' בקשה, אם אפשר, שתכניי דף עם סיכום / נקודות עיקריות לגבי המיומנות שאת מעבירה, כי קשה לה לעקוב ולסכם לעצמה במקביל. תודה רבה על הדף²⁹, כשאכין את הגרסה ליא' שאני מתכננת אשלח לך. שבוע טוב ומבורך!...". בתחילת המייל, דואגת הרכזת להבהיר כי הצוות מעוניין להמשיך "עם מיומנויות". בקשה זו מעידה על התרומה שראה הצוות דווקא ברכיב זה בהדרכה. בהמשך השנה כותבת הרכזת לקראת מפגש נוסף: "לגבי התוכן, אני יודעת שכל הכיתות התחילו או עומדות להתחיל חשמל ולכן כדאי להתייחס לנושא זה, להקדיש זמן לחלוקת זמן בתוך הנושא בגבולות הזמן שהוקצה לכך ע"י הפיקוח, כדי שלא נמשיך בגלישות שכבר יש לנו ממסגרת הזמן, ושילוב של מיומנות אחת שמתאימה בנושא זה." במקרה זה כבר יש בקשה מפורשת לשילוב "מיומנות אחת שמתאימה לנושא זה" בהדרכה, וזאת למרות ה"גלישות בזמן". והיא ממשיכה: "מאחר ולפי הזמן שנותר לנו עד סוף השנה ולפי מספר הנושאים שעוד לפנינו, לאקולוגיה ישאר מעט זמן, חשבנו על לימוד יותר אורייני של לימוד מושגי יסוד ואח"כ עבודה עם מאמרים ממיצ"בים קודמים. אולי נקדיש מפגש שבו כל אחת תביא מראש מאמרים, נדון במיומנויות שהם דורשים ו/או נתמקד במיומנות תהליך וייצוג או פיצוח שאלה (זה כולל טיעון, נכון?) שניהם נראים לי יכולים להתאים לתוכן. מה דעתך?". כאן ניתן לראות כי העיקרון של זיהוי המיומנות הנדרשת בהוראת נושא כלשהו, והוראת המיומנות במקביל לנושא הפכה להיות חלק מקו החשיבה של הרכזת עצמה. זכור לי כיצד המייל לקראת המפגש הראשון עסק בעיקר בנושאים טכניים, כאשר ההנחה נתפסה ככורה מטעם המשרד, ואילו במייל זה נראה כי המפגשים משמשים לצרכי שיפור ההוראה, וישנה מעורבות של הצוותים בקביעת תכני המפגשים, כאשר הם מתייחסים ביוזמתם למיומנויות הלמידה. בצוות אחר שבו מורות מקצועיות בעלות מעמד ובעלות ניסיון רב שנים בהוראה, בהדרכה, ובקביעת תכני לימוד במסגרות שונות, היתה התנגדות עזה למפגשי ההדרכה. לאחר שעסקנו בשני המפגשים הראשונים במיומנויות למידה ובהוראתן בצורה מפורשת, החלו להגיע גם שאר אנשי הצוות (כולל המנוסים והוותיקים שבהם) למפגשים ובהמשך אף

²⁹ נדמה לי שמדובר היה בדף עבודה לתלמיד סביב הוראת השינוי הכימי כתהליך בעל כמה היבטים (מיקרו, מקרו ואנרגיה). בכל פעם שהודגמה מיומנות סביב נושא מסוים, הובא למורות גם דף עבודה לתלמיד, כאשר בדף ישנה דוגמה לשימוש במיומנות. הרכזת במקרה זה, בחרה לשרד את דף העבודה המיועד לחטיבת הביניים לדף עבודה המיועד למגמה, ובך עשתה טרנספר של המיומנות גם לכיתות אחרות ולנושאים קרובים אחרים.

יזמו אותם בעצמם, תוך בקשה להתייחס בכל מפגש למיומנויות דווקא. חלק מאנשי הצוות דווחו במפגשים או במייל על השימוש שעשו במיומנויות. כך למשל כתבה אחת המורות: "העברתי את השיעור של ארגון מושגים ע"פ רמות מושגים"³⁰ בשתי הכיתות. יצא נהדר, לקחתי דוגמאות של ענפי ספורט ומבנה פיקודי של הצבא³¹, ובסוף עברנו למושגים מהחומר השוטף. תודה רבה...³²". כאשר עזבתי את ההדרכה בצוות זה, דווחה לי מחליפתי בצוות הוראה זה, כי המורות ביקשו ממנה להמשיך להנחותם על דרכים לשילוב מיומנויות בהוראה, כוון שזה, לטענתם, היה הדבר המהותי ביותר בהדרכה.³³ בקשותיהם היוזמות של המורים (בעל פה ובמיילים) לעסוק במיומנויות דווקא, נותנות משנה תוקף לתשובות שמלאו בשאלונים, תשובות אשר היו חשודות ניסיון לרצות את המנחה. גם עדויותיהם בעל פה של המורים לאחר שהתנסו בהוראה מפורשת של המיומנויות³⁴ על ההשתתפות הערה של הכיתה בשיעורים בהם הורו בצורה מפורשת, תמכו בכך שמדובר בתשובות אותנטיות.

השפעת החשיפה במסגרת הרצאות על התפיסה של הוראה מפורשת ועל מידת יישומה

במהלך לימודי בתוכנית רוטשילד-ויצמן להכשרת מורים, התבטאתי פעמים רבות לגבי הוראה מפורשת של חשיבה תהליכית במהלך השיעורים שעסקו בהוראה וכמו כן בחרתי בנושא זה כנושא לעבודה להגשה, אותה הגשתי בזוג עם עמיתה ללימודים בשם טטיאנה. בעקבות התבטאויותיי התבקשתי להציג את העקרונות עליהם אני מדברת, בהרצאה חד פעמית בקורס להוראת הביולוגיה. כמו כן הוצגו ממצאים מן העבודה של טטיאנה ושלי במהלך קורס שעסק במחקר איכותני בהוראה, ובמהלכו הציגו הזוגות את עבודת החקר שלהם. בשנה השנייה ללימודים המשכתי לעסוק בנושא במסגרת עבודת הגמר המוגשת בזאת, ואף במסגרת זו נחשפו העמיתות לשיטת ההוראה המוצעת, כאשר המחקר הוצג לצרכי מתן משוב מן העמיתות ומן המרצות. בקיץ תשע"ב (בסוף שנה"ל הראשונה ברוטשילד ויצמן) הצגתי צורת הוראה זו בכנס מורי הביולוגיה. מסגרות אלו הביאו לחשיפה של מורים לרציונל של השיטה ולדרכים להעברתה. עם זאת, במהלך חשיפה זו, לא קיבלו המורים הנחיה אישית, ולא קיבלו דפי עבודה מוכנים (למעט מקרים שבהם ביקשו משהו ספציפי), וכמו כן המיומנות לא נלמדה בהקשר לחומר לימוד שהמורות עסקו בו באותה תקופה. צורת חשיפה זו שונה מהותית מצורת החשיפה שניתנה למורים במהלך ההנחיה בבתי הספר. הדרכת המורים שתוארה קודם לכן אופיינה בשוליינות, ואילו במקרה זה המורות נחשפו לשיטה ולחלקיה בהרצאה חד פעמית, בתוספת הבהרות ודוגמאות במהלך שיעורי ההוראה מפעם לפעם, ובמהלך הצגת מחקר הפעולה הבא לבחון שיטת הוראה זו. בסה"כ נחשפו לשיטת

³⁰ הכוונה לרמות ארגון. השיעור שהעבירה הוא שיעור שהוצע לצרכי הוראה מפורשת של ארגון מושגים לפי רמות ארגון.

³¹ לא ברור לי האם כוונתה של המורה למבנה הצבאי של: כיתה, מחלקה, חטיבה וכו' או להיררכיית הדרגות (האחריות הפיקודית) שדווקא פחות מתאימה להרחיב בה לגבי רמות ארגון במובן המבני בו אנו נוטים להתמקד בהוראת המדעים.

³² במקרה זה המורה לימדה את המיומנות מפורשות, תוך שימוש בעקרון ההרחבה.

³³ כאן עליי להתוודות באופן אישי על ניסיוני הרע כמתעדת תהליכים. במחשב שלי היו מתועדים עשרות מיילים מתקופת ההדרכה, אלא שבהרגלי בקודש, עם עזיבת ההדרכה ניקיתי את כל המחשבים משאריות שהיו נראות לי חסרות חשיבות. כיום הייתי שמחה לשחזר את תכתובת המיילים הזו בה דווחו מורים שונים על התנסותם במיומנויות ובה הפועים בקשותיהם לגבי ההדרכה. לצערי, אני נעזרת במיילים בודדים אשר חמקו משום מה תחת עיניי בניקיון היסודי שעשיתי. אני רק יכולה לייצג לכל מורה שירצה לאשש את מחקרו, ולא משנה באיזה נושא בהוראה, להיות מעט יותר אספן, ולא למהר ולהיפטר משלל עדויות ללמידה של מורים, של תלמידים או שלו עצמו.

³⁴ בתיאורים אלו לא הפרדתי בין הוראה מפורשת של חשיבה תהליכית לבין הוראה מפורשת של מיומנויות אחרות. הדבר נובע לא רק מכך שהמורים בצוותים אלו נחשפו למגוון נרחב של מיומנויות, אלא גם ובעיקר מכך, שבבסיס כל המיומנויות כולן עומד העיקרון של זיהוי כשל, הגדרת המצב הנכון, והוראתו המפורשת על מנת לסייע לתלמיד, ולכן כל דוגמה שמדגימה עקרון זה תומכת, לטעמי, בשיטת הוראה זו בכלל, כאשר ההוראה המפורשת של חשיבה תהליכית היא מקרה פרטי של מכלול זה.

ההוראה בלימודים ברוטשילד ויצמן שמונה מורות בשנה הראשונה, ושש מורות גם במהלך השנה השנייה.

מעקב אחר מיילים, משובים ורפלקציה מסכמת:

במהלך ההרצאות שניתנו (בכיתה ברוטשילד ויצמן ובכנס מורי הביולוגיה) היו תגובות המורים חיוביות ומתלהבות, אך לא ברור האם ההתלהבות הביאה לשינויים בדפוס ההוראה. ההתלהבות בוטאה במיילים או באמירות בעל פה לאחר החשיפה. כך למשל כתבה אחת המורות (ד"ר לנוירוביולוגיה אשר השתתפה בקורס ברוטשילד ויצמן במסגרת הסבה להוראה): "הי נורית, אני יושבת בשיעור (עכשיו) ומוקסמת מהרעיון ומדרך היישום. אני חושבת שפספסתי את המצגת שלך שמציגה את העקרונות שעל פיהם את עובדת, אשמח מאוד אם תוכלי לשלוח לי, הלוואי ואצליח ליישם חצי!! המון תודה, אני לומדת ממך המון!" מורה אחרת כתבה לקראת פתיחת שנת הלימודים בבתי הספר במהלך החופשה בין שנת לימודים אחת לאחרת: "היי נורית, תוכלי לשלוח לי בבקשה את המצגת שאת מעבירה לתלמידים בנושא חשיבה תהליכית...אני רוצה השנה לנסות לעשות את זה בדרך שלך המפורשת, אז אשמח לכל דבר שיכול לעזור וזה יהיה הדבר העיקרי שאקח השנה מההרצאות בהוראה בוויצמן (: תודה, ...³⁵". מורה אחרת התקשרה וביקשה שאבוא להרצות בצוות ההוראה שלה על השיטה, על מנת שהיא וצוות ההוראה יוכלו להתנסות בכך וליישם זאת (ראיון עמה מובא גם הוא בהמשך). מורות אלו מביעות רצון ליישם את צורת ההוראה המפורשת של מיומנות זו בעקבות החשיפה אליה, אך מביעות גם את הצורך שלהן בעזרה נוספת במעבר בין החשיפה לבין היישום שלה. האחת מבקשת מצגת ככלי עזר והאחרת מבקשת שאבוא להרצות ולהנחות את הצוות שלה.

תגובות דומות התקבלו גם בעקבות החשיפה לצורת ההוראה בכנס מורי הביולוגיה. כתבה מורה: "נורית שלום, הסדנה שלך היתה מאוד מעניינת ומעשירה, ובעיקר עשתה לי סדר בכמה נקודות. האם תוכלי לשלוח לי את המצגת כדי שהדברים יהיו לי כתובים? תודה מראש וחופשה נעימה..." או: "שלום נורית, בכנס המורים הארצי לביולוגיה שמעתי את הרצאתך בנושא שיפור ההצלחה בלימודי הביולוגיה על ידי פיתוח חשיבה תהליכית. מאד התרשמתי ונראה לי שיש באפשרותך לתרום רבות למורי הביולוגיה. בימים אילו אני מתכננת את ההשתלמות המחוזית... ורציתי לדעת האם תסכימי להרצות למורים..." . מורה לכימיה שלימדה אותי בנעורתי ואשר פגשתי ברחוב כחודשיים לאחר הכנס, סיפרה לי כי שמעה על ההרצאה בכנס, וכי היתה מאוד שמחה לקבל את המצגת כדי לראות במה מדובר. מורה אחרת לביולוגיה שנכחה בכנס בהרצאה אחרת במהלך הרצאתי, שלחה מייל וביקשה את המצגת בעקבות מה ששמעה על ההרצאה. ככל הנראה ההתלהבות הראשונית מעידה על כך שלמורים יש עניין בהצעה לצורת הוראה מסודרת של עקרונות חשיבה, וכי הם רואים חשיבות בחשיפה לצורת הוראה שכזו, אך האם הדבר הביא גם לשינויים בדפוס ההוראה של מורים אלו בכיתה?

על מנת לנסות ולמצוא תשובה לשאלה זו נקטתי במספר דרכים. בחרתי לעשות שימוש (ברשות) במשובים שכתבו עמיתותיי בסיום הקורס בהוראת הביולוגיה, במהלכו חשפתי את השיטה בהרצאה חד פעמית, וכן בהערות שהועלו בפורום בקורס של מחקר פעולה במהלכו חשפנו טיפאנה ואני את המחקר

³⁵ ראיון על דרך היישום של המיומנות אצל מורה זו מופיע בהמשך העבודה

שבצענו לגבי השיטה כשלוש פעמים. היתרון בחומרים אלו גדול. המשובים אינם מופנים אליי, אלא למרצת הקורס ולכן אין לחשוש בהם מפני רציה, וההערות באתר קורס מחקר הפעולה הן ביוזמת הכותבות, ולכן אף הן נקיות יחסית מחשש לרציה. נוסף על חומרים אלו, בחרתי לראיין שלוש מן המורות העמיתות, כדי לבחון את השפעת החשיפה להצעת ההוראה עליהן.

במשובי הקורס גיליתי בעיקר התלהבות מן הגישה של הוראה מפורשת של חשיבה תהליכית, אך לא תמיד היו עדויות לאופן היישום של דרך ההוראה. כותבת ג', פוסט-דוקטורנטית לביולוגיה וסטודנטית להוראה: "הסתכלות מחודשת במעגלי הלמידה מגלה שהיה נושא אחד שהרשים אותי במיוחד (ואף הזכרתי זאת בשיעור המסכם של הקורס) והוא "חשיבה תהליכית" (הוזכר ב- 15/12/11, 2/2/12 במסגרת של הוראה מפורשת, 24/5/12 ו- 14/6/12). זהו נושא המחקר של נורית וטטיאנה, וכשהן דברו על הנושא והציגו את הממצאים שלהן יכולתי ממש "לראות" את דרך החשיבה של התלמידים. זה היה מאוד מרשים בעיניי ואני מקווה שאוכל לעשות שימוש מושכל במיומנות הזו (שכמובן יש ללמוד בצורה מפורשת וזה עוד נושא שנשאר חרוט בזיכרוני). "אולם ג' אינה מתארת שום יישום של המיומנות בכיתה. ניכר כי השימוש במונחים מיקרו ומקרו שגור אצלה מתוך קטע נוסף שבו היא מזכירה אותם בצורה אגבית, בהקשר אחר: "כאשר הגיעה העת לעשות את הקשר בין ה"מקרו למיקרו" (ביצוע הבנה חשוב ביותר) אני עשיתי את זה במקומם וכעת אני מרגישה שזו הייתה טעות לא לאפשר לתלמידים להגיע למסקנה זו בעצמם. אני מניחה שעצם זה שבחרתי בזמנו לעשות את הקשר הזה בעצמי נבע מחוסר הניסיון שלי אך בעיקר מחוסר האמון שלי בתלמידים. כעת אני רואה שהתלמידים המצטיינים מסוגלים לקשר בין המקרו למיקרו בקלות, והתלמידים החלשים עדיין מתקשים לעשות את זה..." אך לא ברור האם השימוש הטבעי שהיא עושה במונחים אלו, הועבר גם לכיתה, והאם תלמידה מכירה את המונחים ועושים בהם שימוש מפורש.

פ', ד"ר לנירוביולוגיה וסטודנטית להוראה כותבת במשובי סיום הקורס, תוך ציון התאריכים: ב' 15 לדצמבר 2011 למדתי מנורית על הדרך שלה להתייחס באופן מפורש לבעיות הבנה או יישום מיומנויות. על אופן ההתמודדות עם תלמידים. אני מבינה מאוד לעומק את חשיבות ההתייחסות הישירה (גם מנסיון קודם שלי) אך אני לא בטוחה שאני יודעת לבצע בצורה מיטבית. צריך לנסות בשטח. ב' 2/02/2012: למדתי מנורית טטיאנה ויעל על חשיבות ההוראה המפורשת. הנושא ממש מרגש בעיני וגם חדשני. אני מנסה ליישם אותו ומאוד מסקרן אותי לראות כיצד יתייחסו אליו מורות מנוסות ומרשימות כמו נורית וטטיאנה. בעקבות המפגשים כאן אני משתדלת ליישם יותר הוראה מפורשת, אבל אני מגלה שתמיד אפשר להיות מפורשת יותר... אני מאמינה שהתלמידים יעריכו זאת. ב' 14/06/2012: למדתי מנורית עוד על עקרונות חשיבה תהליכית (פספסתי בעבר) איך היא מיישמת בפועל את נושא "האדרת הטעויות" כללי ללמידה בכיתה. למדתי על עצמי את חשיבות היישום בפועל של העקרונות שאני מאמינה בהם. רק את אופן היישום צריך ללמוד. ב' 28/06/2012 (?): למדתי מנורית עוד על עקרונות החשיבה התהליכית והיה לי מאוד מעניין לראות את בפועל ולא רק "לדבר על"..."³⁶. רצות לי מחשבות איך ליישם, איך ליישם טוב, איך ליישם עם תלמידים יותר צעירים, ועוד... יש לי עוד המון מה ללמוד, מתסכל וכיף

³⁶ מדובר בשיעור שבו הוצגו תוצאות המחקר

באותו זמן. ברפלקציה על הקורס כותבת פ': "אני חשבת שהדברים מעידים כי במהלך הקורס למדתי המון מנורית וטטיאנה על נושאי ההוראה המפורשת והחשיבה התהליכית. בנוגע להוראה מפורשת אני מרגישה שאני נמצאת בשלב כלשהו של למידה מתוך התנסות."

במקרה זה ניתן להתרשם כי פ' מנסה ליישם את ההוראה המפורשת בכלל ואת ההוראה המפורשת של חשיבה תהליכית בפרט בכיתה. היא מעידה על עצמה כי: "אני מרגישה שאני נמצאת בשלב כלשהו של למידה מתוך התנסות", והדבר מעיד על ניסיונותיה לשלב בדרכה, את מה שנחשפה אליו, בכיתות בהן היא מלמדת. הרצון שלה ליישם את כל מה שהיא לומדת, נראה כמאפיין אישי ייחודי לה. כך למשל, היא צוטטה קודם לכן במייל שכתבה במהלך אחת ההצגות (24 למאי 2012): "אני יושבת בשיעור (עכשיו) ומוקסמת מהרעיון ומדרך היישום... הלוואי ואצליח ליישם חצי!!". מייל ספונטני זה חושף את המעבר המהיר אצלה מהתאורטי ממנו היא מוקסמת ("ומוקסמת מהרעיון ומדרך היישום") לשאיפה ליישום ("הלוואי ואצליח ליישם חצי"). מעבר מהיר זה לא מאפיין את כל המורים הנחשפים, כפי שניתן יהיה להתרשם בהמשך העבודה.

ר', מורה מתחילה כותבת באתר הקורס שבו מעלות המורות -הסטודנטיות הערות זו לזו: "היי נורית וטטיאנה, לאחר שהצגתן בכיתה את העבודה שלכן ולאחר המצגת של נורית על חשיבה סיבתית, הרגשתי צורך לנסות בעצמי בכיתה. אני בדיוק לקראת סיום נושא המודל החלקיקי בכיתה ז' וכל שבוע שעבר תרגלתי עם התלמידים איך עונים על שאלה פתוחה בסגנון "הסבירו בעזרת המודל החלקיקי". ביקשתי מתלמידה לכתוב על הלוח את שרשרת המרכיבים שגרמו לתלמיד מסוים לאחר לשיעור (סיפור מקרה שכזה) באמת ראינו בכיתה שהיא מתייחסת להתחלה ולסוף וכל האמצע נעלם. לאחר כמה תרגולים כאלו עם עוד תלמידים הסברתי איך עונים על שאלות מהסוג הזה, ואז ענינו על שאלות במודל החלקיקי. אני חייבת לציין שהתלמידים מאוד נהנו בשיעור והם הרגישו שהם קיבלו כלי חשוב גם בשאר המקצועות. סוף סוף היה לי שיתוף פעולה בכיתה הקשה הזו. אין לי ספק שאני מאמצת את השיעור הזה לשאר הכיתות. אז תודה רבה!!!!!!..." ר' מעידה מיוזמתה על כך שהחשיפה הביאה ליישום של המיומנות בכיתה. היא גם מתארת כיצד המיומנות סייעה לה להתמודד עם הקושי של חסרון שלבים בתהליך, וגם מתארת כי שיתוף הפעולה בכיתה גבר, ככל הנראה כוון שסייע לתלמידים.

א', מורה ותיקה למדי כותבת במשוב לקורס: "מבוא להוראת הביולוגיה": "באופן אישי גם כל הנושא של "חשיבה מערכתית" "וחשיבה סיבתית" מאד עזר לי בכיתה. השתמשתי בזה בהסברים בתוך הכיתה בנושא מערכות בגוף האדם³⁷. "ובהמשך היא כותבת: "האם באמת התלמידים מצליחים להבין התופעות הלא בולטות בתוך מערכת מסוימת, ולהגיע מרמת המאקרו למיקרו?". בתמיהה זו היא עשה שימוש טבעי במונחים מאקרו ומיקרו. יש לציין כי מורה עמיתה זו צוטטה קודם לכן אומרת לי באחת ההזדמנויות: "אני זוכרת בשיעורים הראשונים בתחילת שנה שעברה שכל הזמן אמרת: "מקרו/מיקרו מקרו/מיקרו" ואני חשבתי לעצמי: "טוב, מה זאת רוצה עכשיו? מה זה המקרו/מיקרו הזה?", והנה המונחים הפכו שגורים על לשונה, והיא גם מתארת שהיא משתמשת בחשיבה סיבתית בתוך הכיתה. במשוב של קורס שני, כותבת א': "מעבר לנושאים שהועברו בקורס, למאמרים ולמצגות, נתרמתי גם

³⁷ הנושא של חשיבה מערכתית היה חלק מתכני הקורס. הנושא של חשיבה סיבתית הועבר בשיעור חד פעמי שבו הוצגו תכנים מעבודה זו.

מעצם הפורום עצמו, במהלך הקורס קיבלתי דגשים נוספים על הוראת הביולוגיה (רמת "מיקרו מקרו...חיבור שאלות מבחן ע"י תלמידים ועוד, הוראה מפורשת של מיומנות). "והיא ממשיכה ומפרטת: "כפי שציינתי למעלה, הכנסתי לשיעורים הרבה את המונחים של עקרונות ברמת המיקרו או המקרו, לפני כן לא הייתי עושה זאת באופן מפורש ואז מתוסכלת מכך שהם לא מספיק מעמיקים בתשובותיהם במבחן ברמת מיקרו. בעקבות הקורס הכנסתי מושגים ודגשים אלו בצורה מודעת יותר לכיתה."

י' הזכירה את הנושא של חשיבה תהליכית במשובים, אך לא ניתן היה להתרשם מהם מה חדר לכיתה, אם בכלל. ביקשתי מכלל הבנות בקבוצה למלא דף שאלון (ראה נספחים³⁸), וכך כתבה י' לשאלה: "במידה והורית בצורה מפורשת, האם, להערכתך, ההוראה המפורשת תרמה ללמידה? הדגישי: כן /לא /לא יודעת. פירוט: "ניסיתי ללמד מפורשות את הנושא של חשיבה תהליכית כמכלול, על ידי בניית מערך שיעורים בנושא (השתמשתי בעיקר בחומרים מהרשת ובדברים שקיבלתי ממך [נורית] בעל פה- לפני שנת לי גם בכתב). מטרתי הייתה שימוש במיומנות כדרך לענות על תשובות לשאלות בגרות, וכתרגול נתתי משימה של שאלות בגרות שמתאפיינות בחשיבה תהליכית. כנראה שיש צורך בהוראה ספירלית ומדורגת של המיומנות כבכל מיומנות, כי ציפיתי שתוך שעותיים התלמידים ידעו ליישמה, ובפועל הם התקשו מאוד מאוד. נקודה נוספת, שהכיתה בה ניסיתי להטמיע את המיומנות הייתה כיתה חלשה מאוד וזה ממש לא הלך בדרך בה ניסיתי. לעומת זאת, בכיתה טובה יותר השתמשתי במושגים ובמרכיבים מתוך המיומנות ובצורך לכתוב את השלבים של התהליך(כולל סימון חיצים וחשיבה על סדר הזמנים בהם התרחשו הדברים), סיבה ותוצאה וכן שימוש במושגי מיקרו ומאקרו. בכיתה זו התלמידים גילו יותר הבנה וחלק ניכר מהם עשו שימוש במרכיבים של המיומנות לאורך הלמידה, אם בכתיבת עבודת החקר, אם בכתיבת תשובות למבחנים ובשיחות ודיונים במהלך השיעורים. יש לציין שגם בכיתה, בה ניסיתי ללמד את המיומנות כמכלול והניסיון הוכתר בחוסר הצלחה, נעשה שימוש מפורש לאורך השנה במרכיבים של המיומנות והיתה הטמעה, לפחות חלקית, של המיומנות."

י' משלבת את המיומנות בהוראתה, אם כי לא רואה את התוצאות להן ציפתה. מתוך תיאורה ניתן להבין שהורתה מספר מרכיבים בשעתיים ("וציפיתי שתוך שעותיים ידעו ליישמה") וזאת בכיתה חלשה. סביר להניח שהוראת מרכיבים מספר בתוך שעותיים יוצרת עומס קוגניטיבי רב על התלמידות ומה גם שמדובר בכיתה חלשה, כפי ש' מעידה עליה, ויתכן וזו הסיבה ש' חשה חוסר נחת מן הניסיון ("ובפועל הם התקשו מאוד מאוד", "והניסיון הוכתר בחוסר הצלחה"). למרות חוסר ההצלחה י' מתארת כי " שגם בכיתה, בה ניסיתי ללמד את המיומנות כמכלול והניסיון הוכתר בחוסר הצלחה, נעשה שימוש מפורש לאורך השנה במרכיבים של המיומנות והיתה הטמעה, לפחות חלקית, של המיומנות". ניכר ש' מאמינה בתרומתה של דרך הוראה זו בצורה זו או אחרת ללמידה בכיתה, שאם לא כן, לא ברור מדוע המשיכה לעשות שימוש מפורש במונחים לאורך השנה, למרות הניסיון שהוכתר בחוסר הצלחה, היא מעידה כי "היתה הטמעה לפחות חלקית של המיומנות".

³⁸ לא התייחסתי לכלל המשובים הללו, כוון שהעבודה חרגה כבר מזמן מן ההיקף שנקבע לה, ובשל קוצר הזמן. הממצאים נראים דומים לאלו שתוארו בהנחיה לגבי סדר הקדימויות במרכיבי המיומנות, ונראה במבט לא מעמיק כי אימות המיומנויות היה רב יותר בעקבות ההנחיה, אך יש לגבות זאת באנליזה מעמיקה יותר של התוצאות, ואולי גם במדגם רחב יותר של מורים שנחשפו לדרכים שונות אלו.

נוסף לשימוש במשובים, נערכו ראיונות עם שלוש מורות עמיתות מתוכנית רוטשילד ויצמן. המורה הראשונה שנבחרה היא א', שציינה במשובים את העניין הרב שיש לה בהוראת המיומנות בכיתה, ואת יישומה של מיומנות זו בכיתה. א' ורבליה מאוד ובעלת מודעות ויכולת ניתוח טובה. מ' נבחרה לראיון בשל העניין הרב שגילתה במיומנות ועם זאת נראה היה במשובים וברפלקציה כי לא עשתה שימוש במיומנות בכיתה. גם מ' ורבליה ומנתחת תהליכים העוברים עליה. נ' נבחרה לראיון כוון שבמשובים וברפלקציה שכתבה, לא נראה היה שגילתה עניין במיומנות או בהוראתה המפורשת או בשימוש בה. גם נ' ורבליה ובעלת יכולת ניתוח טובה. הראיונות עם שלושת המורות-עמיתות היו ראיונות פתוחים, זאת על מנת על מנת להלך בין הטיפות, בניסיון למנוע רציה של המראיינת, שהיא גם חברה ללימודים של המורות המרואיינות. מטרת הראיונות היתה לבחון את יחסן של המורות לצורת ההוראה אליה נחשפו, את מידת היישום של המורות, ואת הסיבות ליישומה או לאי יישומה של המיומנות.

ראיונות:

ראיון עם א':

בראיון עם א', מורה מזה כתשע שנים, אשר בלטה באימוץ חידושים, נשאלה א': **"מה את חושבת בכלל על הוראה איך התקדמת בהוראה מה הופך אותך למורה יותר טובה?"** וענתה: "אני חושבת שתמיד יש מה ללמוד ומה לשפר. אחד הדברים החשובים בהוראה זה להתחדש ולראות איך אפשר לעשות דברים אחרת ולנסות אותם ולתקן. זהו בשביל זה אני פה. אני מרגישה שכל שנה, בלי קשר לתוכנית הלימודים, אני משתפרת, וכל שנה יותר טובה מהקודמת, וחלק מזה זה ניסיון, וחלק מזה זה... ניסיון מאוד חשוב, שאת יודעת במה התלמידים מתקשים מלכתחילה, וישר את יודעת איפה ללחוץ, וגם אופי כזה של לנסות דברים חדשים, זה חלק מהעניין. **"ולשאלה: איזה דברים נגיד חדשים התנסית בהם בהוראה בשנים האחרונות בשנה שנתיים האחרונות?"** היא מזכירה מספר דברים ומציינת גם: **"ובשנה האחרונה יש יותר דגש בעקבות הלימודים. יש יותר דברים שאני יותר מתקנת אותם. עד עכשיו היית כותבת להם "חסר" במבחן, והייתי אומרת להם מה חסר. לפעמים הייתי בשיעור של החזרת המבחנים אני יגיד איך עונים נכון, והיום למנוע את זה, זאת אומרת, כלומר, כל הקטע הזה של מלכתחילה, בעקבות מה שאת נתת דגש, איך לחשוב בצורה תהליכית. וכאילו, היום אני יותר שמה לב שאם אני שואלת שאלה בכיתה, ואני רואה מישהו שהוא טועה אז אם בעבר פחות - אוקיי הוא הבין, לא משנה איך שהוא ניסח - אז היום, זה היום, שיעור אחרון שעשיתי, אגב, פעם ראשונה, אני עוצרת ושואלת: טוב בואו תגידו: מה חסר בתשובה, איך שהוא ניסח, מה דעתכם על איך שהוא עונה? מה חסר בתשובה? מה דעתכם על התשובה? האם זו תשובה מלאה, או לא מלאה? מה חסר?" את יכולה לפרט לי, כדי שאני אבין במה מדובר, אם את זוכרת? ... [חושבת] בידים. נושא של זרימת הדם וויסות הדם לאברים שונים בזמנים שונים. אז שאלתי: "מה היתרון?" ואז אחד התלמידים אמר: "כי כך האיבר יקבל יהיה לו יותר אנרגיה. ברגע שיש מאמץ קשה, אז יותר דם מגיע לשלד עכשיו מאשר בזמן מנוחה כי אז אותו איבר צריך לתפקד יותר טוב". אז אמרתי: "אוקיי. קודם כל אני רואה שאתה מבין, וזה יפה. בסדר, אני רואה שאתה באמת מבין, אבל השאלה היא אם משהו חסר בתשובה שלך?" ופתחתי את זה לכולם: "מה חסר?" אז הם התחילו לתת רעיונות, ובעצם מה שחסר זה הקשר, זאת אומרת, מה הקשר**

בין זה שדם זורם לשם, לבין זה שיש שמה יותר אנרגיה, איך זה קפץ מזה לזה? וזה משהו שעשיתי פעם ראשונה עכשיו השנה בעקבות אה... אז זהו" **"בעקבות מה? אם תוכלי לפרט קצת?"** "בעקבות מה שאת אמרת. כל הסיפור הזה של חשיבה תכליתית ותהליכית. כלומר, זה משהו שנמצא בנו תמיד, אבל עד עכשיו תמיד בדקתי את זה במבחנים, זאת אומרת, הייתי אומרת אתה לא מנסח את זה נכון. יודעים את זה מבינים את זה, מגיע המבחן ואז אתה אומר: "הוא יודע את התשובה למה הוא לא כותב?" ז"א: "למה הוא לא מציין את זה?" והם סתם מאבדים ניקוד. חלק בגלל שהם לא יודעים את הקשר, וחלק מזה בגלל שהם יודעים אבל זה נראה להם מובן מאליו, אז הם לא מציינים אותו. אז בכלל להגיד שכל דבר, איזושהו תהליך מסויים... וגם הניסוח שזה קורה כדי, כדי שיהיה יותר אנרגיה אז גם כן מבחינה זו... במהלך הלימוד, ולא אחרי שסיימנו ללמוד וכולם הבינו הגיע המבחן ואז: "בוא תחזור עכשיו ותראה איך אתה מנסח את זה אחרת"

א' מתייחסת בעיקר לנושא של רצף סיבות ותוצאות הדוק ולהתייחסות לרמת המיקרו: "ובעצם מה שחסר זה הקשר, זאת אומרת, מה הקשר בין זה שדם זורם לשם, לבין זה שיש שמה יותר אנרגיה". א' גם מתייחסת לחשיבה סיבתית מול חשיבה תכליתית: "וגם הניסוח שזה קורה **כדי, כדי** שיהיה יותר אנרגיה אז גם כן מבחינה זו... במהלך הלימוד, ולא אחרי שסיימנו ללמוד וכולם הבינו הגיע המבחן ואז: "בוא תחזור עכשיו ותראה איך אתה מנסח את זה אחרת". נראה כי א' מודעת היטב למקור השגיאות של תלמידיה. היא מנתחת את השגיאות ומציינת את מקורן (גם אם לא נתנה להם את השמות המופיעים בעבודה זו), והיא בוחרת להתייחס לשגיאות אלו בצורה מפורשת בכיתה בזמן אמת, כדי ללמד לענות נכון, ולא רק בדיעבד. אימוץ המיומנות מביא את א' לעשות שימוש במטלות הניתנות בכיתה לצרכי שיפור הביצועים, על פי עקרונות ה"ל" (הערכה לשם למידה). עם זאת, מעניין לציין כי א' אימצה רק חלק מצורת ההוראה. לשאלה: **"את גם מנסחת להם את הכללים ואיך אה..."** היא עונה: "לא, לא הגעתי לרמה כזו, כי זו שנתנה את התוכנית ואת ההסבר על נושא של חשיבה תהליכית ותכליתית אז ביקשתי ממנה שבאמת תיתן... אני לא כל כך יודעת איך להעביר את זה לתלמידים, לא עשיתי את זה בצורה המפורשת, חוץ מלהגיד מה ההבדל בין שניהם. אבל אני מרגישה שבאמת הייתי צריכה לעשות להם שיעור על זה, עם דוגמאות מהיום יום, ואין לי פשוט את האיד, אין לי את הזמן לחשוב על האיד. כאילו, לפני שאני קופצת הלאה, הייתי צריכה להסביר, להביא רעיון, דוגמה כללית כזו, כמו הדוגמה של הילד בבית הספר. לתת איזו דוגמה כללית כזו." **את מרגישה שהיית רוצה לעשות דבר כזה אבל את לא עושה אותו?** "אני לא עושה אותו" **למה בעצם?** "כי אני לא יודעת לעשות אותו. " **מה היה גורם לך לעשות אותו?** "אם היה לי איזושהי... נניח אם הייתי מקבלת מצגת להעביר לתלמידים. לתלמידים ולא למורים ולקחת מזה, ממש, מן שיעור מובנה כזה, של איך ללמד את הנושא הזה." ובהמשך: "שיעור שלם שיעור מובנה איך מתחילים? מה עושים?" וכן: "איך ללמד את זה בצורה מפורשת, עם כל הדוגמאות מהיום יום, ועם הסכמות האלו ותרשים הזרימה, וללמד אותם בכלל מה זה תרשים זרימה. אני כאילו מרגישה שאני לא יודעת איך... איך לעשות את זה, אז אני לא עושה. אז אני ישר עם הדוגמאות של הביולוגיה, ישר, כאילו, תוך כדי שיעור. אז אני בטוח מאבדת תלמידים, כי אם מישהו למשל שוחח עם, היה בדו שיח עם אותו תלמיד, לא יודעת מה, כי הוא לא הקשיב, כמו שלפעמים קורה לנו, שאנחנו לא מקשיבים שיעור שלם, אז הוא איבד את זה, אבל אם היה לי שיעור על זה, שיעור

שלם לכולם, ותרגול נגיד הייתי מביאה דפים ועוד יתרגלו, ואז זה הרבה יותר קל כי הוא היה מבין למה אני מתכוונת, הרבה יותר טוב למה אני מתכוונת."

א' מעידה על עצמה, כי היא רואה חשיבות בהוראה המפורשת של מיומנות הלמידה כשלעצמה, על פי עקרון ההרחבה של פרנקנשטיין. עם זאת, א' מציינת כי היא לא מיישמת זאת, ותולה זאת בכך שאינה יודעת כיצד לעשות זאת, ונדרשת למעשה לחומרים מוכנים שיאפשרו לה להתחיל מהם. בהמשך אומרת א': אני יודעת שאני יכולה לעשות את זה לבד, אבל סתם בא לי שיביאו לי. אני חושבת שאת, שיש משהו בזה שאת עושה את זה שנים, אז נראה לי יש לך את הכי הרבה ידע הכי הרבה דוגמאות". א' מבקשת למעשה, לקבל הנחיה שוליינית ממומחה בתחום, על מנת שתוכל להמשיך וליישם זאת בעצמה. היא גם מסבירה את החשיבות של הוראה מפורשת בקטע הבא: **"מה שאת אומרת זה שנדרש שיעור?"** "שיעור ממש בתחילת י' אחרי הפתיחה של גוף האדם מתחילים, בואו נעצור רגע בואו נלמד איך חושבים ביולוגיה, ואת זה אנחנו נשליך עד סוף י"ב, את הכלי שאני אתם לכם עכשיו, כי זה ממש כלי, אז ממש להעביר אותו שיעור של שעה ואחר כך לתרגל את זה, ומה שיקרה בהמשך, זה מידי פעם לחזור. כלומר, זה לא שפעם אחת עושים ומפסיקים, כי אחר כך, אני מניחה, שגם אם אני יעשה יותר, שיעור פתוח מפורש וזה, אני בטוחה שיהיו בעיות אחר כך, אבל לפחות יש לי למה לחזור, יש לי אפילו, אני יודעת, בתחילת י"א לרענן את זה בתחילת י"ב לרענן את זה, ואז יש משהו כזה שפותר אותי מהרבה בלגן אחר כך". א' גם מדגימה את חשיבות הכלי מהתנסותה האישית: "הזכרתי את זה השנה פעם ראשונה: ממש חשיבה תהליכית ותכליתית. בחיים לא אמרתי את זה מפורש. כאילו, זה היה יותר לתקן במבחנים, ואפילו להביא שאלה לכיתה, ולהגיד איך עונים עליה, גם עשיתי את זה לפני כן, אבל אף פעם לא אמרתי את המושגים האלה, וזה עושה סדר". א' נותנת תימוכין לצורך בחומרים זמינים, על מנת ליישם את המיומנות בהקבלת מצבה לזה של מורים אחרים: "אני חושבת שהדבר הזה מאוד מאוד חשוב, ואת ראית בכנס, שהרבה מורים התלהבו, ונראה לי שהרבה מורים לא ישתמשו בזה או שישתמשו בזה כמו שאני משתמשת בזה, תוך כדי שיעור... ונראה לי שהרבה מורים התלהבו, והרבה אמרו: "וואי איזה חשוב זה", תשאלו כמה מורים עשו את זה בכיתה? אף אחד. אני רציתי לעשות. הסתכלתי על המצגת ששלחת, ואמרתי: "רגע", וזכרתי שעשינו אצל יעל ומה זה התלהבו מהשיעור הזה ומהנושא, ופתחתי את המצגת ואמרתי: "רגע אבל זה מצגת למורים", וגם שלחתי לך, ביקשתי ממך: "תשלחי לי את המצגת לתלמידים", ואמרתי לי: "אין כזה". אז את מבינה? אז איך עושים? איך עושים שיעור... כזה. וברגע שיש כזה שיעור, ותעבירי את זה למורים, ותעבירי אותו למורים, אז ישתמשו בזה, וזה באמת משהו שיעבור. כי כולם חושבים שזה נכון, וכולם נתקלים בזה כשבודקים מבחנים, וכולם כותבות אחר כך "חסר" על זה, ומתבאסות שהם כותבים "כדי ש..." ". אני חושבת שכולם, כולם, ואנחנו לא יודעים כל כך איך לטפל בזה. אז הקטע קודם כל מודעות- זה אחלא. שתיים: תכלס, איך אני עכשיו מפנה את זה לתלמידים..."

למעשה, מבחינה א' בי מספר שלבים בתהליך רכישת מיומנות ההוראה המפורשת של חשיבה תהליכית: שלב השימוש במושגים בצורה מפורשת בכיתה: "הזכרתי את זה השנה פעם ראשונה: ממש חשיבה תהליכית ותכליתית..." ושלב הנחלת המושגים בשיעור המוקדש להנחלתם המפורשת. לגבי השימוש במושגים בצורה מפורשת, היא רואה את עצמה מתקדמת: "אז אם בעבר פחות... אז היום...אני עוצרת

ושואלת..." ואילו לגבי העברת שיעור מסודר על המונחים והכללים, על פי עקרון ההרחבה של פרנקנשטיין (ראו מבוא), היא אומרת: "לא, לא הגעתי לרמה כזו... אני מרגישה שבאמת הייתי צריכה לעשות להם שיעור על זה, עם דוגמאות מהיום יום, ואין לי פשוט את האיך, אין לי את הזמן לחשוב על האיך. כאילו, לפני שאני קופצת הלאה, הייתי צריכה להסביר, להביא רעיון, דוגמה כללית כזו, כמו הדוגמה של הילד בבית הספר. לתת איזו דוגמה כללית כזו...". בין הסיבות שהיא מונה לכך שלא עברה להוראה מפורשת של המונחים עצמם היא מונה את בעיית הזמן: "ואין לי פשוט את האיך, אין לי את הזמן לחשוב על האיך".

ראיון עם מ'

ראיון עם מ', מורה ותיקה. המשמשת כרכזת הביולוגיה בבית ספרה, ואשר התעניינה מאוד בצורת הוראה זו מעלה ממצאים משלימים לראיון שנערך עם א'. לשאלת השינויים שחלו בצורת ההוראה שלה ציינה מ' שינויים רבים, אף אחד מהם לא מתייחס למיומנות החשיבה התהליכית (הראיון במלואו מופיע בנספחים). כוון שכך הופנתה למ' שאלה המתייחסת ישירות לפער שבין העניין שהביעה במיומנות (כאשר ביקשה ממני פעמים מספר לבוא ולחשוף את צוות בית ספרה לכך) לבין חוסר הטמעתה בכיתה: "אני רוצה לשאול אותך בצורה ישירה: בזמנו ביקשת ממני מספר פעמים שאני אבוא לבית הספר לבוא ולתת את הקטע של חשיבה תהליכית. ממה שאני שומעת נכון לרגע זה יש לך המון המון דרכים ללמד, מאוד מגוונות, מאוד מעניינות. לא נשמע שאת הקטע של המיומנות הזאת הכנסת לכיתה. ורציתי לשאול אותך: א' למה ביקשת ממני? וב' למה את מרגישה שזה לא נכנס לכיתה, אם אני באמת מבינה נכון שזה לא נכנס לכיתה?"

לא רק שאני רואה שזה לא נכנס כיתה, אני אפילו רואה את זה בבחנים, גם אם אני כותבת להם נא להתייחס.... אין כמו שאת אומרת סיבתיות או כל מיני דברים מהסוג הזה. אני לא למדתי בדרך כזאת. אני הייתי מאוד רוצה שמישהו יבנה איתי איזה שהוא מערך כזה ויבוא איתי ויראה איך עשיתי את זה בכיתה, ממש ילווה אותי, כי אני חושבת שלי יש חוסר בלדעת איך להעביר את זה, ממש אני בעצמי לא יודעת איך.. איך עושים את זה?"

את אומרת: "אני לא משתמשת במיומנות של חשיבה תהליכית" וזה לא נכנס אצלך לכיתה כי את חושבת שאת צריכה יותר הנחיה פשוט?

אני חושבת שמה שתמיד הייתי עושה זה למשל בעזרת סכמת זרימה הייתי מראה להם: "אתם רואים זה חץ גורם לזה, חץ גורם לזה חץ גורם לזה", אבל אני לא באמת מבינה את זה כמו שאת הצגת בפנינו, שזה הרבה יותר מיוחד. אני לא יודעת איך לעשות את זה, אני צריכה פשוט לקחת דוגמאות של כמה שאלות ולראות איך שאת עושה את זה. לא העמקתי בזה עדיין, עוד לא נכנסתי לעובי הקורה של איך עושים זה, אבל זה משהו שמאוד מסקרן אותי, ואני חושבת שזאת מיומנות שאם הרבה מורים יוכלו לרכוש אותה, על ידי, שוב, לא הרצאה חד פעמית, אלא באמת על ידי איזושהו מספר הרצאות שבהם גם נתרגל את זה בעצמנו, אני חושבת זה ייתן איזושהי התבוננות מאוד חשובה לתלמיד, ולצורך אמתי שהוא צריך בשיעורים בביולוגיה. כי אני כל הזמן אומרת להורים שבאים ואומרים לי: "אני לא מבין מה הבעיה שילד בשלוש יחידות מתמטיקה יבוא לביולוגיה?", ואני כל הזמן אומרת להם: "אני רואה את הקושי שלהם כשאנחנו מגיעים לתהליכים... כאילו לדעת לקשר בין זה לזה לזה..."

מ' מעידה על עצמה כי היא רואה חשיבות בכלי: "אני חושבת זה ייתן איזושהי התבוננות מאוד חשובה לתלמיד, ולצורך אמתי שהוא צריך בשיעורים בביולוגיה. כי אני כל הזמן אומרת להורים שבאים ואומרים לי: "אני לא מבין מה הבעיה שילד בשלוש יחידות מתמטיקה יבוא לביולוגיה?", ואני כל הזמן אומרת להם: "אני רואה את הקושי שלהם כשאנחנו מגיעים לתהליכים... כאילו לדעת לקשר בין זה לזה לזה...". בד בבד היא מציינת כי לא הבינה את הכלי לגמרי: "אבל אני לא באמת מבינה את זה כמו שאת הצגת בפנינו, שזה הרבה יותר מיוחד. אני לא יודעת איך לעשות את זה, אני צריכה פשוט לקחת דוגמאות של כמה שאלות ולראות איך שאת עושה את זה. לא העמקתי בזה עדיין, עוד לא נכנסתי לעובי הקורה של איך עושים זה". בהמשך הראיון היא חוזרת על הדברים: "המיומנות של להסביר מבחינת תהליכים, וסיבתיות, ומקרו-מיקרו וכל הדברים שחשפת בפנינו, שאני אישית עוד קשה לי להפנים אותם, וקשה לי בטח ובטח להעביר אותם לצוות, וזה חשוב. שוב, אני רואה בזה משהו חשוב. **"למה זה חשוב?"** זה חשוב מפני שזו מיומנות, כמו שהסברתי מקודם, שאם מורה ידע להנחיל אותה, הוא יוכל להעניק את זה לילדים שזה לא בא להם באופן טבעי. זה כמו לשים משקפיים נוספות לתלמיד, לדעת איך להתבונן על תהליכים מורכבים יותר, על חיבור בין שאלות בעיקר שמחברות יותר מתהליך אחד."

כאשר היא נשאלת את השאלה המבולבלת מעט: **"את אומרת שזה נראה לך חשוב, שזה יכול לתת לתלמידים שאין להם את זה את הכלים, את שמעת את זה לא מעט השנה ובכל זאת את לא עושה בזה שימוש, ורצית לשאול מה יגרום לך ל... או מה יהפוך את זה ליישומי? ולמה לבוא לצוות? אולי גם הם יגידו זה חשוב, אבל זה לא יקרה, כלומר זה לא יגיע לכיתה. האם לדעתך חשוב שזה יגיע לכיתה, ואם כן מה היה גורם לזה להגיע לכיתה?"** היא עונה:

"זה חשוב שזה יהיה בכיתה... זה ישתרש רק אם המורה לא יקשיב, [כמונו ש] אנחנו רק הקשבנו ולכן לא יכולתי לקחת את זה. אנחנו צריכים לעבור תהליך של הבניית ידע בעצמנו. זאת אומרת: ממש לעבור סידרה, בתחילה נגיד הרצאה פרונטלית, שבה את מסבירה את הקונספט מה זה אומר, ואחר כך ממש לתת לנו לעבור את זה בעצמנו, לראות..."

מה זה לעבור את זה בעצמנו?

"תני לי שאלה ותגיד לי איך את לעשות את זה, ותגיד לי איך את עושה את זה, ולמה את עושה את זה ככה ואפשר לעשות את זה ככה. אני עכשיו התלמיד, ותעבירי את זה ממש עלי, פיזית, תראי לי מה לעשות, להקשיב לזה - זה לא ממש לעבור. זה כמו ללמוד סריגה ביוטיוב וללמוד סריגה שמישהו יושב לידך ומראה לך, ממש עושה לך עם היד: איך משחילים את העין ומחזיק לך את היד ומראה לך איך מכניסים את העין, את מבינה למה אני מתכוונת? יש כאלו שיכולים ללמוד סריגה מהיוטיוב ולומדים סריגה. אני לא. אני צריכה משהו שיש לידי ויראה לי ממש: "הנה פה את מכניסה את העין ופה את מכניסה ... וככה את סורגת. את מבינה?" זה הבדל משמעותי. והרבה מורים, בגלל שזה תהליך כל כך מורכב, הם חייבים את ה-Scaffolding הזה, ממש זה כמו לתת פיגומים, ולא להקשיב להרצאה להגיד: "וואו הנושא הזה מעניין אותי ואני הולכת לעשות אותו". זה מאוד קשה" **שאני יביא שאלה ואגיד מה**

פה רמת המיקרו ומה זה רמת המקרו?"

"כן. לא!! תעשו לבד עכשיו, ועכשיו תנתחו את זה"

"תענו על השאלה?"

ואחר כך לנתח את התשובות?

בדיוק, לראות דרגות שונות ולכן את רוצה להוביל כל אחד, ממש לעבור את השלבים האלו עד אני שאני לא אעבור"

כמו תלמידים?

"ממש, כן. יש הרבה סדנאות כאלו שנותנים למורים לעבור את החוויה בעצמם. כשהם עוברים את החוויה בעצמם זה לא כמו לשמוע על. זה ההבדל. וזה תהליך שאתה חייב לעבור אותו בעצמך. ורק כשאתה תעבור אותו בעצמך אתה תתחבר אליו לא רק ברציונל שלו, אלא באמת תוכל לאמץ אותו, ככה אני מרגישה לפחות

- את אומרת ש: "אני למעשה הייתי רוצה שילמדו אותי שיעור ביולוגיה עם השיטה הזו, או כמה שיעורים?"

נכון

- לא שילמדו אותי את השיטה, אלא שלומדים שיעור ביולוגיה עם השיטה הזאת, ושאיני יתנסה בה? נכון,

- ושאיני אלמד כמו שאני לומדת בשיעור, ושאתנסה בזה כמו תלמידה בשיעור?

בדיוק, בדיוק, אם אני אקח סתם מערכת מסוימת ואלמד בשיטה הזאת, אני יעשה בהתחלה, אני מתארת לעצמי, לקחת את המערכת הזאת ולעשות אותו דבר בכיתה, לראות מה אני מצליחה לעשות מתוך זה, ואם אני אראה שזה הולך לי טוב והתלמידים שלי למדו מזה אני בטוחה שאני יעשה את אותו קונספט על עוד מערכת, אבל אני צריכה

- א' (חברה שהצטרפה וישבה עמנו): אז את יכולה אם כך לצפות,

לא, זה בדיוק העניין, שאני לא רוצה לצפות. אני רוצה בעצמי, שאני יהפוך להיות התלמידה לשיעור מסוים, אני יהפוך להיות זו שעושה את זה, ואין ערך לצפות. רק אחרי שאני יעבור את זה בעצמי, ככה אני מרגישה לפחות. לא יכול להיות ששנתיים אני שומעת אותך ואני לא לוקחת את זה, משהו מוזר לי, וכל הזמן אני אומרת לך: "זה קשה לי תבואי את", למה אני אומרת את זה? כנראה שאני לא מצליחה לעשות את זה בעצמי.

- הבנתי. עכשיו תגידי לי, זו מיומנות די מורכבת יש בה הרבה חלקים הרבה מרכיבים: יש את המקור מיקרו, יש בה בכלל את הזמן – ציר הזמן מה קודם למה רצף הסיבות והתוצאות, יש את הקטע הזה ללחשוב אחורה בזמן סיבתי ולא קדימה בזמן את הסיבתי תכליתי שאם שואלים אותך מה גרם לזה אז אתה הולך אחורה בזמן ולא אומר למה זה טובל אלא, יש לזה כמה אלמנטים לתוך ה ומן הסתם הם לא נכנסים בשיעור אחד. אפשר בשיעור אחד להכניס את האלמנט הזה ובעוד שיעור את האלמנט הזה יכול להיות שגם כל מיני אלמנטים נלמדים ומקדישים להם זמן בכלל ללמוד אותם. אז איך מתמודדים עם דבר כזה? אולי לצמצם ולתת רק חלק מן המיומנות? איזה חלק הוא החלק החשוב בעינייך ואולי לעשות את זה לאורך זמן? מה את מציעה?

תראי, אני אתן לך דוגמה שאספר לך עכשיו. לפני שבועיים היתה בחינה בבגרות במעבדה בביולוגיה 5 יחידות, ובגלל שאני רכזת נשארתי להשגיח שהכל בסדר. והנה יצא תלמיד שמסר ראשון, אז לקחתי את

המחברת שלו להסתכל לראות מה הוא עשה. והתלמיד הזה לומד במקביל גם ביולוגיה וגם ביוטכנולוגיה. המעבדה עסקה באנזימים ובנשימה תאית שזה נושא שמופיעים בשניהם, נושאים שלומדים גם וגם. וזה דברים שנלמדים גם בביולוגיה וגם בביוטכנולוגיה שזה נושאים מקבילים בחלקם, והוא למד במקביל בתקופה הזו בשלוש השנים הללו אצל ארבעה מורים לא, חמישה מורים שונים. שלושה בביולוגיה ושניים בביוטכנולוגיה. ואת רואה שבכל התשובות שבהן צריך להסביר - אין הסבר, אין הסבר לילד הזה. זה ילד שלא יעבור יותר משמונים את הבחינת בגרות, כי לאורך כל השנים הללו לא לימדו אותו את הטכניקה להתבונן איך... והוא לא ילד טיפש, משהו שצמר לי, אני רואה את זה ואני רואה את זה אצל הרבה מאוד תלמידים

- ומה הפתרון לזה?

הפתרון הוא ממש, אני אומרת עוד הפעם, זה צורך של הרבה מאוד מורים לדעת לתת לתלמיד את המיומנות הזו של לדעת להתבונן, ולא להגיד אור חסר אז אין פוטנציאל, אלא ממש להסביר למה? מה הוא עושה. איפה זה קורה. כל הזמן חסר ה'למה' וה'איך', יש: "כי זה ככה". ואני רואה את זה אצל הרבה תלמידים גם אצל מורים אחרים.

- טוב, יש משהו שאת רוצה להוסיף?

- א': יש משהו שהיית רוצה שאני אשאל אותך? ככה נגמרת בחינת הביוחקר בעל פה.

- משהו שהיית רוצה שאני אשאל אותך?

אני חושבת שמה שמחזק את מה שאני אומרת, זה אחת המורות אצלי בצוות שעשתה הסבת מקצוע, אחרי שיש לה תואר שני והיא היתה חוקרת, והגיעה עם המון ידע, ושמעה הרצאה שלך בנתניה במחוז נתניה, והיא אמרה: "הרצאה מאלפת, אבל איך עושים את זה? אני לא יודעת איך עושים את זה". וזה רק מחזק את זה, שאני - אוקיי, אני כזאת, קשה לי, אני לא מבינה את זה, וזה הבאג אצלי. אבל, אני רואה את זה אצל עוד הרבה אנשים ממש ממש. וזה בדיוק העניין, שזה לא רק ספר איך סורגים, זה ממש ככה, ואם תזכרי את הדוגמה הזאתי

- א': טוב, מה? אבל היא לא יכולה לבוא לכל המורים בארץ ולהעביר להם שיעור ביולוגיה

למה. יש אהה... זה במסגרת השתלמות מחוזית, עושים

- א': מה היא תעביר להם שיעור ביולוגיה??

כן, כן, ממש עושים את זה בצורה כזו. איך למדנו ביוחקר? למדנו הרצאה אחת על מה זה ביוחקר? לא. אני לא יודעת איך אתם... אנחנו מחוז חיפה ישבו עשינו את זה, ישבנו ניתחנו מבוא... עשינו ביוחקר, וממש ניתחנו את המבוא מה חסר, מה לא טוב בשאלת המחקר, מה חסר לו ב...ממש, לקחנו עבודה וניתחנו אותה אחד לאחד, כל שלב, כל שלב, מה אתם חושבים שפה לא בסדר, בואו נראה, הנה פה סגנון אחר, ממש, וזה עזר המון אם לא עוברים את השלב הזה, אם זה לא עושים את הבחינת הידע הזו אצלך אתה לא יכול, זה כמו ללמוד לעשות בלונים ביוטיוב

לא בכדי הובא חלק זה הריאיון במלואו. חלק זה בראיון מביא ביקורת נוקבת על חשיבתה של המראיינת לגבי הדרך שבה עובר מורה תהליך, והצעה מסודרת לדרך שבה מ' רואה את עצמה לומדת.

ניתן לחלק את ממצאי הריאיון כולו לשניים. בחלקו הראשון של הריאיון מ' מתבטאת לגבי חשיבות הקניית המיומנות, וניכר כי היא חושבת שלמיומנות זו יש חשיבות בעיקר אצל תלמידים חלשים: "אתה

רואה שלאורך השנים ילדים שפורשים או ילדים שפחות מצליחים, זה בעיקר ילדים עם קושי בלהתנסח בעיקר בשאלות הפתוחות, ועם קושי להבין תהליכים מורכבים" ואחר כך: "הצורך הזה של התלמידים שצריכים מיומנויות יותר מפורטות, כמו שהסברנו כרגע, הסבר של תהליכים, הסבר של איך נגישים לשאלה איך מנתחים אותה". למרות שהיא מייחסת את הצורך הזה לתלמידים חלשים בעיקר, היא מתארת את הקושי גם אצל תלמידים חזקים יותר: "והנה יצא תלמיד שמסר ראשון, אז לקחתי את המחברת שלו להסתכל לראות מה הוא עשה...ואת רואה שבכל התשובות שבהן צריך להסביר - אין הסבר, אין הסבר לילד הזה. זה ילד שלא יעבור יותר משמונים את הבחינת בגרות, כי לאורך כל השנים הללו לא לימדו אותו את הטכניקה להתבונן איך... והוא לא ילד טיפש, משהו שצריך לי, אני רואה את זה ואני רואה את זה אצל הרבה מאוד תלמידים". ולשאלה: "ומה הפתרון לזה?" היא עונה: "הפתרון הוא ממש, אני אומרת עוד הפעם, זה צורך של הרבה מאוד מורים לדעת לתת לתלמיד את המיומנות הזו של לדעת להתבונן, ולא להגיד אור חסר אז אין פוטנציאל, אלא ממש להסביר למה? מה הוא עושה. איפה זה קורה."

בחלקו השני של הריאיון מתארת מ' כיצד היתה לומדת ליישם את הדברים: "אני לא למדתי בדרך כזאת. אני הייתי מאוד רוצה שמישהו יבנה איתי איזה שהוא מערך כזה ויבוא איתי ויראה איך עשיתי את זה בכיתה, ממש ילווה אותי, כי אני חושבת שלי יש חוסר בלדעת איך להעביר את זה, ממש אני בעצמי לא יודעת איך.. איך עושים את זה?". בחלקו השני של הריאיון מנתחת מ' בצורה בהירה וקולחת את התנאים הנחוצים, לדעתה, על מנת שמורים יוכלו ליישם את המיומנות: "זה ישתרש רק אם המורה לא יקשיב, אנחנו רק הקשבנו ולכן לא יכולתי לקחת את זה. אנחנו צריכים לעבור תהליך של הבניית ידע בעצמנו", וכאן מפרטת מ' את צורת ההוראה השוללינית, על פי הגישה הקונסטרוקטיביסטית של ויגוצקי, אחת לאחת, תוך שהיא מסתייעת בניתוח תהליך אחר שעברה (חשיפה לעבודות הביוחקר). מ' מבקשת חניכה מסודרת: בתחילה לקבל הסבר רקע: "זאת אומרת: ממש לעבור סידרה, בתחילה נגיד הרצאה פרונטלית, שבה את מסבירה את הקונספט מה זה אומר" ואחריה התנסות ראשונית: "ואחר כך ממש לתת לנו לעבור את זה בעצמנו, לראות...תני לי שאלה ותגידי לי איך את לעשות את זה, ותגידי לי איך את עושה את זה, ולמה את עושה את זה ככה ואפשר לעשות את זה ככה". שלב זה הוא הדגמה של הרקע שהועבר קודם לכן על דוגמה יד ביד. ובשלב הבא היא ממשיכה: "תעשו לבד עכשיו, ועכשיו תנתחו את זה...לראות דרגות שונות ולכן את רוצה להוביל כל אחד". כלומר בשלב שלישי לתת למורים לנסות לבצע מטלה על פי העקרונות הללו בעצמם ולנתח את מה שביצעו. אחר כך היא מעידה על עצמה שתעשה את אותו הדבר, הפעם לבדה, בכיתה: "בהתחלה, אני מתארת לעצמי, לקחת את המערכת הזאת ולעשות אותו דבר בכיתה, לראות מה אני מצליחה לעשות מתוך זה", ורק אחר כך היא אומרת, אם תהיה חוויית הצלחה היא תמשיך הלאה: "ואם אני אראה שזה הולך לי טוב והתלמידים שלי למדו מזה אני בטוחה שאני יעשה את אותו קונספט על עוד מערכת". בכך פורטת מ' אחת לאחת את צורת ההוראה הנכונה עבורה. יש לציין כי צורת הוראה זו תואמת לא במעט גם את עקרונותיו של פרנקנשטיין ואת השוליינות של ויגוצקי גם יחד: הוראה מפורשת, מסבירה את העקרון בתחילה, מדגימה אותו, ואחר כך מתרגלת אותו. מתן עצמאות ללומד בתחילה בדוגמה שכבר התנסה בה ("את אותו שיעור") ואחר כך לאפשר לו להתנסות במקרה חדש ממש. מ' מביאה לדעתה גם סימוכין מניסיון קודם שלה בלימוד

בעקרונות לעבודת הביוחקר. לימוד זה נעשה בצורה שתיארה: "איך למדנו ביוחקר? למדנו הרצאה אחת על מה זה ביוחקר? לא. אני לא יודעת איך אתם... אנחנו מחוץ חיפה ישבו עשינו את זה, ישבנו ניתחנו מבוא... עשינו ביוחקר, וממש ניתחנו את המבוא מה חסר, מה לא טוב בשאלת המחקר, מה חסר לו ב...ממש, לקחנו עבודה וניתחנו אותה אחד לאחד, כל שלב, כל שלב, מה אתם חושבים שפה לא בסדר, בואו נראה, הנה פה סגנון אחר, ממש, וזה עוזר המון". דווקא בשל הקשיים שחוותה, מאירה מ' בצורה מפתיעה את עיני המראיינת לגבי דרך ההנחלה הנכונה בעיניה. המראיינת המופתעת, חוזרת שוב ושוב ומוודאת שהיא מבינה נכונה את דבריה של מ' על ידי זה שהיא חוזרת במילותיה שלה על דבריה של מ' ומוודאת שהבינה נכונה: "שתענו על השאלה? ואחר כך לנתח את התשובות? כמו תלמידים? לא שילמדו אותי את השיטה, אלא שלומדים שיעור ביולוגיה עם השיטה הזאת, ושאני יתנסה בה?" בראיון מתארת מ' את דרך החשיפה האידיאלית בעיניה לצרכי יישום צורת ההוראה. מ' מביאה גם עדות מחברתה ששמעה את ההרצאה בהשתלמות מורים, כדי לחזק את דבריה: "אחת המורות אצלי בצוות שעשתה הסבת מקצוע, אחרי שיש לה תואר שני והיא היתה חוקרת, והגיעה עם המון ידע, ושמעה הרצאה שלך בנתניה, במחוז נתניה, והיא אמרה: "הרצאה מאלפת, אבל איך עושים את זה? אני לא יודעת איך עושים את זה", והיא ממשילה את למידת שיטת הוראה חדשה ללימוד סריגה, דבר הדורש הנחיה וחונכות. דבריה של מ' מזכירים את הסיוע שביקשה א', אם כי ניתן להתרשם כי מ' נמנעה מלעשות שימוש במונחים ובמיומנות כולה, ואילו א' עברה לעשות שימוש במונחים ובמיומנות, אבל מתחבטת בדרך להעביר את המיומנות בצורה מפורשת בשיעור מקדים לתלמידה.

ראיון עם נ'

הראיון האחרון נערך עם נ'. חלק מן הראיון עם נ' נעשה על המחשב, כאשר אנו יושבות זו לצד זו וכותבות לסירוגין. חלקו האחרון של הראיון נעשה בעל פה ושוכתב. נ' היא מורה מנוסה לביולוגיה ולביוטכנולוגיה. נ' משמשת כרכזת מקצועות המדע בבית הספר בו היא מלמדת.

אילו שינויים חלו בהוראתך בשנתיים האחרונות?

אני חושבת, שבארבע שנים הראשונות של ההוראה שלי העמקתי בעיקר במאמצים "לשלוט" בכיתה, וללמוד לעומק שיטות הוראה בסיסיות. לאחר מכן, לימדתי עוד שנתיים-שלוש בדרך שבניתי לי. כשהגעתי לתוכנית, הרגשתי שאני שוקעת בבז' של רוטינה של הוראה. התוכנית הביאה לי ריענון מאוד מאוד משמעותי – גם מבחינת קשר עם מורים אחרים, וגם מבחינת שיטות הוראה. מה שבטוח – בשנתיים האחרונות אני מרגישה "הרפתקנית" מבחינת התנסות בדברים חדשים. זהו, לדעתי, השינוי העיקרי מבחינה אישית. אני מנסה את העבודות של חברות בקבוצה בבכיתה שלי (יומן למידה, לדוגמא, ואת המצגות של הוראה מפורשת). אני מאמצת לי רעיונות שלמדתי באופן תיאורטי יותר, כמו למידה משותפת ושיטת SBF.

עוד משהו מאוד חשוב – זהו בכלל הרעיון של "לשחרר" את התלמידים מההוראה שלי. אני חושבת, שזו בעיה מאוד קשה, שהתבטאה אצלי בעיקר בעבודה עצמית של תלמידים: בפרוייקט ביוטק ובמעבדה. באמת, הייתי תמיד מאוכזבת מתלמידים שפתאום, לאחר המון זמן של למידה, מיליון מעבדות וטונה של שעות מושקעות – התלמידים מגמגמים ו"שוכחים" את כל מה שהם (כביכול) למדו.

אחרי שהפניתי את התיסכול לרונית וגילת, קיבלתי שיעור מלא בשיטת ה"שוליינות". השנה גם ניסיתי אותה. אני לא יכולה להגיד, שבאופן מלא הצלחתי לשנות את ההוראה שלי, אבל לפחות הבאתי את עצמי לתחושה, שאני לא חייבת להיות צמודה ומודבקת לכל תלמיד בעבודה שלו. שנה שלמה הכרחתי את עצמי לא להצמד. אפילו לצאת ממעבדה בזמן ניסוי. להגיד לתלמידים "תנסה, תחשוב, נראה מה יצא", "לא יודעת, נראה איך ילך", "תנסה לבד", "תחשוב שאני לא פה". מבחינתי, זה השינוי האדיר.

את מציינת פה שני שינויים מאוד שונים בעיני שרכזת לעצמך: מחד השינוי המרכזי הוא הפניית הזרקור לעבודה עצמית של התלמיד ומאידך ציינת בצורה שולית יותר שימוש בהוראה מפורשת. האם את רואה בשתי השיטות סתירה? האם את משלבת ביניהן? למה את קוראת הוראה מפורשת? האם תוכלי להביא גם דוגמה כדי שזה יהיה ברור יותר?

אני לא חושבת שיש סתירה. אלה שתי שיטות המשלימות אחת את השניה. אי אפשר לתת לתלמיד ללמוד לבד בלמידה עצמית בלי להכין אותו לפני כן, בלי לתת לו כלי איך ללמוד. אולי, כך הלמידה לא ממש "עצמית", אבל לדעתי, כך היא היעילה ביותר. בכיתה י', בייחוד בהתחלה, הם לומדים מיומנויות. ורק אחרי זה – הם יכולים להיות עצמאיים. מה שכן – יש תלמידים, שיש להם קושי לעבור מהלמידה המפורשת ללמידה עצמית. הם לא רגילים, זה זר להם, זה לא מתאים לחלק מהם, הם מבקשים "תכתיבי" ו"איפה החומר באמת?". גם בשלב הזה יש צורך לעשות סוג של העברה משיטה לשיטה, כאשר שתיהן משולבות. עדיין לא הגעתי ליצור לעצמי דרך מיוחדת לעשות זאת באופן חלק, והתלמידים גם אמרו בראיונות שלהם ש"זרקת אותנו למים". אני חושבת, שזו המשימה שלי לשנה הבאה.

למה את קוראת הוראה מפורשת? את יכולה בבקשה קצת לפרט אולי להדגים?

שאלה מצויינת. ברור שזו לא הוראה מפורשת כמו שלך. אבל התחלתי (בעיקר בהשפעתך) ללמד מיומנויות. ממש קריאת גרף, קריאת טבלה, בנייה של תרשימי זרימה. אומנם אני מקשרת אותם חזק מאוד לתחומי הלמידה, והם לא "תלושים" וכלליים, אבל זה סוג של למידה מאוד מאוד מונחית: גם מבחינה תוכנית, וגם מבחינה של מיומנויות. אולי, מבחינתי, זה יצירה בכוח של סכמות חשיבה.

תוכלי קצת לפרט מה את עושה?

אני אתן לך דוגמא של שיעור של הוראת גרפים. כי עשיתי אותו גם בכיתה ט' שלימדתי השנה, וגם בכיתה י' וגם ביא' (וקצת ביב', כי הם כבר חכמים ©). בכיתה ט', שלמרות שלמדו כבר שנתיים בחט"ב, ראיתי שממש אין מיומנות קריאת גרפים. ראיתי את זה כשציירתי להם גרף מאוד פשוט של פירוק חומרים במערכת העיכול על הלוח (ציר X הוא "תחנות" במערכת העיכול, וציר Y הוא כמות החומר, כאשר הדגמתי את זה על עמילן). שאלתי את התלמידים שאלה פשוטה – מתי מתחיל להתפרק עמילן (באיזו "תחנה" במערכת העיכול), ולהסביר מדוע זה קורה. התלמידים לא הבינו כלל מהגרף שהעמילן מתפרק. אמרתי לעצמי, שאם כך, אין לי ברירה – אני צריכה ללמד אותם לקרוא גרף. את רצף השיעורים שעסקו בזה התחלתי בכותרת גדולה "קריאת גרפים" על הלוח, ושאלה המופנית לתלמידים "היכן אתם פוגשים גרפים?", כאשר היו המון תשובות העוסקות דווקא בתחום הפירסום והמדיה. מתוך כך עלה הצורך לשאול "אז הגרפים זה חשוב? האם זה חשוב לצרכנים? מדוע?" ושוב, התלמידים העלו המון צרכים ומדוע יש חשיבות לכך.

אמרתי "אז היום מתחילים ללמוד איך עושים גרף". ציינתי את המרכיבים החשובים ביותר: צירים, כותרת וכותרות צירים.

התייחסתי ליחידות וחשיבותן: נתתי כדוגמא שני גרפים של גידול חיידקים – עם מספרים רגילים ומספרים לוגריתמיים. ביקשתי לתת לי דוגמאות עם צירים שונים, ובאופן מפתיע קיבלתי שלל תשובות – לגבי בדיקות דם, כספים, ציונים, אחוזים ועוד.

בשיעור הבא הראיתי את המצגת ששלחת לי, שלדעתי, היא נפלאה, בייחוד בגלל ברמת הפירוט שלה, ובגלל שהיא מאוד מאוד מתייחסת לכל הדברים החשובים. ניתחנו אותה. נתתי לתלמידים עבודה לבית – למצוא לי מהעיתונות (והאינטרנט) שלושה גרפים שונים, כאשר לכל גרף צריך לכתוב כותרת, לציין מהן כותרות הצירים ומה היחידות. משהו מעבר להוראה שלי – התלמידים גם היו צריכים לכתוב מהי מסקנתם מהגרף. אני חושבת, שבקשה למסקנה הייתה קצת מוקדמת לחלק מהתלמידים. רובם (כיתה מדעית, בכל זאת) הצליחו, אך חלק מהתלמידים התקשו מאוד.

לאחר מכן היו 2 שיעורים עוקבים עם דוגמאות של גרפים – נתתי דוגמאות הקשורות למזון ולמערכת העיכול, כמו כן דוגמאות של בדיקות דם עוקבות. הניתוח נעשה בדיון כיתתי, ועבודה כאילו עצמית של התלמידים בכיתה. הייתי מאוד צמודה ועברתי בין התלמידים תוך תיקון הטעויות שלהם. חזרנו לנושא הגרפים כל 2-3 שיעורים, באיזושהי דוגמא.

לשימחתי, במבחן מפמ"ר, כ-90% מהתלמידים ענו באופן מלא ונכון על שאלות גרפים...

מה שאת מתארת מאוד יפה הוא באמת דוגמה להוראה מפורשת כולל עקרון ההרחבה של פרנקנשטיין (הרחבה לגרפים בתחומים נוספים)

אני לא יודעת מה זה

(הסבר קצר)

לא ידעתי שאני עושה את זה

אבל עשית את זה מאוד יפה

כן, כי זה בעיקר מה שהם העלו

בסדר אבל שהרחבת איתם, וגם אחר כך חזרת למיומנות שלימדת דרך דוגמאות שונות שוב ושוב "כל

2-3 שיעורים" כפי שכתבת, ותרגלת למעשה שוב ושוב את המיומנויות שזה ממש הוראה מפורשת

והדרכה ותרגול שלה (מעין שוליינות קוגניטיבית). מה את חושבת הביא אותך לשימוש בצורת ההוראה

הזו לגבי גרפים? אילו גורמים עוררו אותך אליה?

האם גם בעבר לימדת בצורה שכזו?

צורך. אני רואה שנה אחרי שנה, שלתלמידים לא "נופל אסימון" עם גרפים, עד שלב מאוחר מאוד (בערך סוף יא-תחילת יב) כשהם פשוט נאלצים לעשות גרפים בביוטכנולוגיה ובביולוגיה (בייחוד ביוטופ, מעבדה, ביוטק, ביוחקר). חשבתי הרבה זמן, שזה סוג של התקדמות קוגניטיבית שהם צריכים לעבור, אולי למידה עצמית (תמיד הייתי אומרת "עד שהם לא יושבים כמה שעות עם אקסל, זה לא יהיה ברור להם" למורים בביולוגיה). אחרי זה ראיתי, שצריך בכל זאת חשוב: קודם כל, יש דברים שלא הצלחתי להסביר בלי גרף בכיתה. שנית בכל זאת, מבחן המפמ"ר עם הדרישות שלו. ושלישית... דיברנו על זה בקבוצה שלנו.

החלטתי לנסות, בייחוד שהיה לי זמן בכיתה (כיתה טובה, עברנו מהר את החומר התיאורטי), והתלמידים היו "בעונש" ולא הכנסתי אותם למעבדה. החלטתי, שזה בדיוק הזמן לתת להם משהו שאף פעם לא ניסיתי, ולראות איך מתקדמים.

יצא, דרך אגב, מעולה, לכן נתתי גם בכיתות י' ויא' את אותה המצגת (למרות שממש לא היה לי זמן לזה), וגם העברתי אותה למורות הביולוגיה בצוות, והן השתמשו בה בכיתות יב', לקראת בגרות מעבדה. לא, בעבר לא לימדתי את זה. מאיזו סיבה... קשה לי להגדיר אותה במדויק.

שאלה אחרונה:מתי דיברנו על זה בקבוצה?

אני לא זוכרת מתי זה היה. כי שלחת לי את זה כבר לפני שנה

נראה שנ' מבינה היטב את יתרונות ההוראה המפורשת, ורואה בהם שלב חשוב בהפיכת התלמיד ללומד עצמאי: "אי אפשר לתת לתלמיד ללמוד לבד בלמידה עצמית בלי להכין אותו לפני כן, בלי לתת לו כלי איך ללמוד. אולי, כך הלמידה לא ממש "עצמית", אבל לדעתי, כך היא היעילה ביותר. בכיתה י', בייחוד בהתחלה, הם לומדים מיומנויות. ורק אחרי זה – הם יכולים להיות עצמאיים." ואחר כך מנמקת: "אולי, מבחינתי, זה יצירה בכוח של סכמות חשיבה." שאלת ה'למה' (למה ללמד בצורה מפורשת אסטרטגיות למידה) ברורה לנ' לגמרי. נ' מעידה על עצמה כי החשיפה לדרך ההוראה המפורשת גרמה לה להיות מפורשת יותר בהוראה: "התחלתי (בעיקר בהשפעתך) ללמד מיומנויות. ממש קריאת גרף, קריאת טבלה, בנייה של תרשימי זרימה. אומנם אני מקשרת אותם חזק מאוד לתחומי הלמידה, והם לא "תלושים" וכלליים, אבל זה סוג של למידה מאוד מאוד מונחית: גם מבחינה תוכנית, וגם מבחינה של מיומנויות." באמירתה: "אומנם אני מקשרת אותם מאוד לתחומי הלמידה, והם לא תלושים וכלליים" היא מביעה ביקורת על דרך ההוראה אליה נחפשה, ומבטאת את הדרך האישית בה בחרה להעביר את הנושא³⁹. ביקורת זו מעידה כי נ' מרגישה בטוחה כבר בדרך היישום שלה ומסוגלת להגן עליה ולנמקה. נ' מתייחסת בעיקר דווקא למיומנות קריאת גרף, אותה הזכרתי בהקשר כלשהו באחד השיעורים. בעקבות שיעור זה הראיתי לנ' מצגת בנושא וקצת הסברתי מה יש בה, ושלחתי לה אותה במייל. מדבריה של נ' ניתן להתרשם כי מיומנות קריאת ויצירת הגרפים היא המיומנות המרכזית שאומצה על ידה, כפי הדבר בא לידי ביטוי בהתמקדות שלה במיומנות זו דווקא במהלך בראיון. נראה כי הצורך האישי של המורה הוא קריטי בקביעת יישומה או אי יישומה של שיטת ההוראה אליה נחשפים. יתכן וגם הימצאותם של חומרים זמינים ומוכנים, תורמת ליישום המיומנות, כפי שקרה במקרה זה בו נשלחה מצגת מסודרת על גרפים. מצגת זו כוללת הנחיות מפורשות לגבי כללי עשה ואל תעשה בגרפים בלוי דוגמאות (ברובן מבוססות על חומרים של מצוינות 2000). כוון שלנ' יש צורך בהוראת קריאת גרפים דווקא, הרי שהיא יישמה את עקרון ההוראה המפורשת דווקא על מיומנות זו, ואילו מיומנות החשיבה התהליכית, מוזכרת אצלה באגביות השלישית ברשימה: "התחלתי (בעיקר בהשפעתך) ללמד מיומנויות. ממש קריאת גרף, קריאת טבלה, בנייה של תרשימי זרימה." נ' עושה טרנספר של העקרונות שהודגמו בעבודה זו: הוראה מפורשת, עקרון ההרחבה של פרנקנשטיין (אעפ"י שלא הכירה זאת בשם זה),

³⁹ אם כי נדמה לי שאף הדרך המקורית המוצעת לא היתה תלושה, אעפ"י שכוונה להנחלת המיומנות עצמה בהקשר כללי, ואעפ"י שנראה בהמשך הראיון כי נ' בחרה גם היא עצמה לאמץ "כלליות" זו.

ותרגול המיומנות חזור ושנה, על מיומנויות למידה נוספות, בצורה טבעית. מדבריה ניכר שהיא שולטת היטב ב"מתי" ב"למה" וב"איך", ובהמשך הראיון היא מתארת כי היא שואפת להרחיב את השימוש בצורת הוראה זו לשאר מורי בית הספר⁴⁰. נ' מתארת כי לא כל המורים מאמצים את המיומנות, כפי שעולה גם מעבודתי זו, ומתלבטת בשאלה מה יאפשר את יישומה של המיומנות גם על ידי מורים נוספים, "שמרנים" יותר על פי הגדרתה, שלא אימצו את המיומנות כמו המורה "הטובה" הלומדת תואר שני בהוראה באוניברסיטה העברית.

דיון

מטרה מרכזית בעבודה זו היתה ניסוח הצעה סדורה להוראה מפורשת של אחת המיומנויות המרכזיות במקצועות המדע: מיומנות החשיבה התהליכית. הניסוח המוצע כולל ניסוח דוקטיבי מפורש של כללי החשיבה הרדוקציונית המאפיינת את המדע כיום, כללים החלים על ניתוח תופעות מדעיות על גורמיהן ועל השלכותיהן. ההצעה מבוססת על שגיאות חשיבה נפוצות של תלמידים בבואם לנתח תהליכים. אנליזה וסינתזה של שגיאות אלו אפשרו להבהיר את המקומות הדורשים הבהרה והנחיה לתלמיד. צורת עבודה זו והניסוח המפורש של אופן החשיבה הולמות את שיטת ההוראה המשקמת של פרופ' פרנקנשטיין (פרנקנשטיין, 1981 פרנקנשטיין, 1989). כמו כן ההצעה בנויה ומסתמכת על עקרונות ההוראה המטה-קוגניטיבית הרפלקטיבית, הכוללת התייחסות למטה-אסטרטגיות (Zohar & Ben David, 2008), עקרונות הוראה שתורמתם הוכחה מחקרית (שם). הצעת ההוראה נועדה לסייע לתלמידים שאינם עושים שימוש בצורת החשיבה המקובלת במדע בן זמננו, לאמץ את צורת החשיבה המקובלת, לאחר חשיפה לניסוח דוקטיבי מפורש שלה, תוך הדגמתה על ידי המורה (modeling) במגוון נושאים (עקרון ההרחבה) ועל ידי תרגול העקרונות שנלמדו על ידי התלמידים עצמם, בהתאם לכללי הערכה מוגדרים, דבר התואם את שוליינות הקוגניטיבית ואת הלמידה החברתית של ויגוצקי. צורת ההוראה שנוסחה תואמת הצעות הוראה של מיומנויות אחרות שנוסחו על פי מודל ההוראה LLS: Learning Skills for Science (שרץ וספקטור-לוי, 2006).

בעבודה זו נעשה ניסיון לבחון את מידת השפעתה של הצעת ההוראה על החשיבה התהליכית של תלמידים שנחשפו אליה. מעקב אחר עבודות של תלמידים הראה כי חל שיפור לטובה בביצועיהם של התלמידים שנבדקו, בהתייחסות לאלמנטים שונים של מיומנות החשיבה התהליכית. התקדמות זו יכולה להיחשב כקורליציה סטטיסטית בלבד בין החשיפה לשיטת ההוראה לבין השיפור בביצועים, אולם אמירות אקראיות כגון: "אני מתכוון ל'צורכים' ולא ל'צריכים'", שלא תחשבי שאני נותן תשובה תכליתית" מדגימות קשר סיבתי ישיר בין החשיפה למיומנות בצורה המפורשת לבין ניטור החשיבה של התלמיד, דבר המהווה מרכיב חשוב בלמידה משמעותית (Zohar & Ben David, 2008). אזכורם של מרכיבי המיומנות שוב ושוב, כאשר הם מהווים את הקריטריונים להערכת תשובותיהם של תלמידי הכיתה בזמן אמת או זמן קצר לאחר שניתנו, מסייעת לתלמידים ללמוד מטעויותיהם, ומזכירה את עקרון ההערכה לשם למידה - הל"ל (בירנבוים מ', 2011). הממצאים במחקר מעידים כי המיומנות הופנמה והובנתה

⁴⁰ לא נעשה שימוש בהמשך הראיון כוון שנראה היה לי כי בחלק זה צורת הראיון כוונה את המרואיינת לתשובות מסוימות.

אצל כל תלמיד בהתאם לתבניות החשיבה הפנימיות שלו ובהתאם לידיעותיו. כך לדוגמה בין תלמידי כיתה י' ליטל, התלמידה החלשה יותר, שיפרה את רצף הסיבות והתוצאות התקין ואת ההתייחסות לרמה המיקרוסקופית, ואילו גפן החזקה יותר, הוסיפה שלבים רבים נוספים השייכים לרמה המיקרוסקופית בתארה את התהליכים לאחר לימוד המיומנות, ועשתה שימוש רב יותר בחשיבה הסתברותית ואקראית, ובחשיבה הרדוקציונית בכלל. גם אצל תלמידי כיתה ח' ניתן היה להתרשם כי כל תלמיד הבנה לעצמו את המיומנות בהתאם לרמתו הלימודית. בין תלמידי כיתה ח' העיד תלמיד חלש כי אימץ את מרכיב הזמן להיבטים קונקרטיים בחייו: "נגיד כשאני הולך לשחק כדורגל אני חושב מה יהיה אחרי המשחק", מבלי לציין סיבה ותוצאה אלא רק רצף זמנים, ואילו תלמיד חזק יותר מתאר שימוש במיומנות בהקשרים מופשטים יותר של מידע תיאורטי, ותוך מיון של מכלול המיומנויות שנלמדו להקשרים בהם הן מופעלות: "אני משתמש בכל מיומנויות הלמידה. רמות ארגון – עוזר להבין מה בא לפני מה⁴¹. תרשימי זרימה – עוזרים לארגן את המידע לפי הסדר. פיצוח שאלה עוזר במבחנים לענות על השאלות בהרחבה". השיפור בצורת החשיבה וביצועים אצל רבים מן התלמידים, תואם את הידוע מן הספרות לגבי תרומתה של ההוראה המפורשת של מיומנויות ללמידה (Zohar & Ben-David, 2009).

בחינת מידת ההשפעה של הצעת ההוראה על ביצועי ההוראה של מורים הדגימה בצורה מעניינת כי אותם עקרונות אשר נוסחו עבור תלמידים, הם גם העקרונות הרלבנטיים עבור הפנמה מוצלחת אצל מורים. המורים שנחשפו לראשונה למיומנות ההוראה המפורשת של מיומנויות למידה בכלל ושל מיומנות החשיבה התהליכית בפרט, ביטאו צורך בשוליינות על מנת ליישם את התוכנית המוצעת. כך לדוגמה מתארת מ' את צרכיה: "[אני רוצה/צריכה] ממש לעבור סידרה, בתחילה נגיד הרצאה פרונטלית, שבה את מסבירה את הקונספט מה זה אומר ואחר כך ממש לתת לנו לעבור את זה בעצמנו, לראות...תני לי שאלה ותגידי לי איך את לעשות את זה, ותגידי לי איך את עושה את זה, ולמה את עושה את זה ככה ואפשר לעשות את זה ככה. ותעשו לבד עכשיו, ועכשיו תנתחו את זה...לראות דרגות שונות ולאן את רוצה להוביל כל אחד...בהתחלה, אני מתארת לעצמי, לקחת את המערכת הזאת ולעשות אותו דבר בכיתה, לראות מה אני מצליחה לעשות מתוך זה ואם אני אראה שזה הולך לי טוב והתלמידים שלי למדו מזה אני בטוחה שאני יעשה את אותו קונספט על עוד מערכת". תיאור זה הולם לגמרי את צורת הלמידה החברתית של ויגוצקי, בה הלומד (במקרה זה מורה) מתפתח מתלמיד מאזין פסיבי למדי, למתנסה אקטיבי המגדיל את את עצמאותו. מ' ממשיכה בצורה יפה את לימוד מיומנות החשיבה התהליכית ללמידה של מיומנות טכנית: "להקשיב לזה - זה לא ממש לעבור. זה כמו ללמוד סריגה ביוטיוב וללמוד סריגה שמישהו יושב לידך ומראה לך, ממש עושה לך עם היד: איך משחילים את העין ומחזיק לך את היד ומראה לך איך מכניסים את העין". גם א' מבטאת צורך להנחיה ברורה יותר, במקרה שלה לגבי עקרון ההרחבה: "אני כאילו מרגישה שאני לא יודעת איך... איך לעשות את זה, אז אני לא עושה" ומבקשת משהו מוכן כדי להתחיל אתו. נ' שקיבלה הנחיה אישית וחומרים ערוכים ומוכנים על מיומנות אחרת (ניתוח קריאה ויצירת גרפים) אימצה את השיעור מידית לכמה מכיתותיה, ואף הפכה למומחית המעבירה את המסורת הלאה בצוות ההוראה שלה.

⁴¹ על פי הבנתי, כוונתו של התלמיד ל"מה לפני מה" בהיררכיה של רמות הארגון.

ניתוח הממצאים בנוגע למרכיבי המיומנות שאומצו על ידי המורים, מאפשר לזהות היררכיה של מרכיבי המיומנות. בדומה לממצאים שעלו אצל התלמידים, גם אצל המורים הבניית מרכיבי המיומנות תואמת את הידע והמיומנויות שהמורים מגיעים אליהם. מורה העושה שימוש טבעי במרכיבים רבים יאמץ מרכיבי מיומנות מתקדמים יותר. מורה מיומן פחות יאמץ תחילה את מרכיבי המיומנות הבסיסיים. מן הממצאים העולים מן ההדרכה ומן ההרצאות, ניתן להתרשם כי הסיכוי לאימוץ מרכיב במיומנות עולה עם העליה בגורמים הבאים:

כאשר המיומנות מתקשרת ישירות לנעשה בכיתה, דהיינו לנושא הנלמד או לקשיי התלמידים בכיתה, הסיכוי ליישום שלה עולה. במקרים אלו המיומנות עונה על צורך אמתי של המורה, ולכן עולה הסיכוי שהמורה ישתמש בה. ניתן לייחס את העובדה שמורי חטיבות הביניים שקיבלו הדרכה יישמו בחלקם הגדול את אנליזת השינוי הכימי ובקושי יישמו את המרכיב של סיבתיות מול תכליתיות, בכך שהראשון היה רלבנטי בצורה ישירה לנושאי הלימוד איתם התמודדו באותה תקופה, ואילו השני היה מנותק מן הנושאים שהורו. המורה נ' יישמה את מיומנות אנליזה ובניה של גרפים אליה נחשפה בקצרה, כוון שזו היתה נחוצה לה.

ככל שאי הנחת של המורה מן המצב גדול יותר עולה המוטיבציה ליישם את המיומנות. המורות שנחשפו למרכיבי המיומנות מביעות את הצורך שמרכיבים אלו משרתות. כך מ': "ואת רואה שבכל התשובות שבהן צריך להסביר - אין הסבר, אין הסבר לילד הזה. זה ילד שלא יעבור יותר משמונים את בחינת הבגרות, כי לאורך כל השנים הללו לא לימדו אותו את הטכניקה להתבונן איך... זה צורך של הרבה מאוד מורים לדעת לתת לתלמיד את המיומנות". גם א' מעידה על צורך שיש לה במיומנות: "כל הסיפור הזה של חשיבה תכליתית ותהליכית. כלומר, זה משהו שנמצא בנו תמיד, אבל עד עכשיו תמיד בדקתי את זה במבחנים, זאת אומרת, הייתי אומרת אתה לא מנסח את זה נכון. יודעים את זה מבינים את זה, מגיע המבחן ואז אתה אומר: "הוא יודע את התשובה למה הוא לא כותב?". והיא חושבת שהמיומנות יכולה לתת פתרון לבעיה: "בואו נלמד איך חושבים ביולוגיה, ואת זה אנחנו נשליך עד סוף י"ב, את הכלי שאני אתן לכם עכשיו, כי זה ממש כלי". המורות מעידות על צורך במיומנות לטיפול בקשיים בהם הן נתקלות במהלך ההוראה. דבר זה מעלה את המוטיבציה ליישום ההוראה המפורשת של המיומנות.

ככל שהמרכיב במיומנות ברור ונהיר יותר למורה, כך עולה הסיכוי ליישום, ולהיפך. מ' ציינה מספר פעמים בראיון כי היא אינה מיישמת את המיומנות למרות חשיבותה בעיניה כוון שאינה מבינה זאת כל צרכה: "אבל אני לא באמת מבינה את זה כמו שאת הצגת בפנינו, שזה הרבה יותר מיוחד... לא העמקתי בזה עדיין, עוד לא נכנסתי לעובי הקורה של איך עושים את זה..." כאשר היא מתייחסת למיומנות עצמה ולא לדרך הוראתה. מורה א' מהמורות שקיבלו הנחיה בבתי הספר ציינה כי היא צריכה הסבר נוסף למרכיב הסיבתיות מול התכליתיות, כוון שאינה מבינה את ההבחנה בין השניים בצורה מספקת, וביקשה שאתייחס לכך באחת מפגישות ההדרכה, ואכן מורה זו הגבירה עד מאוד את השימוש במרכיבי מיומנות אחרים, אך לא עשתה שימוש כלל במרכיב זה. גם מורה ו' שקיבלה הנחיה, ציינה כי מרכיב זה אינו נהיר לה לגמרי. הדרך לפתרון של קשיי ההבנה, הותוותה ע"י מ'. מ' טוענת כי על המורים להתנסות במיומנות בעצמם, לאחר חשיפה לרציונל שלה.

גם אם המיומנות עצמה, חשיבותה ומקומה מובנים למורה, לא בהכרח ברורה דרך ההוראה של המיומנות. ככל שדרך ההוראה ברורה יותר, הסיכוי ליישום עולה. מורות שונות תיארו לבטים לגבי דרך ההוראה. חלקן נמנעו להורות את המיומנות בשל כך. כך א' מעישה על עצמה: "אני כאילו מרגישה שאני לא יודעת איך... איך לעשות את זה, אז אני לא עושה". מ' מספרת על מורה אחרת בצוות שלה שגם היא התבטאה באופן דומה: "הרצאה מאלפת, אבל איך עושים את זה? אני לא יודעת איך עושים את זה". היו שניסו למצוא את דרך ההוראה בעצמן: י' ניסתה ללמד את כל הרכיבים בשעתיים, וחשה מאוכזבת מן השיעור. פ' תארה את עצמה כלומדת תוך כדי ניסיון לעשות שימוש בכך. כוון שישנה חשיבות לכך שהניסיון יצליח במידת מה, שאם לא כן ייזנח באיבו, ראוי להבהיר יותר דרכים אופציונליות להעברה, יתרונות וחסרונות שלהם. את הפתרון לבעיה זו מציעה מ' כהוראה שוליינית למורה, דהיינו לווי שלו בתהליך.

מרכיב נוסף המשפיע על מידת יישומה של המיומנות, הוא המרכיב של זמינות החומרים העומדים לרשות המורים. ככל שהחומרים העומדים לרשות המורה זמינים יותר, הסיכוי ליישום המיומנות רב יותר. זמינות פירושה אפשרות לשימוש מידי בחומר, התואם את צרכי המורה, עם מינימום עיבודים הנדרשים ממנו. נ' לדוגמה יישמה מידית את מיומנות קריאת הגרפים, כוון שהמצגת כללה את כל מה שנדרש היה ממנה. ואילו א' קובלת ומתריסה: "אם הייתי מקבלת מצגת להעביר לתלמידים. לתלמידים ולא למורים ולקחת מזה, ממש, מן שיעור מובנה כזה, של איך ללמד את הנושא הזה, איך ללמד את זה בצורה מפורשת, עם כל הדוגמאות מהיום יום, ועם הסכמות האלו ותרשים הזרימה, וללמד אותם בכלל מה זה תרשים זרימה. אני כאילו מרגישה שאני לא יודעת איך... איך לעשות את זה, אז אני לא עושה". מורי חטיבות הביניים אשר קיבלו הנחיה על מרכיבי מיומנות אלו, קיבלו לרוב גם דפי עבודה לדוגמה בהם נעשה שימוש במרכיב של המיומנות, בהקשר לנושא הנלמד באותה תקופה, וכן הנחיה לדרך בה מעבירים כל מרכיב ומרכיב. וברבים מן המקרים עשו מורים אלו שימוש בכיתה, בעוד שהמורים עמיתים בתוכנית רוטשילד ויצמן רק שמעו על המרכיבים בהרצאה, מבלי להיחשף לחומרי לימוד המיישמים אותם, וכפי שצוין קודם לכן, ביטאו קשיים ביישום של מרכיבים אלו. פתרון לבעיה זו הינו בבניית חומרים זמינים לכל אחד מרכיבי מיומנות החשיבה התהליכית והעברתו למורים, על מנת שאלו יישמשו את המורים בצעדיהם הראשונים במיומנות.

השפעתם של זמינות חומרים, בד בבד עם חיבור לצורך אמתי של המורה, על יישום ושינוי בדרכי ההוראה של המורה, נסקרו במחקרים קודמים (רוזנשטיין ר', 2012), מה שנותן אישור נוסף לממצאים שהתקבלו בעבודה זו.

מן הממצאים העולים ממחקר זה, ניתן להתרשם כי הצעת ההוראה עונה על צורך אמתי ב"שטח", אלא שיש לתת את הדעת על דרכי העברתה למורים, ולשקול את דרך ההעברה השוליינית דווקא, בד בבד עם פיתוח חומרים הזמינים לשימושו המידי של המורה בכיתה.

תובנות אלו יוצרות אחידות בין הממצאים העולים מתהליכי הלמידה של המורים ושל התלמידים גם יחד. אלו גם אלו זקוקים לצורך (הנעה) בלמידה, נעזרים רבות בהוראה מפורשת, ואלו גם אלו זקוקים להנחיה שוליינית וספירלית כדי לרכוש מיומנויות חשובות, אם זו מיומנות החשיבה התהליכית, ואם זו מיומנות הוראתה המפורשת.

ביבליוגרפיה:

<http://www.bioteach.org.il/%D7%A0%D7%A7%D7%95%D7%93%D7%95%D7-AA-%D7%9E%D7%91%D7%98-%D7%A0%D7%95%D7%A1%D7%A4%D7%95%D7-AA-%D7%91%D7%94%D7%95%D7%A8%D7%90%D7-AA-%D7%94%D7%91%D7%99%D7%95%D7%9C%D7%95%D7%92%D7%99%D7%94/2-%D7%93%D7%92%D7%9E%D7%99-%D7%94%D7%95%D7>

רמות – אוניברסיטת תל אביב, 2009. ע"ע 77-100

בן דוד, ע' () חשיבה מסדר גבו בהוראת המדעים,

ולטכנולוגיה בביה"ס היסודי (27).

ברנדס, ע'. (2011). פדגוגיה בעידן המידע. האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.

למדעים ולטכנולוגיה בביה"ס היסודי(30).

ייעד צ' (2009), "אסטרטגיות חשיבה מסדר גבוה", משרד החינוך, האגף לתוכניות לימודים, ירושלים

14-29 נ"ע

מו"ט בחטה"ב 9, מכון ויצמן למדע, רחובות

//he.wikibooks.org/wiki/ושכחה

פרנקשטיין, ק' (1989). שיקום האינטליגנציה החבולה. י.ל. מאגנס. ירושלים.

frankenstein.com/HTMLs/page_820.aspx?c0=538&bsp=419

פרנקנשטיין ק', (1981). "הם חושבים מחדש" - פרקים בתורת ההוראה המשקמת¹, הוצאת עם עובד, תל אביב

<http://education.academy.ac.i>

בחתה"ב 18, ע"מ 23-30, מכון ויצמן למדע, רחובות

Ben-David & Zohar, a .(2009) . 'Contribution of Meta-strategic Knowledge to Scientific Inquiry Learning . *International Journal of Science*.1682–1657 .(12)31 ,

diSessa, A. A. (1988). Knowledge in pieces. In G. Forman and P. Pufall (Eds.), *Constructivism in the Computer Age*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 49-70.

Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: A meta analysis. *Learning and Instruction*, 13, 533-568

Kuhn, D. (2007). 'Is Direct Instruction an Answer to the Right Question?' *Educational Psychologist*, 42(2), 113-109

Lei Liu, Cindi E. Hemlo-Silver (2009), Promoting Complex systems learning through the use of conceptual representations in hypermedia, *Journal of research in science teaching*

Newton, D. P., & Newton, L. D. (2000). Do Teachers Support Causal Understanding through Their Discourse When Teaching Primary Science? *British Educational Research Journal*, 26(5).

Posner J, Strike A, Hewson P, Gertzog W (1982) Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change, *Science Education*, Volume 66, Issue 2, pages 211-227, April 1982

Rozenszajn R (2013). Exposing explicit and implicit dimensions of biology teacher's professional knowledge in the course of a long-term professional development program – PhD work at Weizmann Institute

Schoenfeld, A. H. (1992). *Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics*. In D. Grouws (Ed.), *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: MacMillan.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.). Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press. pp.79-91

Zohar A, Ben David A (2008). 'Explicit teaching of meta-strategic knowledge in authentic classroom situations'. *Metacognition Learning* volume 3 pages 59-82

Zohar, A & Peled, B. (2008). 'The effects of explicit teaching of metastrategic knowledge on low- and high-achieving students'. *Learning and Instruction*, 18(4), 337-353

תודות

עם סיום עבודתי, ברצוני להודות לכל המורות-עמיתות שפגשתי כמנחה או כשותפה לקורס, על שיתוף הפעולה שלהן ועל סיוען לכתיבתה של העבודה, לתלמידיי שעליהם ניתן לומר בוודאות: "מכל מלמדי השכלתי ומתלמידי יותר מכולם", שכן דרך חשיבתם הנכונה והשגויה גם יחד, ביצועיהם, אמירותיהם, ומשוביהם הם הבסיס לעבודה זו, וכמובן, ברצוני להודות מקרב לב להנחיה המשותפת של ד"ר רונית רוזנשיין ושל ד"ר גילת בריל, אשר בעדינות ובתבונה ניתבו אותי במהלך העבודה במקומות בהן נדרש לתקן, לשפר, ולשנות. תודתי נתונה גם לכל המרצים והמרצות בתוכנית רוטשילד-ויצמן בהוראה, בפילוסופיה, ובביולוגיה, שהדברים שלמדתי מהם שזורים במקומות שונים בעבודה זו, וכמובן לרבים וטובים שלא הכרתי באופן אישי, ושכתביהם ותורתם מרכיבים את העבודה זו.

נספחים

מחווין להערכת עבודה הדורשת חשיבה תהליכית

המחווין הוא מחווין איכותני, ונועד לנתח טקסט או אמירה בהתאם למידת היישום של מרכיבים שונים (מיומנויות שונות) של החשיבה התהליכית. המחווין מאפשר לעקוב אחר שינויים בצורת החשיבה לאורך זמן גם כאשר נושאי הלימוד מתחלפים, אם כי יש לקחת בחשבון גם את מידת הידע של התלמיד בכל נושא כמשפיעה על איכות התשובה שלו.

מרכיבי המחווין:

1. בתהליך ישנה התייחסות למונחים / מבנים / ובעיקר תהליכים הרלוונטיים לתהליך המתואר.
2. סדר השלבים בתהליך נכון.
3. תיאור התהליך כולל בתוכו התייחסות הן לרמת המקור והן לרמת המיקרו ומתקיים קישור מפורש בין שתי הרמות. ככל שהתשובה כוללת התייחסות לרמת המיקרו על רמות הארגון השונות שבה (תאים, אברונים, מולקולות) ולרמת המקרו על רמות הארגון שלה (מערכות שונות, אברים במערכת, ורקמות) בצורה מפורטת יותר, מעיד הדבר על חשיבה תהליכית חוצת רמות ארגון וטובה יותר. התייחסות למכלול רמות הארגון ולמכלול המרכיבים (קשר בין מערכות) יביא בהכרח לתשובה מורכבת יותר, בה מספר השלבים יגדל. כך יוצא שפעמים רבות מספר השלבים הוא מדד חיצוני המעיד על רמת ההעמקה בתשובה (ובתנאי שישנו שרשור לוגי, בו מתקיימים קשרי סיבה ותוצאה חזקים).
4. קשרי הסיבה והתוצאה הם ישירים, כלומר אין קפיצות משלב אחד לשלב מאוחר ללא הבנת הקשר הלוגי בין השניים. מדד זה מעיד על הבנה שלמה של התהליך. מעקב אחר מדד זה דורש מן התלמיד חשיבה ביקורתית ובחינה מתמדת של עבודתו. על כל מורה להחליט מהי רמת ההעמקה הנדרשת מתלמידיו בהתאם לגילם, לרמתם, ולנושאים שנלמדו⁴².
5. התשובה כוללת מרכיבים סיבתיים ולא כוללת מרכיבים תכליתיים.
6. במידה והתשובה מתייחסת לתהליכים כימיים, תידרש התייחסות גם לשינויים האנרגטיים כחלק מן החשיבה התהליכית.

⁴² כך לדוגמה: תלמידי כיתה ט' הלומדים תורשה יצינו את הפנוטיפ של מחלה גנטית כתוצאה ישירה של האלל השונה, בעוד שתלמידי מגמת ביולוגיה יצטרכו להתייחס לתהליכי שעתוק תרגום ומבנה החלבון בהסבירם את המחלה, ואילו תלמידי ביולוגיה באקדמיה יתייחסו גם לסוג המוטציה, להשוואת הרצף החלבוני החדש לרצף החלבוני בזן הבר (Wild Type), להשפעה על קשרים קוולנטיים (כגון קשרי גופרית), יוניים קשרי מימן, וקשרי ואן דר ואלס על צורת הקיפול ועל האינטרקציה של החלבון עם חומרים עימם הוא בא במגע בדרך כלל (תוך התייחסות לסוג החלבון ולתפקידו: חלבוני שעתוק/ אנזימים/חלבונים מבניים ועוד)

מזמור ק"ד בתהילים ותאוריית האבולוציה של דרווין

דף עבודה בנושא חשיבה סיבתית וחשיבה תכליתית

חלק א':

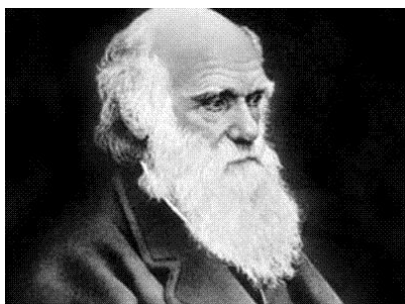
- (1) קרא/י מזמור ק"ד בתהילים ועני/ענה על השאלות הבאות:
א. לכל בעל חיים בית גידול (אזור שבו בעל החיים חי), שאליו בעל החיים מותאם. מלאו בטבלה הבאה שלושה בתי גידול לפחות המוזכרים במזמור.
ב. ליד כל בית גידול רישמו מי בעל החיים הנמצא בבית גידול זה.
ג. רשום מתוך ידע כללי כיצד מותאם גוף היצור לסביבה בה הוא חי (אם לא ידוע לך עיין בבית במידע מתוך ספרים או ברשת). מספיק לציין התאמה אחת בלבד, וכל המרבה הרי זה משובח.
- (2) על פי המזמור מי קדם למי: האם סביבת החיים ליצור או להפך?
- (3) כיצד נוצרה על פי המיזמור ההתאמה בין היצור לסביבתו?
- (4) איזו חשיבה מאפיינת את המיזמור (חשיבה סיבתית-מדעית או חשיבה תכליתית)? נמק את דעתך תוך השוואה בבין מאפייני סוג החשיבה בה בחרת לבין המזמור.

חלק ב':

- (1) בחר את אחת ההתאמות אותן הגדרת כחלק א' של העבודה. כעת עליך לנסות ולהסביר בתרשים זרימה כיצד נוצרה ההתאמה על פי צ'רלס דרווין מנסח "תורת האבולוציה"?
על שלב אחד בתרשים להכיל את המילים הבאות: "מוטציה – שינוי אקראי בד.נ.א.", שלב אחר צריך להכיל את המילים: "שכיחות המוטציה באוכלוסיה עולה / יורדת" (למחוק את המיותר).
- (2) בחר בעל חיים ששמו מתחיל באות הראשונה של שמך הפרטי ומצא התאמה אחת שלו לסביבתו. רשום אותה.
- (3) הכן תרשים זרימה כמו בשאלה 1, אשר יסביר כיצד נוצרה ההתאמה של בעל החיים שבחרת בשאלה 2 לסביבה. שים לב שיש להשתמש בתרשים בגישה הסיבתית בלבד!!!!

בהצלחה!!

נורית



שאלון למורות עמיתות

אהלן לכולן,

בשאלון הבא מופיעים בטור הימני מרכיבים ממיומנות החשיבה התהליכית. לגבי כל אחד מן המרכיבים תסייעו לי מאוד אם תמלאו את מספר הפעמים בשנה בהם עשיתם שימוש במונחים/מרכיבים לפני החשיפה למיומנות (סימון V במקום

לפני החשיפה למיומנות החשיבה התהליכית					אחרי החשיפה למיומנות החשיבה התהליכית				
אפס פעמים	עד חמש פעמים	חמש עד עשר	עשר עד עשרים	עשרים עד ארבעים	אפס פעמים	עד חמש פעמים	חמש עד עשר	עשר עד עשרים	עשרים עד ארבעים

המתאים בצבע התכלת) ואת מספר הפעמים בהם עשיתם שימוש במשך שנה לאחר החשיפה למיומנות (טורים בורוד)

הוראה מפורשת לפני החשיפה למיומנות החשיבה התהליכית	הוראה מפורשת אחרי החשיפה למיומנות החשיבה התהליכית

אודה לכם אם תמלאו בטבלה הבאה את מספר הפעמים בהם לימדתם את המרכיב הבא במיומנות בצורה מפורשת בכלל הכיתות בהן לימדתן במהלך שנה אחת לפני החשיפה למיומנות ואחריה?

במידה והורית בצורה מפורשת, האם, להערכתך, ההוראה המפורשת תרמה ללמידה? הדגישו: כן / לא / לא יודעת פירוט:

האם להערכתך ההוראה המפורשת מכניסה יותר לתלמידים למעגל הלמידה הפעיל? הדגישו: כן / לא / לא יודעת פירוט:

תודה רבה על העזרה (:
נורית

מעקב אחר שיעור, שבמהלכו נעשה שימוש במיומנות החשיבה התהליכית:

דוגמה לשיעור שבו נעשה שימוש במרכיבים שונים של מיומנות החשיבה התהליכית מובא להלן. השיעור עוסק במעבר מזון ממערכת הדם של האם אל מערכת הדם של העובר דרך השלייה. השיעור הוא שיעור ביולוגיה לכיתה י' הטרוגנית, המונה 27 תלמידים (24 מתוכם נכחו בשיעור זה).

על הלוח תחילתו של תרשים הבא לתאר את מעבר החמצן מראותיה של האם אל כלי הדם שלה ומשם לכלי הדם של העובר ולכל תאי גופו. על הקיר תלויה תמונה של אם ועובר ברחמה ושל השלייה המחברת ביניהם.

מורה: ריכוז החמצן בצינורות הדם של האם גבוה, ובצינורות הדם של העובר נמוך, ולכן.. מי ממשיך את השלב השני? (התפרצויות...) רגע! אני רוצה את דקלה (תלמידה חלשה שאינה מעורבת). יש לך את השלב הראשון (מצביעה על הריבוע בתרשים על הלוח) מה יבוא עכשיו? מה יהיה?

דקלה: העובר יכול לנשום

מורה: את עברת לאיזו רמה? מקהלת קולות ובתוכן דקלה: המאקרו

מורה: מאקרו, את עברת לעובר

מורה: ואנחנו צריכים את ההמשך באיזו רמה?

כולם: מיקרו

דקלה: החמצן עובר לראות של העובר

מורה: תדייקי יותר. תקראי את השלבים שלפני

דקלה (מקריאה מן הלוח): צינורות הדם של האם עוברים בצמידות לצינורות הדם של העובר באבר הנקרא שליה, ריכוז החמצן בצינורות הדם של האם גבוה מאשר בצינורות הדם של העובר
מורה: ולכן.. תשלימי...

דקלה: חמצן עובר מהאם לעובר

מורה: נכון, מאיפה לאיפה ובאיזה תהליך?

דקלה: מהריאות של האם לריאות של העובר

מורה: רגע. מאיפה לאיפה? תדייקי

דקלה: מצינורות הדם של האם לריאות של העובר

מורה (מצביעה על האיור של אם עובר ושלייה): איפה הראות? תראי לי פה את הריאות

תלמיד מתפרץ לתקן

מורה: אתה מפריע לי, רגע, דקלה, איפה הריאות?

שקט

מורה: תקראי שוב את השלבים הקודמים

דקלה: (מקריאה שוב מן הלוח): "צינורות הדם של האם עוברים בצמידות לצינורות הדם של העובר באבר הנקרא שליה, ריכוז הדם בצינורות הדם של האם גבוה מאשר בצינורות הדם של העובר"
מורה: יופי ולכן...

דקלה: חמצן יעבור מצינורות הדם של האם

מורה: נכון מאוד. לאיפה?

דקלה: לצינורות הדם של העובר

מורה: יפה. נכון מאוד. האם יש פה ריאות (מצביעה על השיליה)?

דקלה: לא

תלמיד אחר: יש כלי דם

מורה: נכון. עכשיו תשימו לב מה שעשינו עכשיו, שדקלה עכשיו תיקנה את עצמה, זה היה הכלל השלישי שציינו לפני רגע:

אמרנו שרצף הסיבות והתוצאות צריך להיות מה?

מקהלת קולות: הגיוני

מורה: הגיוני – לוגי. האם היו לך כאן ראות דקלה? האם היה הגיוני להכניס אותן לכאן? את יודעת שריאות קשורות

לנשימה, אבל אנחנו חייבים להיות ברצף לוגי, ראית שתיקנת את עצמך. מה שדקלה עשתה לחזור ולתקן את עצמה זה

חובה על כל אחד מכם. אתם צריכים לקרוא ולהגיד: נכון שריאות קשורות לנשימה, יש לי ידע מאקרוסקופי כלשהו, האם זה

מסתדר לי בתרשים בתהליך? דקלה זה הסתדר לך או לא?

דקלה: לא

מורה: לא הסתדר לך, ראית שחזרת ותיקנת. את שמה לב שעכשיו יש רצף סיבה-תוצאה טוב יותר? זה מה שאני רוצה

שתעשו

תלמיד: רגע, חמצן עובר בדיפוסיה (לא סיימו לכתוב על הלוח)

מורה: דקלה תמשיכי

דקלה: חמצן יעבור מצינורות הדם של האם לצינורות הדם של העובר

בשיעור זה ישנם מאפיינים שונים שציינו קודם לכן על דרך ההקניה. לאחר שהמורה הקנתה את עקרונות החשיבה

התהליכית, היא עושה שימוש במונחים שלמידה בצורה מפורשת, כדי להבהיר נושא ספציפי אותו היא מלמדת. ניתן

להתרשם כי התלמידים מכירים את המונחים שלמדו בצורה מפורשת בשלב הקניית המיומנות, לדוגמה את המונחים מאקרו

ומיקרו, ואת העיקרון של קשרי סיבת-תוצאה הדוקים והגיוניים, והמורה מנצלת מונחים מטה-קוגניטיביים אלו לצרכיה.

כאשר התלמידה שומעת את המילה חמצן היא מיד עוברת לנשימה אלא שהיא מדברת על נשימה של האורגניזם השלם,

נשימה במובן המאקרוסקופי (חילופי גזים בראות) ולא לנשימה במובן המיקרוסקופי שלה (נשימה תאית). כוון שכך היא

מתעלמת מן התהליך המיקרוסקופי של דיפוסיה, ועוברת אל העובר המקיים חילופי גזים. במקרה זה היה רצוי שהמורה

תקשר מפורשות בין התהליך המאקרוסקופי לתהליך המיקרוסקופי ותבחין ביניהם. ההכרות של התלמידים את המושגים

מאקרו ומיקרו יכלה לאפשר למורה להסביר ביתר קלות את מקור הטעות. חבל שהמורה במקרה זה לא יצרה את ההשוואה

ואת הקשר בין חילופי גזים לבין נשימה תאית בצורה מפורשת. הדבר היה מעלה את הסיכוי שהתלמידה תבין את מקור

הטעות שלה, ותעשה בניה נכונה של הנושא הנלמד. אך כך או כך, ניתן לראות את היתרון שבשימוש במונחים מארגנים כמו

מאקרו ומיקרו לצרכי ההוראה. למורה ברורה מקור הטעות ולכן היא פונה אל הכיתה במילים: "את עברת לאיזו רמה?

מקהלת קולות ובתוכן דקלה: המאקרו. מורה: מאקרו, את עברת לעובר. מורה: ואנחנו צריכים את ההמשך באיזו רמה?

כולם: מיקרו". התייחסות ברורה ומאורגנת יותר לקשר בין חילופי הגזים הנראים לעין (בעליה ובירידה של בית החזה) לבין

התהליך המתרחש במיטוכונדריון, היתה יכולה להיות מועילה יותר מאשר ניתוח כללי זה שברור למורה, אך לא בהכרח

ברור לתלמידה, אך גם השימוש הלקוי במונחים מדגים את החזק שבשימוש מפורש שלהם.⁴³ כמו כן משתמשת המורה בכללים שנוסחו מפורשות לגבי אופי הקשרים בין השלבים בתהליך: "נכון. עכשיו תשימו לב מה שעשינו עכשיו, שדקלה עכשיו תיקנה את עצמה, זה היה הכלל השלישי שצינינו לפני רגע: אמרנו שרצף הסיבות והתוצאות צריך להיות...". המורה עושה רפלקציה על תהליך החשיבה שעברו התלמידים: "מה שדקלה עשתה לחזור ולתקן את עצמה זה חובה על כל אחד מכם." ובכך היא מדגימה את הצורך לשוב ולבדוק את החשיבה שהפעילו. "אתם צריכים לקרוא ולהגיד: נכון שריאות קשורות לנשימה, יש לי ידע מאקרוסקופי כלשהו, האם זה מסתדר לי בתרשים בתהליך?...". המורה מחצינה את תהליכי החשיבה שעוברים התלמידים (מטה-קוגניציה) תוך שהיא נותנת לגיטימציה לטעויות: "נכון שריאות קשורות לנשימה...". גם התלמידים מצדם משתמשים בתרשים לצרכי ארגון המידע: "תלמיד: רגע חמצן עובר מן השליה..." מורה: דקלה תמשיכי..."

שיח זה מדגים את היתרונות העומדים לרשות המורה בשימוש מפורש בעקרונות החשיבה התהליכית. המורה והתלמידים מדברים על פי קודים משותפים (מיקרו ומאקרו, צמידות תהליכים) כאשר הם מנתחים את המטלה. הקריטריונים על פיהם בוחנים את טיב המידע המוצע מוכרים לתלמידים, ובכך ישנם "כללי משחק" משותפים על פיהם בוחנים אמירות, תשובות וכדו' הנאמרים בכיתה. למעשה זהו תרגול משותף של חשיבה מדעית נכונה. עדות נוספת ליתרון שבשימוש משותף במונחים המגדירים את "כללי המשחק" מצויה בשיח הבא, שתועד לאחר מבחן בעל פה שנערך לתלמיד לקוי למידה בכיתה י'. במהלך הבחינה הכתיב התלמיד את תשובותיו⁴⁴: "התאים צורכים חמצן, אני מתכוון ל'צורכים' לא ל'צריכים', שלא תחשבי שאני נותן תשובה תכליתית." ובהמשך באותה בחינה: "כאשר האדם משתעל והוא רוצה להוציא את החומר שבקנה... רגע... 'רוצה' זה לא טוב, משהו גורם לו לזה..." במשפטים אלו ניתן לראות בבירור את הפנמת העיקרון של חשיבה סיבתית ואת שלילת החשיבה התכליתית מן השיח המדעי. התלמיד מכיר את המונח חשיבה תכליתית ומבין כי שיח תכליתי הוא מחוץ "לכללי המשחק" של שיח מדעי, ולכן הוא מבקר את התשובה שנתן, ומחפש תשובה אחרת במקומה. חיפוש שכזה, אגב, הוא זה שמניע את המדע ומאפיין אותו. יש לציין כי במטלה הראשונה באותה שנה, בה התבקשו התלמידים להסביר ברמה המיקרוסקופית (החלקיקית) את תופעת הדיפוסיה בה צפו (קלי במים) כהקדמה לשיחה על החשיבה הסיבתית הרדוקציונית, נתן התלמיד את ההסבר: "נראה כאילו החלקיקים רוצים לנוע לריכוז הנמוך". באמירותיו בבחינה בעל פה ניתן להבחין כי חל שינוי בתפיסתו את הלך החשיבה המדעי: "'רוצה' זה לא טוב... משהו גורם לו לזה". ניתן להניח כי ההוראה המפורשת של כללי החשיבה הסיבתית-מדעית, תרמה לשינוי שחל בצורת החשיבה של התלמיד. הוא מודע לכך שהמורה (כמייצגת החשיבה המדעית) לא תקבל תשובה תכליתית ולכן הוא מבהיר לה: "אני מתכוון ל'צורכים' לא ל'צריכים', שלא תחשבי שאני נותן תשובה תכליתית", אבל הכללים האלו ברורים גם לו עצמו ולכן הוא מבין ש: "'רוצה' זה לא טוב, משהו גורם לו לזה..." גם אם אינו בטוח מהו אותו 'משהו'.

ריאיון מלא עם תלמידי כיתה י

הריאיון המלא ללא ניתוח:

⁴³ בהמשך השיעור מתייחסת המורה לכך שהעובר כלל לא מבצע חילופי גזים בריאות אלא שאלו נעשים בשלייה בלבד.
⁴⁴ התלמיד זכאי להקראה לבוחן נטרלי, וכיון שבמהלך השנה הבוחן הלא נטרלי הוא המורה, תועדו את המשפטים הבאים בתום הבחינה.

מורה: אני אשאל אתכם בהתחלה שאלות ככה כלליות, ואחרי זה אני אשאל אתכם ספציפית על שיטות הוראה שאנחנו נחשפים להם בשיעורים. בסדר?

אז בואי חווה תתחילי אני אשאל אתכם בהתחלה כי יש לזה גם השפעה על שיטות ההוראה,

אז בואי חווה תתחילי ככה בכללי, איך את מרגישה בשיעורי ביולוגיה, זה לא לציון ממש רק לצרכי המחקר הזה כי זה יכול להשפיע. איך את מרגישה בשיעורי ביולוגיה?

חווה: ביולוגיה?

מורה: את פעילה בהם את מעורבת בהם וכזה?

חווה: אני תמיד מעתיקה מהלוח והדברים זה מעניין אותי, אני לא הרבה משתתפת

מורה: אני לא הרבה משתתפת כי?

חווה: סתם כי זה אני, ואני לא משתתפת הרבה בשיעורים

מורה: אוקיי דקלה, את תתארי גם את השנה שעברה וגם את השנה כי יש פער מאוד מאוד גדול, נכון? את מרגישה אותו?

דקלה: שנה שעברה יותר השתתפתי השנה פחות, כלומר השנה ממש לא (צחוק). אני מעתיקה בשיעור אבל אני פחות מרוכזת... פעילה, ושותפה למה שנעשה בכיתה

מורה: יש סיבה? או שאת לא רוצה לציון פה? את לא חייבת אנחנו בפורום של שלושה תלמידים, את לא חייבת. את רוצה לציון או לא?

דקלה: אין סיבה, פשוט אני לא...

מורה: מה השוני בין שנה שעברה להשנה שעשה את ההבדל? האם בשיעורים השוני?

דקלה: לא נראה לי. פחות אני מרגישה כזה בנוח להשתתף לא יודעת

מורה: זה קשור לשיעור עצמו למשהו שלך עם עצמך?

דקלה: לא קשור לשיעור

מורה: ואת מרגישה שזה משפיע על ההבנה שלך?

דקלה: יכול להיות, כן.

מורה: משה?

משה: דווקא השיעורים סבבה, את הנושאים אני מבין טוב, מעתיק משתתף, ואני... כל עוד..

מורה: כל עוד מה?

משה: יענו זה שיעור ביולוגיה זה די הגיוני ללמוד בו את תיאוריית האבולוציה.

מורה: אתה כן, אתה ביקשת ללמוד מספר פעמים את תיאוריית האבולוציה. שנה הבאה משה.

אבל אנחנו נוגעים בעקרונות מן האבולוציה למשל בזה שהכל אקראי והסתברותי והחוקים הם פשוטים

משה: הכל פשוט זה הכל עקרוני אבל לדעתי זה יכל לשנות רבות

מורה: כלומר מבחינת הבנה אתה מרגיש שזה היה יכול לשנות? היה נותן הבנה יותר טובה של הדברים?

משה: כן

מורה: אני אשאל אתכם בהתחלה שאלות ככה כלליות, ואחרי זה אני אשאל אתכם ספציפית על שיטות הוראה שאנחנו נחשפים להם בשיעורים. בסדר?

אז בואי חווה תתחילי ככה בכללי, איך את מרגישה בשיעורי ביולוגיה, זה לא לציון ממש רק לצרכי המחקר הזה כי זה יכול להשפיע. איך את מרגישה בשיעורי ביולוגיה?

חווה: ביולוגיה?

את פעילה בהם את מעורבת בהם וכזה?

אני תמיד מעתיקה מהלוח והדברים זה מעניין אותי, אני לא הרבה משתתפת

אני לא הרבה משתתפת כי?

סתם כי זה אני, ואני לא משתתפת הרבה בשיעורים

אוקיי... אוקיי...

אוקיי דקלה, את תתארי גם את השנה שעברה וגם את השנה כי יש פער מאוד מאוד גדול, נכון? את מרגישה אותו?

טוב עכשיו אני אשאל אתכם שאלות. אתם כבר מכירים אותי שנה שניה, אז אנחנו כבר שנה וחצי לומדים ביחד נכון?

בשיעורים אנחנו מקדישים זמן למידע ואנחנו מקדישים זמן למיומנויות. קודם כל האם האבחנה הזו ברורה לכם בין ידע לבין מיומנויות?

כן (כולם)

כן? האבחנה הזו ברורה?

כן,

משה: עוד משהו. שיהיה יותר ניסויים.

כן זה גם קראתי אצלכם במשובים. כמו ששמתם לב התגובה היתה מהירה. מיד היה לנו ניסוי אני לא יודעת מה יצא לכם בניסוי הזה אבל בסדר... (צחוק)

מורה: אני רוצה לשאול אתכם אתם יכולים להזכיר מיומנויות שלמדנו?

חווה: כתיבת שאלה כאלו שאלה עיונית

דקלה: תרשימי זרימה

מורה: כן, איזה עוד? כתיבת שאלה את מתכוונת לפיצוח?
חוה: כן
מורה: OK גם כולל שנה שעברה יש עוד מיומנויות?
חוה: חשיבה תהליכית
משה (מתפרץ): כן, חשיבה תהליכית
OK
משה: בין מיקרו למקרו, תרשים זרימה
מורה: כן... עוד משהו רמות ארגון גם עשינו?
משה/ חוה: אה נכון..
מורה: עכשיו מבין המיומנויות שלמדנו ולמדנו אותם בד"כ תוך לימוד נושאים. אני אבקש מכם כל אחד לנמק איזו חשובה יותר בעיניכם? אני אבקש מכם עכשיו להתייחס למיומנות אחת שחשובה בעיניכם במיוחד להבנה מדעית.
משה: פיצוח שאלה.
חוה: רמות ארגון
את רוצה את להתחיל?
חוה: כן, רמות ארגון
את מרגישה שרמות הארגון מאוד עזר לך. למה חוה?
חוה: כי בשאלות במבחן שואלים מהרמה הגבוהה לרמה הנמוכה, כאילו, זה עוזר לחלק את זה
מורה: כששואלים מהרמה הגבוהה לרמה הנמוכה למה הכוונה?
חוה: נגיד תא רקמה
מורה: אה, כשמשמש שואלים ברמות ארגון, כשיש שאלה מפורשת. וזה... זה עוזר לך גם בשאלות שלא מפורשות?
חוה: כן, זה עוזר לדעת על מה אני עונה, נגיד, מה זה דיוק כל דבר, אם זה ביחס לדבר אחר הבנתי... את יכולה לתת דוגמה?
נגיד סתם יצור אני יודע שהוא מורכב מתאים זה עוזר לי לפרק את השאלה
עוד מיומנות שאת רוצה להתייחס אליה? אחרי זה אני עוברת אליהם
דקלה: לדעתי פיצוח שאלה כי כשאתה יודע את השאלה ויודע מה דורשים ממך אז יותר קל לענות עליה
את יכולה לתת דוגמה?
דקלה: נגיד אם יש לך שאלה ואתה יודע שמבקשים נגיד סיבה ותוצאה אז יותר קל לך לענות עליה ואם לא היית יודע היית יכול לענות על שאלה לגמרי אחרת.
אז כשאת אומרת סיבה ותוצאה איזו מן שאלה זו?
כן, זה כאילו זו סוג של דרישה בשאלה
משה?
תרשים זרימה והחשיבה תהליכית, לחשוב כמה צעדים אחורה או כמה צעדים קדימה נגיד מה יקרה הלאה או מה קורה לפני שהגענו לפה
אתה יכול להיזכר בשאלה שזה עזר לך בה לדוגמה?
משה: לא
OK זה מעניין אותי כל הדברים האלה, אבל אני רוצה לשאול:
האם מישהו מכם עושה שימוש במיומנויות מחוץ לכיתה? כאילו לא בשיעורי מדעים כשאני מבקשת את זה אלא בעקבות זה האם השתמשתם באחת המיומנויות מחוץ לכיתה?
דקלה: כן הפיצוח שאלה בכל המקצועות אפשר להשתמש בזה.
ואת עושה בזה שימוש, כלומר את מרגישה שאחרי שלמדת את זה את מתייחסת לשאלות קצת אחרת?
דקלה: כן
מור?
חוה: אני גם חושבת, כי זה שאר הדברים זה יותר מדעי מקרו ומיקרו
משה: אני יותר משתמש בסוג השאלות של חשיבה תהליכית
מורה: במקצועות אחרים גם?
משה: כן
מורה: עכשיו אשאל אתכם ספציפית על חשיבה תהליכית...
האם יש לפעמים בשיעור שאתם נדרשים לתת סיבה ותוצאה ואתם משתמשים במיומנות נגיד כותבים בתרשים זרימה
חוה: אני כותבת לא בתרשים זרימה
משה: רק אם יש צורך בזה
חוה: כן
דקלה: גם אני
מורה: האם יש ערך מוסף לתרשים הזרימה:
משה: אפשר להבין טוב יותר מה קורה
דקלה: זה עוזר לסדר כמו ציר זמן כזה,

משה: יותר מידע
חוה: זה עוזר לתאר את התהליך עצמו כשרואים את זה בתרשים את התהליך הזה
מורה: בעבודה האחרונה שכתבתם הייתם צריכים לעשות תרשים זרימה:
האם זה הבהיר לכם מה אתם יודעים והאם זה הבהיר לכם גם מה אתם לא יודעים?
כולם: כן
חוה: כן זה הבהיר, כי בשלבים מסוימים לא ידעתי מה לכתוב
מורה: אז כשנתקעת ולא ידעת מה לכתוב ידעת שאת זה לא מבינה
חוה: כן
מורה: מה עשית עם זה
חוה: ניגשתי לאינטרנט
דקלה: אתה יודע רק את נקודת ההתחלה ואת נקודת הסיום ולא את השלבים באמצע, נגיש עם העובר אי הוא נושם,
אתה יודע שיש עובר ושהוא נושם אבל אתה לא יודע מה קורה באמצע
מורה: ואז מה את עושה
דקלה: מחפשים את התשובות נגיד באינטרנט
מורה: ברגע שאתם מזהים שאתם לא יודעים משהו האם זה חשוב ללמידה?
כולם: כן
משה: תרשים זרימה עזר והשתמשתי בזה די הרבה בשיעורי ביולוגיה בעבודות כיתה
מורה: האם בארץ ישראל יש גם תהליכים?
חוה ומשה: יש הרבה
דקלה: נגיד איך עושה השלטון וכדו
מורה: אתם חושבים שיש מקום לשימוש בתרשים זרימה גם בארץ ישראל?
משה: כן
דקלה: כן כי גם בארץ ישראל יש צורך להבין משו אחד מוביל למשהו אחר אז יש רצף סיבות ותוצאות
חוה: אבל בהיסטוריה נגיד צריך לכתוב תשובה בטקסט ואי אפשר בתרשים זרימה
דקלה: כן אבל זה יכול לעזור להבין איך לרשום נגיד לסדר את המידע ואז לכתוב את התשובה כמו שצריך
מורה: כלומר נגיד בתור התחלה להשתמש בזה בתור מארגן התחלתי ואז לכתוב את התשובה
דקלה ומשה: כן
מורה: ואתם עושים את זה לפעמים?
כולם: לא
דקלה: לא אבל זה יכול היה לעזור
מורה: ונראה לכם שבעקבות הראיון הזה יש סיכוי שתעשו את זה אולי
כולם: כן (צחקו) אולי כן
חוה: להתכונן למבחן
מורה: למה להתכונן למבחן:
חוה: כי אזזה עוזר להבין
דקלה: כי זה יותר קל מאשר לקרוא את
משה: זה עוזר להבין את החומר
מורה: כמה אתם קוראים טקסטים מדעיים?
חוה: לא הרבה
משה: אני כן
מורה: אם היום הייתם קוראים טקסט מדעי הייתם משתמשים בזה
....
מורה: האם לדעתכם חשוב שלמדנו את המיומנות של חשיבה תהליכית?
כולם: כן
מורה: האם לדעתכם היה נכון להקנות את זה על ידי זה שקודם מגדירים מהו תהליך שיש לו ציר זמן שיש שם רצף של
סיבות ותוצאות שזה שינוי? האם נכון לעשות את כל ההקדמה הזו למרות שזה לא קשור לחומר לימוד?
דקלה: כן, כי אחרת לא נבין איך לעשות את זה
חוה: כן כי זה זה ממש (הדגשה בקול) להבין, לא לדלג על אף שלב נגיד... בתהליך
מורה: הרבה פעמים זה לוקח שעתיים שלוש על חשבון למידה. האם זה לדעתכם שווה?
דקלה: כי איך שנתת לנו את הדוגמה של ביהס בתחילת כיתה ט' זה עזר יותר להבין גם איך לעשות את זה בשיעור
מדעים
מורה: גם בחשיבה תהליכית עשינו על ילד שמאחר לביה"ס זוכרים את זה? עשינו על ילד שאחר לישון ולא קם בבקר
ואחר לביה"ס וניתחנו למה כל סיבה היא גם תוצאה, לדעתי הקדשנו שעתיים לנושא הזה,
משה: יש לזה משמעות
מורה: האם לדעתכם היה שווה להקדיש את הזמן הרב זה?..

כולם: כן

חוה: כן חשוב לא לדלג שלבים, כי אחרת לא נדע איך לעשות את זה

מורה: האם היה שווה להקדיש את השעתיים הללו?

כולם פה אחד: כן

מורה: כלומר בלי להקנות את זה מפורש זה היה פחות מוצלח?

חוה: כן כיו...

דקלה: כן, כי פחות קל להבין את התחום של המדעים צריך על תחום שהוא יותר מחיי היום יום שלך זה יותר קל להבין

את זה מאשר בתחום שהוא קשה בפני עצמו

מורה: כלומר, עדיף להקנות את זה על תחום שהוא יותר קל יותר מוכר משהו מחיינו ואחרי זה לחזור עם זה

למדעים?

....

מורה: האם אתם נתקלים בביה"ס בשיטות של הוראת מיומנויות עובדים על זה הרבה בשיעורים?

כולם: לא,

משה: את היחידה שעושה את זה..

דקלה: כן

מורה: בשיעורים אחרים לא נתקלתם?

דקלה: בעצם בהיסטוריה מלמדים איך לכתוב תשובה

חוה: אבל זה לא אותו דבר

משה: נגיד בהיסטוריה מלמדים אתך לכתוב את התשובה, אבל זה לא ממש הבנת הטקסט, כלומר מלמדים אותנו רק

את אופן כתיבת התשובה לא את הבנת הטקסט

מורה: כלומר מתייחסים יותר לתבנית התשובה?

כולם: כן

מורה: הייתם רוצים שזה יהיה יותר בשיעורים אחרים?

משה: סבבה

כולם: כן

מורה: הייתם רוצים שזה יורחב יותר לשיעורים נאחרים?

כולם: כן

מורה: אילו טיפים הייתם נותנים

חוה: תתחילי קודם בדברים כמו שאת עושה שאת מתחילה קודם בדברים שמוכרים לנו ורק אז לעבור לשיטות

מדעיות וכאלו

משה: נתינת תבנית ואז לפי דוגמאות. זאת אומרת יש את התבנית של התרשים התהליכי ולכתוב אחר כך, כמו

שאמרנו על הילד שאחר, וככה קצת על ידי יותר דגומאות פשוטות שמתקרבות למדעים ואז לעבור נושא השיעור

...

ראיון מלא – המורה א'

א' היקרה, כפרה עלייך, נשמה צדיקה טהורה, מורה מופלאה, חברה עמיתה, ואמא יוצאת מן הכלל... אה...מה

שלומך?

בסדר גמור, ב"ה.

אני רוצה לשאול אותך כמה שאלות על ההוראה ועל דרכי ההוראה

אוקיי

רוצה ככה לפתוח מה.. את חושבת בכלל. מה את חושבת בכלל על ההוראה איך התקדמת בהוראה מה הופך אותך

למורה יותר טובה?

כללי מידי

טוב תתחילי ונראה לאן הולכים

מה אני חושבת על ההוראה? אני חושבת שתמיד יש מה ללמוד ומה לשפר. אחד הדברים החשובים בהוראה זה

להתחדש ולראות איך אפשר לעשות דברים אחרת ולנסות אותם ולתקן. זהו בשביל זה אני פה. אני מרגישה שכל שנה,

בלי קשר לתוכנית הלימודים, אני משתפרת, וכל שנה יותר טובה מהקודמת, וחלק מזה זה ניסיון, וחלק מזה זה...

ניסיון מאוד חשוב, שאת יודעת במה התלמידים מתקשים מלכתחילה, וישר את יודעת איפה ללחוץ, וגם אופי כזה של

לנסות דברים חדשים, זה חלק מהעניין.

איזה דברים נגיד חדשים התנסית בהם בהוראה בשנים האחרונות בשנה שנתיים האחרונות?

[מרב לוחשת: קונסטרוקטיבזם...]

אז זהו בגדול, דבר אחד שאתה משתפר בו זה ידע. ככל שאתה..., אני זוכרת את השנה הראשונה, שהרבה דברים לא

ידעתי, אז פחדתי לפתח בהם דיון, וככל שיש יותר ידע בתחום

ידע תוכני?

ידע בתחום. וככל שיש יותר ידע בתחום, יש יותר ביטחון ואפשרות להקשיב ליותר שאלות, להתייחס יותר, ולתת יותר זמן לשאול יותר שאלות, מה שעשיתי פחות בהתחלה - זה היה ככה נורא נורא מתוכנן. וגם לתת לילדים למשל לחשוב, אם זה משהו קריטי, איזשהו תהליך, אז קודם כל יוצאים מהם, ואז לתת קודם להם הזדמנות לחשוב. הרעיון שלתת לחשוב בכלל, שלכל ילד לתת לו להזדמנות, אז קודם כל להוציא מהם זה גם משהו שלמדתי. בהתחלה הייתי שואלת שאלות, והילד הראשון שעונה - ישר עונה, ובמשך הזמן שמתי לב שיש הרבה שיכול להיות שאם את נותנת להם יותר זמן לענות אז הם עונים, שצריכים יותר זמן כדי לענות, אז אני יותר נותנת להם אותו. ובשנה האחרונה יש יותר דגש בעקבות הלימודים. יש יותר דברים שאני יותר מתקנת אותם. עד עכשיו היית כותבת להם "חסר" במבחן, והייתי אומרת להם מה חסר. לפעמים הייתי בשיעור של החזרת המבחנים אני יגיד איך עונים נכון, והיום למנוע את זה, זאת אומרת, כלומר, כל הקטע הזה של מלכתחילה, בעקבות מה שאת נתת דגש, איך לחשוב בצורה תהליכית. וכאילו, היום אני יותר שמה לב שאם אני שואלת שאלה בכיתה, ואני רואה מישהו שהוא טועה אז אם בעבר פחות - אוקיי הוא הבין, לא משנה איך שהוא ניסח - אז היום, זה היום, שיעור אחרון שעשיתי, אגב, פעם ראשונה, אני עוצרת ושואלת: טוב בואו תגידו: מה חסר בתשובה, איך שהוא ניסח, מה דעתכם על איך שהוא עונה? מה חסר בתשובה? מה דעתכם על התשובה? האם זו תשובה מלאה, או לא מלאה? מה חסר? את יכולה לפרט לי, כדי שאני אבין במה מדובר, אם את זוכרת?

... [חושבת] בידים. נושא של זרימת הדם וויסות הדם לאברים שונים בזמנים שונים. אז שאלתי: "מה היתרון?" ואז אחד התלמידים אמר: "כי כך האיבר יקבל יהיה לו יותר אנרגיה. ברגע שיש מאמץ קשה, אז יותר דם מגיע לשלד עכשיו מאשר בזמן מנוחה כי אז אותו איבר צריך לתפקד יותר טוב". אז אמרתי: "אוקיי". קודם כל אני רואה שאתה מבין, וזה יפה. בסדר, אני רואה שאתה באמת מבין, אבל השאלה היא אם משהו חסר בתשובה שלך?" ופתחתי את זה לכולם: "מה חסר?" אז הם התחילו לתת רעיונות, ובעצם מה שחסר זה הקשר, זאת אומרת, מה הקשר בין זה שדם זורם לשם, לבין זה שיש שמה יותר אנרגיה, איך זה קפץ מזה לזה? וזה משהו שעשיתי פעם ראשונה עכשיו השנה בעקבות אה...אז זהו

בעקבות מה? אם תוכלי לפרט קצת?

בעקבות מה שאת אמרת. כל הסיפור הזה של חשיבה תכליתית ותהליכית. כלומר, זה משהו שנמצא בנו תמיד, אבל עד עכשיו תמיד בדקתי את זה במבחנים, זאת אומרת, הייתי אומרת אתה לא מנסח את זה נכון. יודעים את זה מבינים את זה, מגיע המבחן ואז אתה אומר: "הוא יודע את התשובה למה הוא לא כותב?" "א": "למה הוא לא מציין את זה?" והם סתם מאבדים ניקוד. חלק בגלל שהם לא יודעים את הקשר, וחלק מזה בגלל שהם יודעים אבל זה נראה להם מובן מאליה, אז הם לא מצינים אותו. אז בכלל להגיד שכל דבר, איזשהו תהליך מסוים... וגם הניסוח שזה קורה כדי, כדי שיהיה יותר אנרגיה אז גם כן מבחינה זו... במהלך הלימוד, ולא אחרי שסיימנו ללמוד וכולם הבינו הגיע המבחן ואז: "בוא תחזור עכשיו ותראה איך אתה מנסח את זה אחרת" את גם מנסחת להם את הכללים ואיך אה...

לא, לא הגעתי לרמה כזו, כי זו שנתנה את התוכנית ואת ההסבר על נושא של חשיבה תהליכית ותכליתית אז ביקשתי ממנה שבאמת תיתן ... אני לא כל כך יודעת איך להעביר את זה לתלמידים, לא עשיתי את זה בצורה המפורשת, חוץ מלהגיד מה ההבדל בין שניהם. אבל אני מרגישה שבאמת הייתי צריכה לעשות להם שיעור על זה, עם דוגמאות מהיום יום, ואין לי פשוט את האיר, אין לי את הזמן לחשוב על האיר. כאילו, לפני שאני קופצת הלאה, הייתי צריכה להסביר, להביא רעיון, דוגמה כללית כזו, כמו הדוגמה של הילד בבית הספר. לתת איזו דוגמה כללית כזו.

את מרגישה שהיית רוצה לעשות דבר כזה אבל את לא עושה אותו?

אני לא עושה אותו

למה בעצם?

כי אני לא יודעת לעשות אותו.

מה היה גורם לך לעשות אותו?

אם היה לי איזושהי, אמרתי לך גם אז, איזושהי נניח... הבעיה היא שגם את, אבל זה לא אשמתך, כי את כבר, נניח אם הייתי מקבלת מצגת להעביר לתלמידים. לתלמידים ולא למורים ולקחת מזה, ממש, מן שיעור מובנה כזה, של איך ללמד את הנושא הזה, איך ללמד את זה בצורה מפורשת, עם כל הדוגמאות מהיום יום, ועם הסכמות האלו ותרשים הזרימה, וללמד אותם בכלל מה זה תרשים זרימה. אני כאילו מרגישה שאני לא יודעת איך... איך לעשות את זה, אז אני לא עושה. אז אני ישר עם הדוגמאות של הביולוגיה, ישר, כאילו, תוך כדי שיעור. אז אני בטוח מאבדת תלמידים, כי אם מישהו למשל שוחח עם, היה בדו שיח עם אותו תלמיד, לא יודעת מה, כי הוא לא הקשיב, כמו שלפעמים קורה לנו, שאנחנו לא מקשיבים שיעור שלם, אז הוא איבד את זה, אבל אם היה לי שיעור על זה, שיעור שלם לכולם, ותרגול נגיד הייתי מביאה דפים ועוד יתרגלו, ואז זה הרבה יותר קל כי הוא היה מבין למה אני מתכוונת, הרבה יותר טוב למה אני מתכוונת.

מה בעצם את היית רוצה לקבל כמורה?

את זה

את זה, זה אומר מה?

שיעור שלם שיעור מובנה איך מתחילים? מה עושים?

מהלך השיעור?

מהלך שיעור וגם שיש מצגת שמסבירה, ואני יודעת שאני יכולה לעשות את זה לבד, אבל סתם בא לי שיביאו לי. אני חושבת שאת, שיש משהו בזה שאת עושה את זה שנים, אז נראה לי יש לך את הכי הרבה ידע הכי הרבה דוגמאות. הבעיה היא שזה, כאילו, את שולפת את זה את, כי את חיה את זה ואנחנו עוד לא חיים את זה. מה שאת אומרת זה שנדרש שיעור?

שיעור ממש בתחילת י' אחרי הפתיחה של גוף האדם מתחילים, בואו נעצור רגע בואו נלמד איך חושבים ביולוגיה, ואת זה אנחנו נשליך עד סוף י"ב, את הכלי שאני אתם לכם עכשיו, כי זה ממש כלי, אז ממש להעביר אותו שיעור של שעה ואחר כך לתרגל את זה, ומה שיקרה בהמשך, זה מידי פעם לחזור. כלומר, זה לא שפעם אחת עושים ומפסיקים, כי אחר כך, אני מניחה, שגם אם אני יעשה יותר, שיעור פתוח מפורש וזה, אני בטוחה שיהיו בעיות אחר כך, אבל לפחות יש לי למה לחזור, יש לי אפילו, אני יודעת, בתחילת י"א לרענן את זה בתחילת י"ב לרענן את זה, ואז יש משהו כזה שפותר אותי מהרבה בלגן אחר כך, ומדוגמאות ספציפיות. ואם למשל הוא לא היה עונה ככה אז לא הייתה לי הזדמנות לבקר אותו, בעצם לא הייתי מדברת על זה, את מבינה מן שיעור ככה ביד.

את רוצה שיעור נגיד ומצגת, ואת חושבת... גם דרכים על איך לתרגל? ומתי לחזור? את חושבת גם כן? לא, זה נראה לי כל מורה והסיטואציה שלו. זה רק לתת ביטחון. אני חושבת שהדבר הזה מאוד מאוד חשוב, ואת ראית בכנס, שהרבה מורים התלהבו, ונראה לי שהרבה מורים לא ישתמשו בזה או שישתמשו בזה כמו שאני משתמשת בזה, תוך כדי שיעור: משהו אומר, ואתה אומר רגע, מה... אה תוך כדי. הזכרתי את זה השנה פעם ראשונה: ממש חשיבה תהליכית ותכליתית. בחיים לא אמרתי את זה מפורש. כאילו, זה היה יותר לתקן במבחנים, ואפילו להביא שאלה לכיתה, ולהגיד איך עונים עליה, גם עשיתי את זה לפני כן, אבל אף פעם לא אמרתי את המושגים האלה, וזה עושה סדר. ונראה לי שהרבה מורים התלהבו, והרבה אמרו: "וואי איזה חשוב זה", תשאלו כמה מורים עשו את זה בכיתה? אף אחד. אני רציתי לעשות. הסתכלתי על המצגת ששלחת, ואמרתי: "רגע", וזכרתי שעשינו אצל יעל ומה זה התלהבו מהשיעור הזה ומהנושא, ופתחתי את המצגת ואמרתי: "רגע אבל זה מצגת למורים", וגם שלחתי לך, ביקשתי ממך: "תשלחי לי את המצגת לתלמידים", ואמרתי לי: "אין כזה". אז את מבינה? אז איך עושים? איך עושים שיעור... כזה. וברגע שיש כזה שיעור, ותעבירי את זה למורים, ותעבירי אותו למורים, אז ישתמשו בזה, וזה באמת משהו שיעבור. כי כולם חושבים שזה נכון, וכולם נתקלים בזה כשבדקים מבחנים, וכולם כותבות אחר כך "חסר" על זה, ומתבאסות שהם כותבים "כדי ש...". אני חושבת שכולם, כולם, ואנחנו לא יודעים כל כך איך לטפל בזה. אז הקטע קודם כל מודעות-זה אחלא. שתיים: תכלס, איך אני עכשיו מפנה את זה לתלמידים... אז בעצם מה שאת אומרת זה שצריך להעביר את זה קודם מפורשות לתלמידים.. אה.. טוב, נגמר הזמן...

ראיון מלא מ'

השאלה הראשונה התייחסה לתרומתה של תוכנית רוטשילד ויצמן להוראה תוכנית רוטשילד ויצמן צמצמה פער של שנים... חשיבות של מיומנויות למידה – איך לגרום להבניית ידע אצל ילד, לגרום לילד להבין, ולהכיר אוכלוסייה של מורים בצורה אינטימית, ולהבין איך הם עובדים אילו דפי עבודה הם נותנים, נחשפתי לצרכי למידה אחרים מבתי הספר האליטיסטיים שאני לימדתי, ולראות איך מורים מתמודדים איתם. למה את מתכוונת במיומנויות למידה? אם תוכלי לפרט

מתייחסת למיומנויות טכנולוגיות: מצגות, מצגות מונחות עם שאלות ללמידה עצמאית...ולאקסל ולורד. איך לחזק את ההבנה של הילד. כרטיסיות למידה וגם יומני הלמידה⁴⁵. שתי מיומנויות שמאשרות למורה ליצור צ'קפוינט. האם התלמיד הבין כמו שצריך, תפיסות שגויות וכו'....

כל מה שצינת ציינת כלים טכנולוגיים, מבחן, יומני למידה שהכנסת להוראה כדי לאפשר לתלמידים ללמוד טוב יותר, האם את חושבת שחלו שינויים גם בדרך ההוראה שלך הפרונטלית האם חלו שינויים בשנים הללו? משהו שמאוד הפך לי בשנים האחרונות משמעותי וחשוב לקחת דוגמאות שגויות של תלמידים ולנתח אותם או הפוך לקחת שאלה פתוחה בעיקר שאלות פתוחות ולנסות על הלוח לראות איך בונים את הידע, קודם כל לראות כמה מהמילים החשובות שעולות, קודם כל בשאלה עצמה, אילו דגשים יש בשאלה, מהדגשים הללו מה אמור לצוץ לי בראש האם זה תהליכים? האם זה מבנים? ואז איך אני מחברת את כל הדברים הללו. להראות להם...

את יוצרת איתם אבחנה בין מבנים ובין תהליכים? את מבקשת מהם לעשות את ההבחנה הזאת? כן, כן. שוב, זה הכל הולך בדיון פתוח, אבל אני זורמת איתם לפי איך שהם זורקים לי. אם הם זורקים לי למשל מבנים אני משתדלת לארגן את זה באזור מסוים, אם הם זה תהליכים באזור אחר ואז להראות להם את ההפרדה. באזור אחר בלוח?

כן, וגם משהו שאני משתמשת כפתיח לנושא או כסיכום של נושא מה שאנחנו קוראים שמש מושגים, כבר כשאנחנו יוצרים את השמש הזו אני מארגנת את זה לפי קבוצות שיש להם משמעות ביחד אמרת שאת יוצרת על הלוח הפרדה בין מבנים לבין תהליכים. אני רוצה לשאול אותך למה חשובה לך ההפרדה? למה חשוב לך שיבחינו מה זה מבנה ומה זה תהליך? האם את עושה את זה הרבה? ואיך את מייצגת כל אחד מהם?

אני חושבת שההפרדה נובעת מצורך שלי בארגון. בד"כ אנחנו מלמדים לפי הצרכים שלנו. אני חושבת שהייחודיות ככל שהתפתחתי לאורך השנים האלה זה להראות את ההקשרים האלה. אם פעם הייתי רק מפרידה, אני חושבת שככל שאתה מתבשל עם התהליך של ההוראה אתה יכול להראות גם את ההקשרים, כיום אני מלמדת רוחבי ולא אורכי...יש רעיונות מרכזיים שהם עוברים בחתך אצל כל האורגניזמים.

אני מסבירה מערכת קודם את המבנה איך היא בנויה ואז אני מסבירה תהליך, עקרונות מתחילת שנה: שמונת העקרונות הביולוגי: הומאוסטזיס, התאמה בין מבנה לתפקיד... אני רוצה לשאול אותך בצורה ישירה:

בזמנו ביקשת ממני מספר פעמים שאני אבוא לבית הספר לבוא ולתת את הקטע של חשיבה תהליכית. ממה שאני שומעת נכון לרגע זה יש לך המון המון דרכים ללמד, מאוד מגוונות, מאוד מעניינות. לא נשמע שאת הקטע של המיומנות הזאת הכנסת לכיתה. ורציתי לשאול אותך: א' למה ביקשת ממני? וב' למה את מרגישה שזה לא נכנס לכיתה, אם אני באמת מבינה נכון שזה לא נכנס לכיתה?

לא רק שאני רואה שזה לא נכנס כיתה, אני אפילו רואה את זה בבחינים, גם אם אני כותבת להם נא להתייחס.... אין כמו שאת אומרת סיבתיות או כל מיני דברים מהסוג הזה. אני לא למדתי בדרך כזאת. אני הייתי מאוד רוצה שמישהו יבנה איתי איזה שהוא מערך כזה ויבוא איתי ויראה איך עשיתי את זה בכיתה, ממש ילווה אותי, כי אני חושבת שלי יש חוסר לדעת איך להעביר את זה, ממש אני בעצמי לא יודעת איך.. איך עושים את זה?

את אומרת: "אני לא משתמשת במיומנות של חשיבה תהליכית" וזה לא נכנס אצלך לכיתה כי את חושבת שאת צריכה יותר הנחיה פשוט?

אני חושבת שמה שתמיד הייתי עושה זה למשל בעזרת סכמת זרימה הייתי מראה להם: "אתם רואים זה חץ גורם לזה, חץ גורם לזה חץ גורם לזה", אבל אני לא באמת מבינה את זה כמו שאת הצגת בפנינו, שזה הרבה יותר מיוחד. אני לא יודעת איך לעשות את זה, אני צריכה פשוט לקחת דוגמאות של כמה שאלות ולראות איך שאת עושה את זה. לא העמקתי בזה עדיין, עוד לא נכנסתי לעובי הקורה של איך עושים זה, אבל זה משהו שמאוד מסקרן אותי, ואני חושבת שזאת מיומנות שאם הרבה מורים יוכלו לרכוש אותה, על ידי, שוב, לא הרצאה חד פעמית, אלא באמת על ידי איזשהו מספר הרצאות שבהם גם נתרגל את זה בעצמנו, אני חושבת זה ייתן איזושהי התבוננות מאוד חשובה לתלמיד, ולצורך אמיתי שהוא צריך בשיעורים בביולוגיה. כי אני כל הזמן אומרת להורים שבאים ואומרים לי: "אני לא מבין מה הבעיה שילד בשלוש יחידות מתמטיקה יבוא לביולוגיה?", ואני כל הזמן אומרת להם: "אני רואה את הקושי שלהם כשאנחנו מגיעים לתהליכים. יש בתיאור תהליך איזשהו חשיבה שהיא רלוונטית לאנשים בעלי יכולת מתמטית גם." אני רואה את האקוויולנטיות, וזה אחד לאחד. אתה רואה שלאורך השנים ילדים שפורשים או ילדים שפחות מצליחים, זה בעיקר ילדים עם קושי בלהתנסח בעיקר בשאלות הפתוחות, ועם קושי להבין תהליכים מורכבים, של מה שפעם הייתי מגדירה את זה כהתבוננות בחתכי רוחב, כאילו לדעת לקשר בין זה לזה....

אני חוזרת להבחנה שעשית בי תלמידי שלוש יחידות לתלמידי חמש יחידות (מתמטיקה). אמרת שאת חושבת שתלמידי שלוש יחידות לא יעמדו בזה, התייחסת גם בתחילת הראיון לאוכלוסיות שאמרת שאת לא מכירה כמורה, אילו האוכלוסיות שנכללות תחת שלוש יחידות מבחינתך?

כן

ומה את חושבת על האוכלוסיות הללו? את חושבת שהם מסוגלות ללמוד ביולוגיה חמש יחידות בכל זאת? אני חושבת שאם באמת, שיש בעצם שני קשיים: אחד זה חוסר הסובלנות של שאר התלמידים היותר מצטיינים לסבול באמת את הצורך הזה של התלמידים שצריכים מיומנויות יותר מפורטות, כמו שהסברנו כרגע, הסבר של תהליכים, הסבר של איך ניגשים לשאלה איך מנתחים אותה, הם פחות סובלניים לזה. והדבר השני גם, צריך יותר זמן. האני מאמין שלי הוא, שזמן הוא משהו שהוא, חד משמעית, מצרך מאוד חשוב בשביל להביא ילד להצלחה. ואם אנחנו מסתכלים מבחינה גנטית, ואנחנו אומרים שכל אחד יש לו פוטנציאל גובה, נגיד פוטנציאל הגובה שלי הוא בין מטר שישים למטר שבעים, השאר תלוי במה אתה אוכל, ואיפה אתה חי, ומה מעניקים לך והמון דברים, ופה אני רואה את זה. הנה השנה, למשל, ניגשתי לביה"ס להנהלה, וביקשתי מהם, בגלל שהם התעסקו הרבה באומנויות וגזלו לי הרבה שעות, השנה ניגשתי וביקשתי שש שעות. וראיתי, כמה שזה משמעותי שש שעות במקום חמש שעות, לאפשר לעשות דברים אחרים, שלא יכולתי לעשות כשיש לי חמש שעות.

- אני אשאל שאלה אחרונה: בזמנו, ביקשת ממני לבוא לצוות. למה בעצם?

- כי אני מרגישה שיש לך את המיומנות הזו בצורה מאוד מעמיקה

- איזו מיומנות?

המיומנות של להסביר מבחינת תהליכים, וסיבתיות, ומקור-מיקרו וכל הדברים שחשפת בפנינו, שאני אישית עוד קשה לי להפנים אותם, וקשה לי בטח ובטח להעביר אותם לצוות, וזה חשוב. שוב, אני רואה בזה משהו חשוב.

- למה זה חשוב?

זה חשוב מפני שזו מיומנות, כמו שהסברתי מקודם, שאם מורה ידע להנחיל אותה, הוא יוכל להעניק את זה לילדים שזה לא בא להם באופן טבעי. זה כמו לשים משקפיים נוספות לתלמיד, לדעת איך להתבונן על תהליכים מורכבים יותר, על חיבור בין שאלות בעיקר שמחברות יותר מתהליך אחד.

- ולסיום שאלה אחרונה

את אומרת בפעם החמישית אחרונה?

- אוקיי, לסיום השאלה החמישית האחרונה: את אומרת שזה נראה לך חשוב, שזה יכול לתת לתלמידים שאין להם את זה את הכלים, את שמעת את זה לא מעט השנה ובכל זאת את לא עושה בזה שימוש, ורצית לשאול מה יגרום לך ל... או מה יהפוך את זה ליישומי? ולמה לבוא לצוות? אולי גם הם יגידו זה חשוב, אבל זה לא יקרה, כלומר זה לא יגיע לכיתה. האם לדעתך חשוב שזה יגיע לכיתה, ואם כן מה היה גורם לזה להגיע לכיתה?
- זה חשוב שזה יהיה בכיתה, כוון מה שאני אמרתי, עוד הפעם, זה ישתרש רק אם המורה לא יקשיב, אנחנו רק הקשבנו ולכן לא יכולתי לקחת את זה. אנחנו צריכים לעבור תהליך של הבניית ידע בעצמנו. זאת אומרת: ממש לעבור סדירה, בתחילה נגיד הרצאה פרונטלית, שבה את מסבירה את הקונספט מה זה אומר, ואחר כך ממש לתת לנו לעבור את זה בעצמנו, לראות...
- מה זה לעבור את זה בעצמנו?
- תני לי שאלה ותגיד לי איך את לעשות את זה, ותגיד לי איך את עושה את זה, ולמה את עושה את זה ככה ואפשר לעשות את זה ככה.
- אני עכשיו התלמיד, ותעבירי את זה ממש עלי, פיזית, תראי לי מה לעשות, להקשיב לזה - זה לא ממש לעבור. זה כמו ללמוד סריגה ביוטיוב וללמוד סריגה שמישהו יושב לידך ומראה לך, ממש עושה לך עם היד: איך משחילים את העין ומחזיק לך את היד ומראה לך איך מכניסים את העין, את מבינה למה אני מתכוונת? יש כאלו שיכולים ללמוד סריגה מהיוטיוב ולומדים סריגה. אני לא. אני צריכה מישהו שישב לידי ויראה לי ממש: "הנה פה את מכניסה את העין ופה את מכניסה ... וככה את סורגת. את מבינה?" זה הבדל משמעותי. והרבה מורים, בגלל שזה תהליך כל כך מורכב, הם חייבים את ה- Scaffolding הזה, ממש זה כמו לתת פיגומים, ולא להקשיב להרצאה להגיד: "וואו הנושא הזה מעניין אותי ואני הולכת לעשות אותו". זה מאוד קשה
- שאני יביא שאלה ואגיד מה פה רמת המיקרו ומה זה רמת המקרו?
- כן. לא!! תעשו לבד עכשיו, ועכשיו תנתחו את זה
- תענו על השאלה?
- כן
- ואחר כך לנתח את התשובות?
- בדיוק, לראות דרגות שונות ולאן את רוצה להוביל כל אחד, ממש לעבור אתנו את השלבים האלו עד אני שאני לא אעבור
- כמו תלמידים?
- ממש, כן. יש הרבה סדנאות כאלו שנותנים למורים לעבור את החוויה בעצמם. כשהם עוברים את החוויה בעצמם זה לא כמו לשמוע על. זה ההבדל. וזה תהליך שאתה חייב לעבור אותו בעצמך. ורק כשאתה תעבור אותו בעצמך אתה תתחבר אליו לא רק ברציונל שלו, אלא באמת תוכל לאמץ אותו, ככה אני מרגישה לפחות
- את אומרת שאני למעשה הייתי רוצה שילמדו אותי שיעור ביולוגיה עם השיטה הזו או כמה שיעורים?
- נכון
- לא שילמדו אותי את השיטה, אלא שלומדים שיעור ביולוגיה עם השיטה הזאת, ושאני יתנסה בה נכון,
- ושאני אלמד כמו שאני לומדת בשיעור ושנתנסה בזה כמו תלמידה בשיעור
- בדיוק, בדיוק, אם אני אקח סתם מערכת מסוימת ואלמד בשיטה הזאת, אני יעשה בהתחלה, אני מתארת לעצמי, לקחת את המערכת הזאת ולעשות אותו דבר בכיתה, לראות מה אני מצליחה לעשות מתוך זה, ואם אני אראה שזה הולך לי טוב והתלמידים שלי למדו מזה אי בטוחה שאני יעשה את אותו קונספט על עוד מערכת, אבל אני צריכה אילת (חברה שהצטרפה וישבה עמנו): אז את יכולה אם כך לצפות,
- לא, זה בדיוק העניין, שאני לא רוצה לצפות. אני רוצה בעצמי, שאני יהפוך להיות התלמידה לשיעור מסוים, אני יהפוך להיות זו שעושה את זה, ואין ערך לצפות. רק אחרי שאני יעבור את זה בעצמי, ככה אני מרגישה לפחות. לא יכול להיות ששנתיים אני שומעת אותך ואני לא לוקחת את זה, משהו מוזר לי, וכל הזמן אני אומרת לך: "זה קשה לי תבואי את", למה אני אומרת את זה? כנראה שאני לא מצליחה לעשות את זה בעצמי.
- הבנתי. עכשיו תגיד לי, זו מיומנות די מורכבת יש בה הרבה חלקים הרבה מרכיבים: יש את המקרו מיקרו, יש בה בכלל את הזמן - ציר הזמן מה קודם למה רצף הסיבות והתוצאות, יש את הקטע הזה ל לחשוב אחורה בזמן סיבתי ולא קדימה בזמן את הסיבתי תכליתי שאם שואלים אותך מה גרם לזה אז אתה הולך אחורה בזמן ולא אומר למה זה טובל אלא, יש לזה כמה אלמנטים לתוך ה ומן הסתם הם לא נכנסים בשיעור אחד. אפשר בשיעור אחד להכניס את האלמנט הזה ובעוד שיעור את האלמנט הזה יכול להיות שגם כל מיני אלמנטים נלמדים ומקדישים להם זמן בכלל ללמוד אותם. אז איך מתמודדים עם דבר כזה? אולי לצמצם ולתת רק חלק מן המיומנות? איזה חלק הוא החלק החשוב בעיניך ואולי לעשות את זה לאורך זמן? מה את מציעה?
- תראי, אני אתן לך דוגמה שאספר לך עכשיו. לפני שבועיים היתה בחינה בבגרות במעבדה בביולוגיה 5 יחידות, ובגלל שאני רכזת נשארתי להשגיח שהכל בסדר. והנה יצא תלמיד שמסר ראשון, אז לקחתי את המחברת שלו להסתכל לראות מה הוא עשה. והתלמיד הזה לומד במקביל גם ביולוגיה וגם ביוטכנולוגיה. המעבדה עסקה באנזימים ובנשימה תאית שזה שזה נושאים שמופיעים בשניהם, נושאים שלומדים גם וגם. וזה דברים שנלמדים גם בביולוגיה וגם בביוטכנולוגיה שזה נושאים מקבילים בחלקם, והוא למד במקביל בתקופה הזו בשלוש השנים הללו אצל ארבעה מורים לא, חמישה מורים שונים. שלושה בביולוגיה ושניים בביוטכנולוגיה. ואת רואה שבכל התשובות שבהן צריך להסביר -

- אין הסבר, אין הסבר לילד הזה. זה ילד שלא יעבור יותר משמונים את הבחינת בגרות, כי לאורך כל השנים הללו לא לימדו אותו את הטכניקה להתבונן איך... והוא לא ילד טיפש, משהו שצמר לי, אני רואה את זה ואני רואה את זה אצל הרבה מאוד תלמידים ומה הפתרון לזה?
- הפתרון הוא ממש, אני אומרת עוד הפעם, זה צורך של הרבה מאוד מורים לדעת לתת לתלמיד את המיומנות הזו של לדעת להתבונן, ולא להגיד אור חסר אז אין פוטוסינתזה, אלא ממש להסביר למה? מה הוא עושה. איפה זה קורה. כל הזמן חסר ה'למה' וה'איך', יש: "כי זה ככה". ואני רואה את זה אצל הרבה תלמידים גם אצל מורים אחרים.
- טוב, יש משהו שאת רוצה להוסיף?
- איריס: יש משהו שהיית רוצה שאני אשאל אותך? ככה נגמרת בחינת הביוחקר בעל פה.
- משהו שהיית רוצה שאני אשאל אותך?
- אני חושבת שמה שמחזק את מה שאני אומרת, זה אחת המורות אצלי בצוות שעשתה הסבת מקצוע, אחרי שיש לה תואר שני והיא היתה חוקרת, והגיעה עם המון ידע, ושמעה הרצאה שלך בנתניה במחוז נתניה, והיא אמרה: "הרצאה מאלפת, אבל איך עושים את זה? אני לא יודעת איך עושים את זה". וזה רק מחזק את זה, שאני – אוקיי, אני כזאת, קשה לי, אני לא מבינה את זה, וזה הבאג אצלי. אבל, אני רואה את זה אצל עוד הרבה אנשים ממש ממש. וזה בדיוק העניין, שזה לא רק ספר איך סורגים, זה ממש ככה, ואם תזכרי את הדוגמה הזאת
- איריס: טוב, מה? אבל היא לא יכולה לבוא לכל המורים בארץ ולהעביר להם שיעור ביולוגיה
- למה. יש אהה... זה במסגרת השתלמות מחוזית, עושים
- איריס: מה היא תעביר להם שיעור ביולוגיה??
- כן, כן, ממש עושים את זה בצורה כזו. איך למדנו ביוחקר? למדנו הרצאה אחת על מה זה ביוחקר? לא. אני לא יודעת איך אתם... אנחנו מחוז חיפה ישבו עשינו את זה, ישבנו ניתחנו מבוא... עשינו ביוחקר, וממש ניתחנו את המבוא מה חסר, מה לא טוב בשאלת המחקר, מה חסר לו ב... ממש, לקחנו עבודה וניתחנו אותה אחד לאחד, כל שלב, כל שלב, מה אתם חושבים שפה לא בסדר, בואו נראה, הנה פה סגנון אחר, ממש, וזה עזר המון אם לא עוברים את השלב הזה, אם זה לא עושים את הבניית הידע הזו אצלך אתה לא יכול, זה כמו ללמוד לעשות בלונים ביוטיוב
- תודה רבה רבה רבה
- כפרה עלייך, ואני רוצה לראות אותך מרצה אצלי לא יעזור לך... (סוף הקלטה)

ראיון מלא נ'

- אילו שינויים חלו בהוראתך בשנתיים האחרונות?
- אנה: אני חושבת, שבארבע שנים הראשונות של ההוראה שלי העמקתי בעיקר במאמצים "לשלוט" בכיתה, וללמוד לעומק שיטות הוראה בסיסיות. לאחר מכן, לימדתי עוד שנתיים-שלוש בדרך שבנית לי. כשהגעתי לתוכנית, הרגשתי שאני שוקעת בבז' של רוטינה של הוראה. התוכנית הביאה לי רענון מאוד מאוד משמעותי – גם מבחינת קשר עם מורים אחרים, וגם מבחינת שיטות הוראה. מה שבטוח – בשנתיים האחרונות אני מרגישה "הרפתקנית" מבחינת התנסות בדברים חדשים. זהו, לדעתי, השינוי העיקרי מבחינה אישית. אני מנסה את העבודות של חברות בקבוצה בבכיתה שלי (יומן למידה, לדוגמה, ואת המצגות של הוראה מפורשת). אני מאמצת לי רעיונות שלמדתי באופן תיאורטי יותר, כמו למידה משותפת ושיטת SBF.
- עוד משהו מאוד חשוב – זהו בכלל הרעיון של "לשחרר" את התלמידים מההוראה שלי. אני חושבת, שזו בעיה מאוד קשה, שהתבטאה אצלי בעיקר בעבודה עצמית של תלמידים: בפרייקט ביוטק ובמעבדה. באמת, הייתי תמיד מאוכזבת מתלמידים שפתאום, לאחר המון זמן של למידה, מיליון מעבדות וטונה של שעות מושקעות – התלמידים מגמגמים ו"שוכחים" את כל מה שהם (כביכול) למדו.
- אחרי שהפניתי את התיסכול לרונית וגילת, קיבלתי שיעור מלא בשיטת ה"שוליינות". השנה גם ניסיתי אותה. אני לא יכולה להגיד, שבאופן מלא הצלחתי לשנות את ההוראה שלי, אבל לפחות הבאתי את עצמי לתחושה, שאני לא חייבת להיות צמודה ומודבקת לכל תלמיד בעבודה שלו. שנה שלמה הכרחתי את עצמי לא להצמד. אפילו לצאת ממעבדה בזמן ניסוי. להגיד לתלמידים "תנסה, תחשוב, נראה מה יצא", "לא יודעת, נראה איך ילך", "תנסה לבד", "תחשוב שאני לא פה". מבחינתי, זה השינוי האדיר.
- נורית: את מציינת פה שני שינויים מאוד שונים בעיני שרכזת לעצמך: מחד השינוי המרכזי הוא הפניית הזרקור לעבודה עצמית של התלמיד ומאידך ציינת בצורה שולית יותר שימוש בהוראה מפורשת. האם את רואה בשתי השיטות סתירה? האם את משלבת ביניהן? למה את קורית הוראה מפורשת? האם תוכלי להביא גם דוגמה כדי שזה יהיה ברור יותר?
- אנה: אני לא חושבת שיש סתירה. אלה שתי שיטות המשלימות אחת את השנייה. אי אפשר לתת לתלמיד ללמוד לבד בלמידה עצמית בלי להכין אותו לפני כן, בלי לתת לו כלי איך ללמוד. אולי, כך הלמידה לא ממש "עצמית", אבל לדעתי, כך היא היעילה ביותר. בכיתה י', בייחוד בהתחלה, הם לומדים מיומנויות. ורק אחרי זה – הם יכולים להיות עצמאיים. מה שכן – יש תלמידים, שיש להם קושי לעבור מהלמידה המפורשת ללמידה עצמית. הם לא רגילים, זה זר להם, זה לא מתאים לחלק מהם, הם מבקשים "תכתבי" ו"איפה החומר באמת?". גם בשלב הזה יש צורך לעשות סוג של

העברה משיטה לשיטה, כאשר שתיהן משולבות. עדיין לא הגעתי ליצור לעצמי דרך מיוחדת לעשות זאת באופן חלק, והתלמידים גם אמרו בראיונות שלהם ש"זרקת אותנו למים". אני חושבת, שזו המשימה שלי לשנה הבאה.

אנה מקסימה, למה את קוראת הוראה מפורשת? את יכולה בבקשה קצת לפרט אולי להדגים?

☺ שאלה מצויינת. ברור שזו לא הוראה מפורשת כמו שלך. אבל התחלתי (בעיקר בהשפעתך) ללמד מיומנויות. ממש קריאת גרף, קריאת טבלה, בנייה של תרשימי זרימה. אומנם אני מקשרת אותם חזק מאוד לתחומי הלמידה, והם לא "תלושים" וכללים, אבל זה סוג של למידה מאוד מונחית: גם מבחינה תוכנית, וגם מבחינה של מיומנויות. אולי, מבחינתי, זה יצירה בכוח של סכמות חשיבה.

תוכלי קצת לפרט מה את עושה?

אני אתן לך דוגמא של שיעור של הוראת גרפים. כי עשיתי אותו גם בכיתה ט' שלימדתי השנה, וגם בכיתה י' וגם ביא' (וקצת ביב', כי הם כבר חכמים ☺).

בכיתה ט', שלמרות שלמדו כבר שנתיים בחט"ב, ראיתי שממש אין מיומנות קריאת גרפים. ראיתי את זה כשציירתי להם גרף מאוד פשוט של פירוק חומרים במערכת העיכול על הלוח (ציר X הוא "תחנות" במערכת העיכול, וציר Y הוא כמות החומר, כאשר הדגמתי את זה על עמילן). שאלתי את התלמידים שאלה פשוטה – מתי מתחיל להתפרק עמילן (באיזו "תחנה" במערכת העיכול), ולהסביר מדוע זה קורה. התלמידים לא הבינו כלל מהגרף שהעמילן מתפרק. אמרתי לעצמי, שאם כך, אין לי ברירה – אני צריכה ללמד אותם לקרוא גרף.

את רצף השיעורים שעסקו בזה התחלתי בכותרת גדולה "קריאת גרפים" על הלוח, ושאלה המופנית לתלמידים "היכן אתם פוגשים גרפים?", כאשר היו המון תשובות העוסקות דווקא בתחום הפירסום והמדיה. מתוך כך עלה הצורך לשאול "אז הגרפים זה חשוב? האם זה חשוב לצרכנים? מדוע?" ושוב, התלמידים העלו המון צרכים ומדוע יש חשיבות לכך.

אמרתי "אז היום מתחילים ללמוד איך עושים גרף".

צינתי את המרכיבים החשובים ביותר: צירים, כותרת וכותרות צירים.

התייחסתי ליחידות וחשיבותן: נתתי כדוגמא שני גרפים של גידול חיידקים – עם מספרים רגילים ומספרים לוגריתמיים. ביקשתי לתת לי דוגמאות עם צירים שונים, ובאופן מפתיע קיבלתי שלל תשובות – לגבי בדיקות דם, כספים, ציונים, אחוזים ועוד.

בשיעור הבא הראיתי את המצגת ששלחת לי, שלדעתי, היא נפלאה, בייחוד בגלל ברמת הפירוט שלה, ובגלל שהיא מאוד מאוד מתייחסת לכל הדברים החשובים. ניתחנו אותה.

נתתי לתלמידים עבודה לבית – למצוא לי מהעיתונות (והאינטרנט) שלושה גרפים שונים, כאשר לכל גרף צריך לכתוב כותרת, לציין מהן כותרות הצירים ומה היחידות. משהו מעבר להוראה שלי – התלמידים גם היו צריכים לכתוב מהי מסקנתם מהגרף.

אני חושבת, שבקשה למסקנה הייתה קצת מוקדמת לחלק מהתלמידים. רובם (כיתה מדעית, בכל זאת) הצליחו, אך חלק מהתלמידים התקשו מאוד.

לאחר מכן היו 2 שיעורים עוקבים עם דוגמאות של גרפים – נתתי דוגמאות הקשורות למזון ולמערכת העיכול, כמו כן דוגמאות של בדיקות דם עוקבות. הניתוח נעשה בדיון כיתתי, ועבודה כאילו עצמית של התלמידים בכיתה. הייתי מאוד צמודה ועברתי בין התלמידים תוך תיקון הטעויות שלהם.

חזרנו לנושא הגרפים כל 2-3 שיעורים, באיזושהי דוגמא.

לשימחתי, במבחן מפמ"ר, כ-90% מהתלמידים ענו באופן מלא ונכון על שאלות גרפים...

נורית: מה שאת מתארת מאוד יפה הוא באמת דוגמה להוראה מפורשת כולל עקרון ההרחבה של פרנקנשטיין (הרחבה לגרפים בתחומים נוספים)

אנה: אני לא יודעת מה זה

(הסבר קצר)

אנה: לא ידעתי שאני עושה את זה

נורית: אבל עשית את זה מאוד יפה

אנה: כן, כי זה בעיקר מה שהם העלו

נורית: בסדר אבל שהרחבת איתם, וגם אחר כך חזרת למיומנות שלימדת דרך דוגמאות שונות שוב ושוב "כל 2-3 שיעורים" כפי שכתבת, ותרגלת למעשה שוב ושוב את המיומנויות שזה ממש הוראה מפורשת והדרכה ותרגול שלה (מעין שוליינות קוגניטיבית)

מה את חושבת הביא אותך לשימוש בצורת ההוראה הזו לגבי גרפים? אילו גורמים עוררו אותך אליה?

האם גם בעבר לימדת בצורה שכזו?

צורך. אני רואה שנה אחרי שנה, שלתלמידים לא "נופל אסימון" עם גרפים, עד שלב מאוחר מאוד (בערך סוף יא-תחילת יב) כשהם פשוט נאלצים לעשות גרפים בביוטכנולוגיה ובביולוגיה (בייחוד ביוטופ, מעבדה, ביוטק, ביוחקר). חשבתי הרבה זמן, שזה סוג של התקדמות קוגניטיבית שהם צריכים לעבור, אולי למידה עצמית (תמיד הייתי אומרת "עד שהם לא יושבים כמה שעות עם אקסל, זה לא יהיה ברור להם" למורים בביולוגיה). אחרי זה ראיתי, שצריך בכל זאת חשוב: קודם כל, יש דברים שלא הצלחתי להסביר בלי גרף בכיתה. שנית בכל זאת, מבחן המפמ"ר עם הדרישות שלו. ושלישית... דיברנו על זה בקבוצה שלנו.

החלטתי לנסות, בייחוד שהיה לי זמן בכיתה (כיתה טובה, עברנו מהר את החומר התיאורטי), והתלמידים היו "בעונש" ולא הכנסתי אותם למעבדה. החלטתי, שזה בדיוק הזמן לתת להם משהו שאף פעם לא ניסיתי, ולראות איך מתקדמים.

יצא, דרך אגב, מעולה, לכן נתתי גם בכיתות י' ויא' את אותה המצגת (למרות שממש לא היה לי זמן לזה), וגם העברתי אותה למורות הביולוגיה בצוות, והן השתמשו בה בכיתות יב', לקראת בגרות מעבדה. לא, בעבר לא לימדתי את זה. מאיזו סיבה... קשה לי להגדיר אותה במדויק.

שאלה אחרונה:

מתי דיברנו על זה בקבוצה?

אני לא זוכרת מתי זה היה. כי שלחת לי את זה כבר לפני שנה

נראה כאילו השלכת את ההוראה המפורשת על תחומים נוספים שלא התייחסתי אליהם כאשר הצגתי את הפרוייקט שמתייחס להוראה מפורשת של חשיבה תהליכית. נראה לי שבד"כ זה [ההשלכה] לא קורה, איך את מסבירה שאצלך זה קרה?

כי כי (סימן תהיה צחוק)

כי את אדם מוכשר

אני חושבת שאני מוכשרת בהוראה, זו תחושה טובה שלי, אבל אהה לגבי ספציפית לגבי זה, למה אני בכלל משליכה את זה על דברים אחרים, וכן מנסה לדחוף? כי אני רואה את התוצאות. ברגע שאני רואה שזה מוצלח מאוד שזה טוב לתלמידים, שהתלמידים מבינים באמת, שזה נותן להם את המיומנות הזו, לא רק בתחום שלי אלא גם בתחומים אחרים, ובתכלס, זה נותן לי מחמאות בסוף גם מההנהלה ומהצוות, אז זה מאוד תומך ומאוד דורש לעשות את זה הלאה אפילו, לכן זה משהו שאני יעשה יותר, כן, יכול להיות שאני אקח את זה לתחומים נוספים.

את מנחה גם את הצוות נכון? את מלמדת גם את הצוות?

לא עוד לא, לא התחלתי ללמד את הצוות. נתתי לצוות חוברת של החקר שעשיתי, לא הלך. רק מורה אחת עשתה מתוך הצוות מדעים, השאר אמרו: "אין זמן, לא יכולים, זה ילדים לא משהו..."

איזו מורה עשה בזה שימוש? ולמה דווקא היא לדעתך?

של מופת. למה? כי זה זאת שלומדת בעברית

מהוראת המדעים תואר שני?

כן, ויש לה... כי היא טובה, השאר אמרו אין זמן, אין אפשרות, מה את חושבת שהילדים האלו יוכלו? מה את זה, מה את פה... אני חושבת שזה חשוב, ובישיבת סיכום שנה עם ההנהלה זה אחד הדברים שהעליתי אותם, ויונחתו בשנה הבאה למורים כחובה

מה זאת אומרת זה אחד הדברים שהעליתי אותם? את יכולה להסביר מה זה ה"זה"?

לעשות חקר במפורש, יחידה של חקר מפורש. קודם כל זה משהו שנדרש על ידי המפמ"ר, ושנית ההנהלה לוקחת את הנושא של הוראה משמעותית כנושא הדגל לשנה הבאה והעליתי א ב ג ד ה ו שצריך לעשות בשביל הוראה משמעותית, והחקר זה אחד הדברים שאני יודע שהולכים להיות מונחתים על חטיבת הביניים, הם עוד לא יודעים את זה, אבל זה הולך להיות מונחת, וביקשתי גם לעביר להם קצת חומרים בנושא של חקר דווקא ויכול להיות, סביר להניח שאנייכנס להם גם את הנושא של טבלאות וגרפים, זה חלק בלתי נפרד. עכשיו, אני לא יודעת איך זה יתקבל, הצוות שם בחלקו הוא צוות נורא חם ותומך וכיפי ומקבל את הדברים האלה, ורוצה לחדש, אבל יש מורים בצוות שיותר קונסרבטיבים ולא ככה מלמדים, ולא זה, ולא מוכנים, והתירוץ הוא תמיד: הכיתה שלי היא כיתה קשה ומה היית אומרת [להם]?

לחכות לכיתה מקדמת, מה?

דווקא בכיתה כזאת?

אני חושבת שזה מאוד מאוד מתאים ספציפית, הם צריכים לעבור איזשהו מחסום שיש אצלם

איך את תעבירי אותם את המחסום הזה לדעתך?

אני לא יודעת עדיין, אני לא יודעת, אני צריכה לחשוב,

זו גם השאלה שאני שואלת את עצמי בעבודה הזאת

תביאי לי את העבודה שלך בסוף, יהיה לי על מה להתבסס אני לא יודעת

אני אשלח לך אותה, אני לא בטוחה שתרצי לקרוא אבל אני אשלח

אני אקרא רק את הסיכום

אוקיי

אני לא יודעת איך אני הולכת להעביר אותם את המחסום הזה. אני חייבת להגיד שניסיתי להעביר כמה מחסומים במהלך השנה, יש כאלה שהצלחתי, יש כאלה שלא הצלחתי. מנסים, לא? אני לא יודעת אני באמת לא יודעת אני חושבת שזה יהיה הדבר הכי קשה, תבואי אלינו לביה"ס תנסי להעביר את המחסום

את חושבת שאני יצליח יותר טוב?

אני חושבת שקודם כל את תעשי את התואר פה ואחרי זה תחזרי

אני יחזור להוראה

אני חושבת שתוכלי לעשות את זה בתכלס, אני לא יודעת

גם אני לא כל כך יודעת תשובות, לחלק זה עובר ולחלק זה פחות, זה היה גם אצלנו לא??