

מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה

לומדים מתמטיקה בסביבה טכנולוגית מתוך סיטואציות מחיי יומיום

פרויקט גמר לתואר שני ללא תזה במגמה לטכנולוגיות בחינוך,
החוג ללמידה הוראה והדרכה, הפקולטה לחינוך, אוניברסיטת חיפה
פרויקט במסלול עיצוב, הטמעה ומחקר

מוגש על ידי

סמר סגיר

יולי 2013

תקציר

סביבת הלמידה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה" הנה סביבה ממוחשבת הבנויה לתמוך בלמידה היברידית בכיתה ח'. כשמה היא, פותחה על מנת ללמד נושא "יחס ופרופורציה" במתמטיקה באופן שיתופי בתוך קהילה להבניית ידע. המטרה מעיצוב פדגוגי זה היא ליצור חווית למידה עשירה שתעשיר את עולמם של התלמידים בידע שנבנה בהקשר לימודי מתוך סיטואציות מחיי היומיום ומהסביבה הקרובה של התלמידים. הסביבה פותחה במסגרת פרויקט גמר לימודי תואר שני במגמה לטכנולוגיות בחינוך באוניברסיטת חיפה.

הסביבה מבוססת על עקרונות עיצוב סוציו-קונסטרוקטיביסטיים (Kali, 2007), כאשר ההוראה והלמידה בה מבוססות על עקרונות התיאוריה המצבית (Brown, 1989) תוך דינמיקה בקהילה בונה ידע (סלומון, 2000; Brown, 1994; Scardamalia & Bereiter, 1994). מאפיינים שונים של סביבת הלמידה המושפעים מעקרונות אלה, נחקרו אמפירית ע"י הפעלת הסביבה בבית ספר חטיבת ביניים בצפון הארץ.

הממצאים מעידים על כך שלתלמידים קיימת מוטיבציה להשתתף במשימות ממוחשבות בתוך קהילת למידה יותר מאשר משימות לעבודה פרטנית. כמו כן, קיים קשר בין הנאה מלמידה ובין אותנטיות של סביבת הלמידה מצד אחד, ובין דפוס השימוש בטכנולוגיה מצד שני. בעקבות הליך מחקר זה ותוצאותיו, קיימות התייחסות להשפעת סביבה מעין זה על מערכת החינוך, כמו כן, המלצות לגבי מחקרי המשך.

תוכן העניינים

1.....	מבוא	.1
2.....	רקע תיאורטי	.2
2.....	1.1 לימוד בסביבה אותנטית	
3.....	1.2 קהילה בונה ידע	
4.....	1.3 רב-ייצוג כאמצעי לפישוט והעמקת הידע	
4.....	מטרת הפרויקט ושאלות המחקר	
5.....	3. עיצוב סביבת הלמידה (שיתופי חלקית)	.3
5.....	3.1 סביבת הלמידה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה"- רציונל	
5.....	3.1.1 העיצוב להוראה	
7.....	3.1.2 העיצוב ללמידה	
7.....	3.2 קהל היעד	
7.....	3.3 מרכיבים עיקריים בתוך הסביבה:	
10.....	3.3.1 תיאור	
10.....	3.3.2 תכנית המסע	
10.....	3.3.3 רשימת הנוסעים	
10.....	3.3.4 עזרה טכנולוגית	
10.....	3.3.5 תחנת משימות שיתופיות	
11.....	3.3.6 תחנת הערכה	
11.....	3.4 עקרונות העיצוב של רצף הפעילויות	
12.....	3.4.1 פעילות שמיישמת את עיקרון "הלומדים משמשים כמנחים לעמיתיהם"	
12.....	3.4.2 פעילות שמיישמת את העיקרון "שימוש בתוצרי לומדים כמשאב ללמידת המשך"	
13.....	3.4.3 פעילות שמיישמת את עיקרון "שיתוף הלומדים בתהליך ההערכה"	
13.....	3.4.4 פעילות שמיישמת את העיקרון "תמיכה בפעילויות במגוון מבנים חברתיים"	
14.....	הפעלה	.4
14.....	4.1 הסביבה הלימודית	
14.....	4.2 ההתארגנות לקראת ההפעלה	
14.....	4.2.1 מקבלי החלטות בבית הספר	

15.....	תיאום עם המורה למתמטיקה.....	4.2.2	
15.....	פנייה לתלמידים והורים.....	4.2.3	
15.....	סביבת הלמידה.....	4.2.4	
15.....	תיאור כללי של תהליך ההפעלה.....	4.3	
16.....	אינטראקציה עם המורה.....	4.3.1	
17.....	חומרי למידה ואינטראקציה עם התלמידים.....	4.3.2	
18.....	שינויים בסביבת הלמידה.....	4.4	
18.....	שינויים כלליים.....	4.4.1	
19.....	שינויים נקודתיים.....	4.4.2	
20.....	תובנות ודרכי פעולה עתידיים.....	4.5	
20.....			5. מחקר
21.....	שיטות.....	5.1	
21.....	מתודולוגיה.....	5.1.1	
21.....	משתתפי המחקר.....	5.1.2	
22.....	כלים ומקורות מידע.....	5.1.3	
24.....	דרכי ניתוח.....	5.1.4	
24.....	ממצאים.....	5.1.5	
26.....	מגבלות המחקר.....	5.1.6	
26.....	דיון, מסקנות והשלכות.....	5.2	
29.....	רפלקציה על ההתפתחות המקצועית שלי / רפלקציה על תהליך המחקר.....	6	
29.....	עיצוב.....	5.1	
31.....	הפעלה.....	5.2	
32.....	מחקר.....	5.3	
33.....	תובנות לגבי התהליך.....	5.4	
34.....	דרכי המקצועית.....	5.5	
35.....	תודה.....	5.7	
36.....			מקורות
i.....			נספחים

1. מבוא

בשנים האחרונות מערכות החינוך בארץ ובעולם עוברות שינויים משמעותיים בדרכי הוראה, למידה והערכה, מתוך הזיקה של מערכות אלה להיות רלוונטיות לעידן הטכנולוגי בו אנו חיים. מכאן פותחו תכניות לאומיות ואחרות במטרה להטמיע את הטכנולוגיות החדשות הקיימות כיום באופן מיטבי במערכות החינוך, על מנת למנף את תהליכי ההוראה, למידה והערכה.

עיצוב סביבות למידה מבוססות מחשב הנשענות על תיאוריות למידה שונות אינו טריוויאלי, ואף מצריך התחשבות בשני רבדי עיצוב: טכנולוגי ופדגוגי. עבודה זו מתייחסת לסביבת למידה היברידית, "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה", סביבה שעיצבתי עבורה אתר אינטרנט מלווה בשיתוף עם שתי עמיתות: אבתסאם קעדאן ואמאני סלאמה בהסתמך על מאגר עקרונות עיצוב שפותח ע"י קלי (Kali, 2006). מאגר זה משמש קהל מעצבי סביבות הלמידה המתקשבות כקווי מתאר הנשענים על מחקרים רבים שנעשו בתחום.

הסביבה המתקשבת "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה", מיועדת ללימוד נושא "יחס ופרופורציה" לכיתה ח' בצורה אותנטית, ומתייחסת לנושאים מתוך תכנית הלימודים במתמטיקה של משרד החינוך בישראל. הנושאים בסביבה מוצגים בגישת 'פתרון בעיות', כך שהדגש הוא על סיטואציות מחיי היומיום. בסיטואציות אלה, הלמידה הנה אותנטית ומקשרת את החומר הנלמד לחיי הלומדים מחוץ לכותלי בית הספר. למידה זו מדגישה את רלוונטיות המתמטיקה לחיי היום-יום של הלומד, ומדגישה את הצורך להשתמש בידע שהתלמיד הבנה ככלים לפתרון בעיות ולא להתייחס אליו כאוסף עובדות בלבד (Herrington, 2000). דגש מיוחד הושם על וויזואליזציה של תכנים מתמטיים לצורך פיתוח הבנת המושגים, וגם על סוגי משוב שונים; ממורה לתלמידה, או מתלמיד לעמיתו, לצורך הרחבת הידע האישי והציבורי (ירושלמי, 1999) ופיתוח יכולות הלומד למכוונות עצמית בלמידה. הסביבה בבי"ס חט"ב ממלכתי בצפון ישראל, בכיתה בת 26 תלמידים בעלי הישגים לימודיים מעל הממוצע של בית הספר בממתמטיקה.

בעבודה זו אעמוד על מאפייני העיצוב הפדגוגי הנתמך במחשב של הפעילויות השונות בסביבת הלמידה המתקשבת: "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה" אשר יצרו אצל התלמידים מוטיבציה להשתתף באותן פעילויות, דבר שיכול לכוון לבחירת אבני דרך לעיצובים עתידיים של סביבות למידה ממוחשבות.

2. רקע תיאורטי

בסקירת הספרות להלן קיימת התייחסות למחקרים ולהיבטים שונים הקשורים לעיצוב סביבת הלמידה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה" והטמעתה במערכת החינוך. לעיצוב סביבת הלמידה הוקדשה מחשבה רבה ושיקולי דעת רבים נלקחו בחשבון בהתחשב בתיאוריות מתחום החינוך ומדעי הלמידה בכלל והחינוך המתמטי בפרט, במטרה להקנות לה פוטנציאל רב לתמיכה בהוראה ולמידה (רוני-פורמן וקלי, 2006). הדגש הנו על עיצוב סביבת למידה הוליסטית; כאשר קיימת התייחסות לתכניה, פעילויותיה, היחסים שבה, והתפקידים שמשתתפיה ממלאים (סלומון, 2000), במטרה לאפשר למידה משמעותית באמצעות הכלים הטכנולוגיים העומדים לרשות המורה והתלמידים.

1.1 לימוד בסביבה אותנטית

תרבות הלמידה בכיתה שבאה לידי ביטוי במה שתלמידים עושים על מנת לבצע פעולות מכוונות למידה כמו קריאה, כתיבה, דיבור, שאילת שאלות וכו', משפיעה רבות על הידע שתלמידים בונים ועל הדרך שהם משתמשים בו (Brown, Collins & Duguid, 1989). כאשר קיימת הפרדה בין הידע לבין הקונטקסט, התלמידים תופסים את הידע כמטרה יותר מאשר ככלים שניתן להשתמש בהם להתמודדות עם בעיות בהקשרים שונים. במלים אחרות, קל לרכוש כלים אך לא בטוח שניתן להשתמש בהם (Herrington & Oliver, 2000; Brown et al., 1989).

חוקרים רבים משוכנעים כי למידה בסביבה מבוססת טכנולוגיה לא בהכרח מאפשרת לימוד משמעותי ויעיל ויכולת לקשר ולהעביר את הידע הנבנה לסיטואציות בחיי היומיום (Seng & Hung, 2003). ג'ונסן (Jonassen, 1999) למשל מציע מודל לעיצוב סביבה קונסטרוקטיביסטית המכוונת את הלומדים ליצור משמעות לתכנים. המודל מבוסס על כלים קוגניטיביים המעניקים תמיכה ללומד בשלבי פתרון בעיות וביצוע משימות, כך שמנחים את הלומד על ידי משוב מעצב לגבי מה נעשה נכון ומה יש לשפר. לפיכך, חשוב לספק ללומד הזדמנות למידה על ידי טעיה, קבלת משוב ותיקון הטעויות (Ip & Naidu, 2001). במצבים אלה התלמידים רוכשים מיומנות ויכולת לשים לב לסיטואציות בהן ידע חדש מיושם ובא לידי ביטוי (Bottge & Hasselbring, 1993).

בסביבת למידה אותנטית אם כן, הלמידה מתבצעת בתוך הקשרים שבאמצעותם יוכל הלומד להשתמש בידע שהוא בנה בתור כלים להתמודדות עם סוגיות בחיי היומיום. כמו כן, קיימות פעילויות ובעיות פתוחות (קיימות להן אפשרויות פתרון שונות שאינן ידועות מראש) אשר קשורות לחיי היומיום (Brown et al., 1989).

1.2 קהילה בונה ידע

הלמידה כתהליך קונסטרוקטיביסטי בו הלומד בונה את הידע שלו באופן פעיל, הנה עניין בין אישי לא פחות מאשר היותו אישי (סלומון, 2000). למידה בתוך הקשר חברתי יכולה להעצים את הידע של הפרט ואת חווית הלמידה שלו באמצעות חניכה קוגניטיבית – Cognitive Apprenticeship (Scardamalia & Bereiter, 1994) על ידי המורה כמומחה בתחום הדעת, או באמצעות הוראה הדדית - Reciprocal Teaching (Brown & Campione, 1994) בה התלמידים מובילים את הלמידה בתוך קבוצות למידה קטנות. סקרדימליה וברייטר (Scardamalia & Bereiter, 1994) מתארים שלושה מאפיינים עיקריים לשיח בקהילה בונה ידע: (1) הדגש הנו על פתרון בעיות יותר מאשר התייחסות לנושאים בצורת מידע פסיבי, כך שהצגת בעיה בפני הלומד יכולה לעורר למידה פעילה והבניית ידע. (2) בניית ידע קבוצתי באמצעות אינטראקציה חברתית ושאלות במטרה להפיק הבנה. (3) הרחבת קהילת הלמידה והמגע החברתי כך שאינטראקציה עם אנשים שונים והמשובים שלהם על הידע של הלומד יעשירו אותו ויאירו כיווני מחשבה חדשים.

ווייט ועמיתיו (White et al., 1993) בדקו את השימוש במשוב מתקן כהנחיה לתיקון של תשובות שגויות במטרה להביא את הלומדים לרמה קוגניטיבית גבוהה. נמצא, כי תלמידים אשר קיבלו משוב (כגון: "מה פירוש הדבר?", "נסח מחדש את השאלה במילים שלך"), עבדו ברמה קוגניטיבית של פירוש התופעות המתמטיות, ולכן הצליחו בלימוד יותר מנבדקים שקיבלו משוב סופי ("יפה מאוד" או "נסה שנית") ועבדו ברמה קוגניטיבית של שינון וזכירה. גם ירושלמי טוענת כי משוב אשר ניתן לתלמיד לאחר שהפעיל שיקולי היגיון ושיקולים מתמטיים, יגרום לו סיפוק אינטלקטואלי ואתגר (ירושלמי, 1999). למשוב קיימת חשיבות ביצירת חווית למידה מיטבית כך שצ'קסינטמיהיי (Csikszentmihalyi, 1990) מציע כי חשוב שלמשימה תהיה מטרה מוגדרת, כך שבכל שלב בביצוע, יוכל מבצע המשימה לדעת

מידת התקרבותו למטרה. ובכן, "כמעט כל סוג של משוב יכול להיות מהנה כל עוד יש לו קשר הגיוני למטרה שהושקעה בה אנרגיה נפשית" (p. 57).

1.3 רב-ייצוג כאמצעי לפישוט והעמקת הידע

מתמטיקה היא אחת הדיסציפלינות המופשטות והמורכבות ביותר שמאתגרת את התלמידים ושטמון קושי רב בהבנתה. מחקרים מראים כי, למידה באמצעות ייצוגים מרובים תוך קישור ומיפוי בין הייצוגים, עשויה להוביל להעמקת ההבנה של מושגים מתמטיים ולהקלת העברת השימוש בהם להקשרים שונים. ההתפתחות בתחום הטכנולוגי בשנים האחרונות מעניקה אפשרויות רבות לפיתוח הרב ייצוג (ירושלמי, 1999).

פרידלנדר וטבח (2001) סבורים, כי תהליך למידת אלגברה הופך ליותר משמעותי ויעיל כאשר הוא מתבצע בסביבה רבת ייצוגים, סביבה המקשרת בין הייצוגים המילוליים, המספריים, הגרפיים והסימבוליים. ניצול הטכנולוגיה לצורך המחשת הקשר בין ייצוגים באלגברה הנו נפוץ מכיוון שסביבת לימוד מבוססת טכנולוגיה עשויה, בתכנון ובעיצוב נכונים, לתרום להעשרת אוסף המושגים סביב נושאים מתמטיים שונים ולהעמקת הבנתם ע"י המחשתם באופן ויזואלי (ירושלמי, 1999). שילוב אנימציות רלוונטיות וממחישות, מספק לימוד חווייתי תוך מתן דוגמאות מגוונות ודינמיות, דבר העשוי לשפר את יכולת הזכירה הוויזואלית (פטקין, 1994). ייצוגים מרובים יכולים לתמוך בבנייה של הבנה עמוקה יותר כאשר הלומדים מייחסים ייצוגים אלה לזיהוי המאפיינים הקבועים המשותפים לתחום, ולזיהוי מאפיינים של ייצוגים בודדים (Ainsworth, 2008).

מטרת הפרויקט ושאלות המחקר

המטרה שעמדה מאחורי עיצוב סביבת הלמידה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה" הנה מתן הזדמנות לתלמידים ללמוד את נושא "חס ופרופורציה" במתמטיקה לכיתה ח', תוך למידה אותנטית וחוייתית המשלבת את המתמטיקה בחיי יום-יום. תהליך למידה זה מדגיש את הרלוונטיות של הנושא לחייו האישיים של הלומד, ועל פי התיאוריה המצבית, עשוי להעלות את המוטיבציה של התלמידים ללמוד.

המחקר בפרויקט זה תוכנן כדי לבדוק השפעת עיצוב סביבת הלמידה בהיבטיה השונים על התנהגות הלומדים בה. על כן, שאלת המחקר היא:

מה הם מאפייני העיצוב של המשימות בסביבת הלמידה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה" שהתלמידים היו מעורבים בהן במידה רבה? ומה הקשר בין המאפיינים השונים של סביבת הלמידה, לבין חווית הלמידה המיטבית?

3. עיצוב סביבת הלמידה (שיתופי חלקית)

הגרסה הראשונית של פרק זה נכתבה על ידי שלוש מעצבות סביבת הלמידה: אבתסאם קעדאן, אמאני סלאמה ואנכי. לאחר משובים מעמיתים וממנחות הפרויקט, ערכתי אותו מחדש באופן אישי תוך התייחסות לרקע התיאורטי בעבודה שלי.

3.1 סביבת הלמידה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה" - רציונל

בתחילת תהליך העיצוב, לכל אחת משלוש המעצבות היה חלום בו היא ראתה את עצמה כמורה ומחנכת המלמדת מתמטיקה וחינוך בעזרת סביבת למידה היברידית שתעצב אותה. כך מצאנו מקום לשיתופיות ושלושה חלומות הפכו לפרויקט משותף אחד: "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה". הראייה שלנו הנה ללמד מתמטיקה באופן רלוונטי לתלמידים וקשור לסביבה הקרובה שלהם תוך שילוב של הטכנולוגיה בסביבת למידה היברידית. שמנו דגש על האוטנטיות בהוראת המתמטיקה ולמידתה, כך שכל הפעילויות דנות בסיטואציות מחיי היומיום של התלמידים.

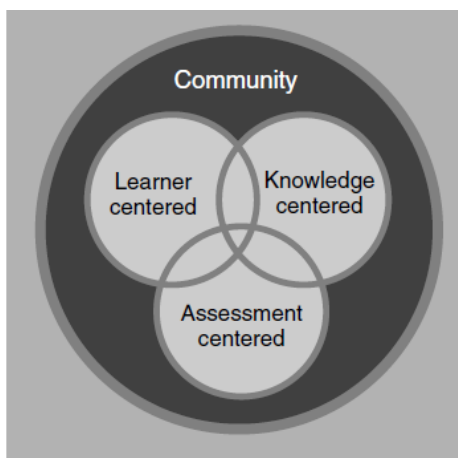
3.1.1 העיצוב להוראה

בעיצוב סביבת הלמידה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה" נקטנו בגישות הוראה שונות ומשלימות, המתאימות למטרות הפדגוגיות שלנו בסביבה זו. בתרשים למטה מוצגות שלוש הגישות; "התלמיד במרכז", "הידע במרכז", ו-"ההערכה במרכז", כאשר פדגוגיה מיטבית צריכה לשלב את שלוש הגישות תוך התייחסות לקונטקסט החברתי בו "החברה במרכז" (Bransford, Brown & Cocking, 2000).

בהתאם לגישת "התלמיד במרכז" עיצבנו את הפעילויות כך שניתנת הזדמנות לתלמידים להבנות את הידע שלהם באמצעות תצפיות, שאלות, שיחות ודיון, ולאחר מכן לספק משוב לתוצרים של התלמידים העמיתים. גם תפיסת "הידע במרכז" באה לידי ביטוי; פיתחנו פעילויות המדגישות את הצורך בהבנה מעמיקה של החומר הנלמד, שבעקבותיה התלמיד יצטרך לבצע העברה להקשרים אחרים, לתת דוגמאות נוספות ולדון בהן. בפעילויות אלה התלמידים מתמודדים עם בעיות שמצריכות שימוש במושגים עמוקים ומופשטים של תחום התוכן (סלומון, 2000). בעיות כגון: "אם מכינים משקה המורכב מסירופ ומים (לפי יחסים שונים), מה ניתן לומר לגבי דרגת המתקנות בהשוואה למשקה שמכינים לפי הוראות יצרן הסירופ?", התלמיד צריך להשתמש במושגים מתמטיים שיתמכו בטיעון שלו.

לפי "ההערכה במרכז" ובהתבסס עליה, כללנו מרכיבי הערכה שונים המשמשים את המורה ומכוונים את התלמיד להערכת הידע וההבנה שלו. מרכיבים אלה כוללים משוב מקוון, הערכת פתרונות תרגילים, השתתפות כללית של התלמיד בסביבה, ובנוסף משובים מעמיתים בכיתה. בסביבת הלמידה עיצבנו פעילויות ומשימות המפתחות את המיומנות של התלמידים להערכה עצמית של תהליך הלמידה או תוצריו, וכך נוצרת למידה משמעותית יותר (Bransford et al., 2000).

מתיאור שלוש הגישות לעיל ניתן להבחין בקיומו של המרכיב החברתי ביישום כל אחת מהגישות בסביבה שפיתחנו. על כן, קיימת התייחסות לגישת "החברה במרכז" (שם) בה מתקיימת הוראה בקהילת למידה שיתופית המיועדת לתמוך בתהליך הלמידה והבניית הידע.



איור 1: גישות הוראה בסביבות למידה. (המקור: Bransford et al., 1989 בתוך Bransford et al.,) (2000)

3.1.2. העיצוב ללמידה

תהליך הלמידה מחולק לארבע תחנות, כאשר כל תחנה מהווה תת-נושא של יחידת הלימוד. הנושאים ועזרי הלמידה מוצגים באופן ספירלי כך שהמושגים המתמטיים והרעיונות המרכזיים נלמדים בהדרגתיות. למשל, בתחנה הראשונה התלמידים לומדים את משמעות המושג 'יחס' על ידי טיפול ב- "עצי משפחה" (ראה איור 2) ובתחנה השנייה הם נחשפים למושג 'פרופורציה' ומפתחים את ההבנה שלו תוך עבודה בזוגות על ידי השוואה בין העצים שפגשו בתחנה הראשונה.

בעיצוב הלמידה בסביבה הושה דגש על הבניית ידע בקהילת למידה, כך שחלק רב מהמשימות מתבצע תוך שיח בקהילת הלמידה, ותוצרי הלמידה בפעילויות השונות אמורים להתפרסם באתר, כך שהתלמידים משתפים את הידע שלהם עם עמיתיהם. בנוסף, במהלך הלמידה התלמידים מתבקשים לכתוב רפלקציה קבוצתית ואישית.

עקרון הרב ייצוג גם הנחה את העיצוב של הסביבה, מתוך הידיעה שריבוי הייצוגים יכול לתרום ללמידה ולהבנה. בפעילויות השונות נעשה שימוש בייצוגים מספריים וסימבוליים בכתיבה מתמטית בדפים השונים או במצגות. כמו כן, ייצוגים גרפיים ואנימציות ע"י שימוש בכלי מולטימדיה שונים כמו סרטונים ותמונות.

3.2. קהל היעד

על פי תכנית הלימודים של המתמטיקה במשרד החינוך בישראל, התלמידים נחשפים לנושא "יחס ופרופורציה" בבית ספר יסודי ובהמשך לומדים את הנושא באופן מעמיק יותר בחטיבת הביניים בכיתה ח'. על כן, סביבת הלמידה מיועדת לתלמידים מכיתות ח'. הסביבה מתאימה לכלל תלמידי הכיתה (בכל הרמות) והינה סביבת למידה שיתופית נתמכת מחשב (CSCL).

3.3. מרכיבים עיקריים בתוך הסביבה:

הרציונל בבסיס ההחלטות לעיצוב המרכיבים הטכנולוגיים בסביבה

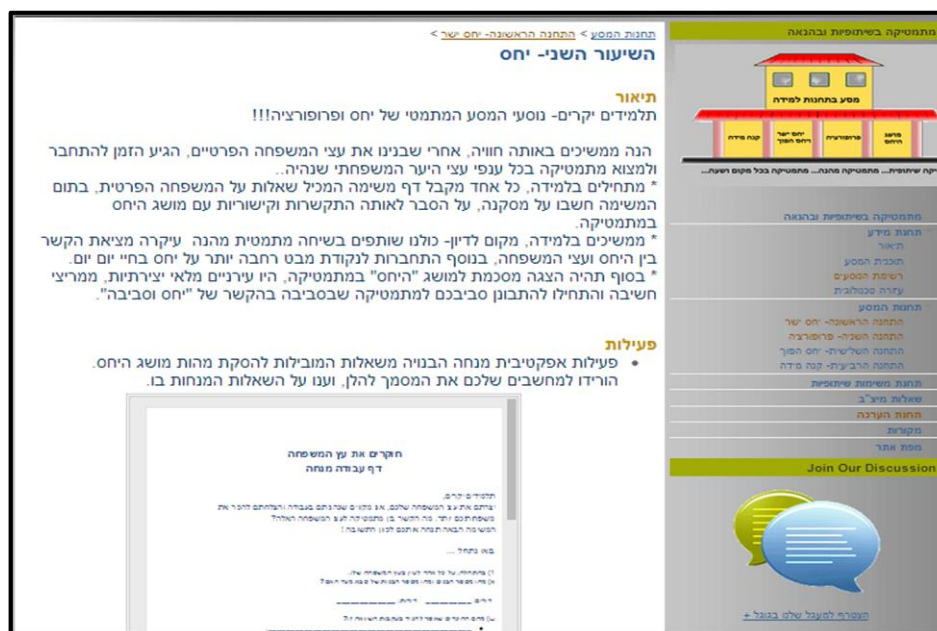
מחקרים רבים הדגישו את הקושי של תלמידים בהתמודדות עם בעיות מתמטיות, מסיבות הקשורות לחוסר האוטנטיות בניסוח הבעיות. קושי זה נוצר, למרות שפתרון בעיות מתמטיות

מאוד חשוב לתלמידים ועוזר להם לקשר בין המושגים, הפרשנויות, והקשרים בפעילויות מתמטיות (Ben Chaim et al., 1998; Van de Walle, 2007; Jitendra, 2009).

בעת עיצוב סביבת הלמידה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה" התבססנו על התיאוריה האוטנטית - המצבית של בראון (Brown et al., 1989). בחרנו כמה מהעקרונות המתאימים למטרות הפרויקט, כמו: עבודה ולמידה שיתופית, עבודות חקר המרחיבות את האופקים ומאפשרות ללומד לראות את המתמטיקה מנקודות מבט שונות.

בלמידה שיתופית מבוססת חקר ופתרון בעיות בקבוצות קטנות, כאשר התלמידים שותפים לעשייה, הם בונים את הידע ביחד ומנהלים שיח שיתופי בונה (Stahl et al., 2006). בסביבה שעיצבנו שילבנו למידה שיתופית במשימות שונות; כיתתיות וביתיות, במטרה לאפשר ללומד לפתור בעיות מתמטיות מורכבות תוך דגש על שיתוף ידע בין הלומדים באמצעות שיח מתמטי בונה, הצגת דוגמאות אישיות מחיי יום יום וכו'.

לביצוע המשימות האוטנטיות נבחרו כמה כלים טכנולוגיים, כמו האפליקציה " My Heritage" בה הלומד בונה את עץ המשפחה האישי שלו. לאחר מכן, הוא מבנה את הידע שלו לגבי המושג "יחס" באמצעות פעילות המשך המבקשת להתבונן בקשרים בין הקבוצות השונות בעץ המשפחה ולנסח אמירות מתאימות לגביהן. למשל, מה מספר הבנים ומה מספר הבנות בעץ? אילו הגדים ניתן לומר על מספר הבנים ומספר הבנות בעץ? (ראה איור 2).



איור 2 - צילום מסך לפעילות על עץ המשפחה ויחס

השיתופיות באה לידי ביטוי באופן שבו התלמידים בונים את הידע שלהם בהדרגתיות בעזרת דיונים בקבוצות תוך כדי העבודה במסמכים שיתופיים. הדיונים כוללים משובים שניתנים ע"י תלמידים לעמיתיהם - למידת עמיתים או ע"י המורה לתלמידים - חניכה קוגניטיבית (Brown et al., 1989). משובים כאלה נחשבים ל-"מידיים" יחסית למשובים שיכולים להינתן בכיתה בשיעור הבא, או לא להינתן בכלל במקרה שהמורה לא יכול להתייחס לכל התלמידים כשקיימים בכיתה כשלושים תלמידים.

מכוון שהנושא לגביו נבנתה הסביבה מורכב מארבעה תתי-נושא, וכדי ליצור חווית למידה אותנטית, החלטנו להשתמש במטפורה של נסיעה ברכבת, כאשר הנוסעים (התלמידים) עוברים דרך כל תחנות הרכבת (תתי נושא) כדי להגיע ליעדם (להבנות ידע מתמטי). עיצוב זה נבחר מתוך מחשבה שיעורר בתלמידים מוטיבציה ללמידה. סביבת הלמידה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה" נבנתה באמצעות גוגל אתרים – Google Sites, תוך שימוש בשירותים ש- Google Apps מאפשרת. הצפייה באתר הנה פומבית (איור 3) בעוד שעריכת דפים מסוימים, העלאה ושיתוף חומרים, הורדת קבצים וכו' דורשת הרשאת כניסה.

קישורים לסביבת הלמידה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה":

- אתר העיצוב בשפה העברית: <https://sites.google.com/site/mathcollaboration/home>

- אתר ההפעלה בשפה הערבית: <https://sites.google.com/a/edtech.haifa.ac.il/mathcollaborationsummer/>



איור 3 – צילום מסך לדף הראשי של הסביבה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה"

לפי מטפורת המסע ברכבת, בחרנו לארגן את הסביבה באמצעות תחנות מסע המהוות מעטפה לרכיבים שונים במסע הלמידה. התחנות הן כלהלן:

3.3.1. תיאור

חלק התיאור מציג את עיקרי הסביבה והלמידה באופן שיאפשר ללומד להתחיל את המסע בהיכרות אישית עם תהליך הלמידה ותיאום ציפיות. באמצעות התיאור ניתן לדעת עיקרי המשימות לביצוע, אופי ההערכה ונושאי הלמידה המתמטיים.

3.3.2. תכנית המסע

מרחב זה מתאר בצורה גרפית את תחנות המסע המכילות את ארבעת תתי הנושאים של היחידה "יחס ופרופורציה". מפת המסע נבנתה באמצעות אפליקציית PREZI המיועדת להכנת מצגות מקוונות. בכל תחנה הוזכרו הנושאים השונים הנלמדים בה, למשל בתחנה הראשונה הדנה בתת הנושא "יחס", ישנם ששה שיעורים שהוצגו תחת הכותרת "יחס".

3.3.3. רשימת הנוסעים

בהמשך למטפורת הרכבת והתחנות, בחרנו להעניק לרשימת התלמידים את השם "רשימת הנוסעים", לפיו התלמידים ירגישו שהם אכן במסע מרתק אחר הבניית הידע המתמטי בנושא יחס ופרופורציה. הרשימה נבנתה כטבלה שמכילה ארבע עמודות: שם, כיתה, כתובת דואר אלקטרוני, וקישור לתיבת האוצרות.

"תיבת האוצרות" הוא כינוי לדף שקיים עבור כל תלמיד שמזין בו את תוצרי הלמידה השונים של פעילויות הסביבה השונות. תוצרים אלה מעשירים את הלמידה והופכים את התלמיד לסוכן פעיל, אשר יכול להעשיר את עמיתיו בתוצרים שלו, ואשר חלקם שיתופיים. עיצוב זה בא מתוך אמונה כי שיתוף פעולה עם אחרים ביצירת תוצרים משותפים או שיתופיים הוא לב-ליבה של סביבת עבודה עתירת טכנולוגיה (Blau, 2011).

3.3.4. עזרה טכנולוגית

המרכיב הזה מיועד לקדם את המיומנויות הטכנולוגיות של התלמידים, ולעזור להם בהתמודדות עם אפליקציות ממוחשבות שישתמשו בהן במהלך הלמידה, בנוסף ישנו הסבר לשיטת פתיחת דואר אלקטרוני בגוגל, שיטת יצירת חשבון בגוגל +, ואופן השימוש ברשת החברתית הזאת.

3.3.5. תחנת משימות שיתופיות

בנוסף לארבע תחנות הלמידה העיקריות במסע, הוספנו תחנת ביניים: תחנת המשימות השיתופיות, הכוללת תוצרים של שש משימות שיתופיות שיש להעלות במשך המסע ולפי

הנושאים שנלמדו. מטרת תחנה זו הן פיתוח השיח המתמטי בין הלומדים תוך שימוש במושגים הנכונים ובאלגוריתמים הנלמדים, ופיתוח חשיבה יצירתית תוך מציאת מגוון פתרונות לבעיות מתמטיות יומיומיות. אופי המשימות מאפשר מתן פתרונות מגוונים לאותה בעיה מתמטית, משימות אלו הוצגו כדיונים ברשת, כל תלמיד יכול להעלות פתרון מסוים לבעיה קיימת, וגם להגיב לעמיתיו על הפתרונות שהציגו.

3.3.6 תחנת הערכה

תחנה זו מספקת לתלמידים חלוקת הנקודות של הציון הסופי על פי המשימות השונות הקיימות בתהליך הלמידה בסביבה זו. חשוב שיהיה ברור לתלמידים הרכב הציון, כך יוכלו בכל שלב להעריך את התקדמותם לעבר הציון שברצונם לקבל בסוף תהליך הלמידה (Gee, 2005). הערכה זו הנה הערכה עצמית ע"י התלמיד, ואינה מסופקת מהמערכת. הערכה עצמית מוגדרת על ידי טופינג (Topping, 2003) כסידור ודירוג של הרמה, הערך והאיכות של ביצועי הלומד או של תוצרי הלמידה שלו. הערכה זו מעודדת את התלמיד להיות שותף פעיל בתהליך הלמידה ולבצע רפלקציה על תהליך למידתו, סגנונו ותוצריו.

3.4 עקרונות העיצוב של רצף הפעילויות

בעיצוב סביבת הלמידה התבססנו על עקרונות עיצוב סוציו-קונסטרוקטיביסטיים מתוך מאגר שפותח ע"י קלי ושותפיה (Kali et al., 2006). המאגר מבוסס על מגוון רחב של מחקרים בתחום עיצוב סביבות למידה ומדעי הלמידה, ומספק ציוני דרך לעקרונות ושיקולים שיש לקחת בחשבון בעת עיצוב סביבת למידה מבוססת מחשב. המאגר נמצא באתר האינטרנט הבא:

<http://www.edu-design-principles.org/dp/viewFeatureSummary.php>

בעיצוב סביבת הלמידה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה" בחרנו ארבעה עקרונות עיצוב מתוך כלל העקרונות, אשר מתייחסים ללומד בתהליך הלמידה: הלומדים משמשים כמנחים לעמיתיהם, שימוש בתוצרי לומדים כמשאב ללמידת המשך, שיתוף הלומדים בתהליך ההערכה, תמיכה בפעילויות במגוון מבנים חברתיים. הסביבה שעיצבנו מורכבת משמונה עשרה פעילויות מגוונות המאפשרות למידה שיתופית, למידת חקר, והערכה אישית של התהליך. בחרנו לפרט כאן ארבע פעילויות המדגישות את עקרונות העיצוב לעיל.

3.4.1 פעילות שמיישמת את עיקרון "הלומדים משמשים כמנחים לעמיתיהם"

מציאת יחס - חישובי מתכונים

תיאור הפעילות:

ארבע סיטואציות מוצגות בפני הלומדים באמצעות מצגת, כאשר בכל סיטואציה משולבת תמונה של מתכון שרשום על אחד המוצרים הנמצאים בשוק. התלמידים מתרגלים מיומנויות חשיבה שונות הדרושות בנושא זה: ניסוח, חישוב, העברה להקשרים אחרים, והדגשת תכונות היחס (בחיבור/חיסור, כפל/חלוקה). בסיטואציה האחרונה התלמידים נדרשים לעבוד בקבוצות; לנסח סיטואציה, לנסח בעיות, להחליף סיטואציות ולדון בהן.

עקרונות עיצוב:

התלמידים דנים בסיטואציות שיצרו ומגיעים באופן שיתופי לפתרונות. כמו כן ישמשו מנחים אחד לשני במקרה שסיטואציה מסוימת אינה מתאימה, או כאשר תלמידים מסוימים יתקשו בפתרון.

3.4.2 פעילות שמיישמת את העיקרון "שימוש בתוצרי לומדים כמשאב ללמידת המשך"

היכרות עם יחס - עץ המשפחה

תיאור הפעילות :

1. היכרות עם הממשק "My Heritage" ובניית עץ משפחה אישי (שלושה דורות משני הצדדים), העלאה לאתר בדף האישי, הדפסה לשיעור הבא (במקרה שאין גישה למעבדת מחשבים).
2. הסקת מהות מושג "היחס": התבוננות בעץ האישי, כל תלמיד יחפש יחסים בעץ האישי (בנים/בנות, גברים \נשים), סיכום - עבודה קבוצתית דיון ושיח והסקת מסקנות רלוונטיות לכל העצים שנבנו.

עקרונות עיצוב:

תוצרי הלמידה של פעילות זו (עצי משפחה), ישמשו את התלמידים להמשך למידה; גם בפעילות זו וגם בפעילויות בהמשך. תוצרים אלה יבהירו את הקשרים והיחסים בין כמויות שונות בעץ המשפחה במטרה לתרום להבנה מעמיקה של הנושא.

3.4.3 פעילות שמיישמת את עיקרון "שיתוף הלומדים בתהליך ההערכה".

פעילות השוקו

תיאור הפעילות :

בפעילות זו התלמידים נדרשים לנסח בעיות, להחליף בעיות ולדון בהן. פעולות אלה ייעשו לאחר חשיפה לשימוש ב-"יחס" בסיטואציות שונות מחיי היומיום בפעילות מציאת יחס - חישובי מתכונים. העשייה בפעילות זו הנה בבית, כאשר כל התוצרים יבנו באתר המלווה של הסביבה.

עקרונות עיצוב:

התלמידים רושמים בשלב הראשון את הבעיות. בשלב השני כל זוג פותר\מתייחס לבעיה שזוג אחר רשם ומעריכים את התשובות שניתנו לשאלות. כך הם נותנים משובים והערכות זוג לרעהו.

3.4.4 פעילות שמיישמת את העיקרון "תמיכה בפעילויות במגוון מבנים חברתיים"

היכרות עם פרופורציה

תיאור הפעילות:

(1) קריאת הבעיה.

(2) דיון בקבוצות ומתן הסבר ופתרון הגיוני לבעיה - הדיון נעשה במסמכי גוגל שיתופיים.

(3) סיכום הבעיה - הסיכום יכול: נתונים של הבעיה, שאלת הבעיה, מאפייני דיון שהתקיים, הדמיון והשוני בדעות בין חברי הקבוצה, הסבר/ים הגיוני/ים לפתרון הבעיה, הצגת הבעיה בפני הכיתה, הסקת מסקנות וניתוח תובנות- הדיון הכיתתי המורה מנחה.

עקרונות עיצוב:

לאחר הפעילות בקבוצות קטנות, התלמידים מתכנסים במליאה, ודנים בנושאי הפעילות. כך משתמשים במגוון מבנים חברתיים בכיתה, כאשר התלמיד נמצא באינטראקציה עם קבוצה קטנה וגם עם קבוצה גדולה.

בסביבת הלמידה אשר עיצבנו, כללי המשחק שונים ותפקידו של המורה משתנה, במיוחד בעשייה המתהווה באתר האינטרנט של הסביבה; התלמידים יכולים לשמש חונכים אחד של השני, והמורה אינו מקור הידע היחיד בכיתה (Scardamalia & Bereiter, 1994).

4. הפעלה

הסביבה הלימודית "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה" עוצבה לתלמידי כיתה ח' הטרוגנית ללימוד הנושאים יחס ופרופורציה לפי תכנית הלימוד של משרד החינוך. ההפעלה נעשתה לפי מטרות הסביבה וקהל היעד שאליו היא עוצבה.

4.1 הסביבה הלימודית

הפרויקט הופעל בבית הספר חטיבת ביניים של דוברי ערבית בצפון הארץ, במסגרת שיעורי המתמטיקה. הקבוצה מורכבת מ-26 תלמידי כיתות ח' בהקבצה ב' השייכים ל-4 כיתות אם בבית הספר. המורה של הכיתה היא זו שהובילה את ההפעלה. בזמן ההפעלה המורה למדה לקראת תואר שני בחינוך מתמטי, היא אוריינית תקשוב ומשלבת תוכנות ויישומונים בהוראת המתמטיקה שלה.

4.2 ההתארגנות לקראת ההפעלה

לקראת ההפעלה היו הכנות בארבעה מישורים: 1. מקבלי החלטות בבית הספר 2. המורה למתמטיקה 3. תלמידים והורים 4. סביבת הלמידה.

4.2.1 מקבלי החלטות בבית הספר

פניתי בבקשה בעל פה למנהל בית הספר להפעיל את הפרויקט, הוא הסכים ללא היסוס. ביקשתי מסגן המנהל שיתאים את מערכת השעות שלי למערכת של המורה המפעילה כך שבזמן השיעור שלה תהיה לי שעת שהייה, וכך אוכל ללוות את ההוראה ולצפות בה בזמן אמת. אך הבקשה שלי לא נענתה בגלל אילוצים שלא הצליח להסדיר ובסוף לא ליוויתי את הקבוצה באופן מלא, אלא נאלצתי לצפות בצילומי הווידאו על מנת להיות במעקב עם העשייה בכיתה.

4.2.2. תיאום עם המורה למתמטיקה

הפרויקט הוצג בפני המורה, והוסבר רעיון המתמטיקה בחיי היומיום והלמידה השיתופית העומדים בבסיס הפרויקט. המורה התלהבה מרוב הפעילויות וראתה בהן הזדמנות ללמד את המתמטיקה באופן אותנטי ובגישת הבניית ידע.

4.2.3. פנייה לתלמידים והורים

תכננתי לעשות איסוף מידע מכיתת הלימוד ע"י צילום הכיתה, לכן ערכתי מפגש עם התלמידים בו הסברתי את חשיבות הלמידה בסביבה הממוחשבת שעיצבנו. התלמידים התלהבו מהרעיון וראו בצורת למידה זו, הזדמנות לשילוב כלים האהובים עליהם כמו מחשב ומדיה.

הובהר הצורך לצלם את השיעורים על מנת לעקוב אחר המתרחש בכיתה לצורך המחקר. לאחר מכן, חולקה לתלמידים בקשה בכתב להוריהם לשם הסכמה על הצילום לצורך המחקר וההורים הסכימו, לא הייתה התנגדות מאף הורה.

4.2.4. סביבת הלמידה

נושא "יחס ופרופורציה" נלמד בתחילת השנה לפי פריסת החומר במתמטיקה, אך לא היה ברור לי מתי בדיוק יתחילו ללמד אותו. כשהודיעה לי המורה, שהיא גם רכזת המתמטיקה בבית הספר, שהוחלט ללמד אותו באמצע ספטמבר, התגייסנו אני ושותפתי לעיצוב לתרגם את האתר המלווה, והצגתי את הסביבה המתורגמת בפני המורה לפני תחילת ההפעלה.

4.3. תיאור כללי של תהליך ההפעלה

ההפעלה התחילה באמצע ספטמבר 2012. בשיעור מקדים להפעלה, אשר התקיים בספריית בית הספר שם נמצא מחשב ומקרן, הוצג האתר המלווה ללמידה, ואת מבנה ההוראה בו; פעילויות בכיתה, דיונים באתר, טפסים של תרגילי בית, דיונים בבית וכו'.

הובהר לתלמידים שלכל מרכיבי הלמידה יהיה חלק בציון הסופי של יחידה זו. חולקו פתקים עם שם משתמש וסיסמה לכל תלמיד, והוסברה הדרך בה נכנסים לאתר וכיצד מבצעים עריכה לדף בתוכו.

סביבה טכנולוגית זו והשימוש בה הנם חדשים לכל התלמידים, לכן מרבית התלמידים נתקלו לאורך כל הלמידה בבעיות טכניות של ניהול האתר ושימוש במשאבים הקיימים בו. מכאן, ליוויתי את הכיתה בהדרכות קבוצתיות או פרטניות לתמיכה טכנית באופן השימוש בכלים השונים הנמצאים בסביבה.

חלק מהתלמידים הרגישו בתחילת ההפעלה שאופן הלמידה הזו מהווה מעמסה עליהם ורצו לעבור לקבוצות אחרות בהן התקיימה למידה והוראה רגילות ללא שימוש בטכנולוגיה. מורת הכיתה התייחסה לקושי זה, ועודדה את התלמידים להתמיד וללמוד את הסביבה ובאמצעותה. ובמקביל, תלמידים מכיתות אחרות פנו למורה האחרת (שמלמדת קבוצה מקבילה) בשאלה למה הם לא לומדים בסביבה טכנולוגית ורצו לעבור לקבוצה זו.

4.3.1 אינטראקציה עם המורה

לפני כל שיעור תיאמתי עם המורה מה הם התכנים שיש להתייחס אליהם וכיצד ללמד אותם בהתחשב בעיצוב, בתכנון להפעלה ובמשאבים העומדים לרשותנו בבית הספר. במקרים רבים נאלצנו לשנות את מערך השיעור בשל חוסר בצידוד הנדרש להפעלתו כמתוכנן. למשל, את דפי העבודה המנחים, שהתלמידים היו צריכים למלא ולהעלות למאגר התוצרים כדי שהיה שיתוף למידע, נאלצנו להדפיס כך שכל תלמיד יפתור את הדף באופן פרטני. כאן יצוין, שהנחנו את התלמידים להקליד בבית את מה שכתבו בכיתה ולהעלות לאתר, אך לא הייתה היענות, בגלל שלפי דיווח התלמידים, משעמם לעבוד עבודה כפולה.

כמו כן, המורה קיבלה הדרכה בקשר לכלים הטכנולוגיים שנחשפה אליהם לראשונה בסביבת למידה זו. דנו ברציונל הפדגוגי העומד מאחורי כל פעילות. המורה העלתה מספר הצעות בכמה מקרים שיושמו והשפיעו על סביבת הלמידה ואופן הוראת התכנים והפעילויות בה. על הצעות אלה אעמוד בהמשך בסעיף "שינויים בסביבת הלמידה". לאחר כל שיעור, ובמיוחד באלה שלא נכחתי בהם, המורה תיארה לי את מלך

השיעור, ומה התובנות שלה בעקבות מה שהתרחש בשיעור, ולפיהן תכננו את השיעור הבא.

4.3.2. חומרי למידה ואינטראקציה עם התלמידים

בהטמעת הסביבה הממוחשבת בתהליך הלמידה, האינטראקציה בין התלמידים ויצירת תוצרי הלמידה היו בעיקרן ע"י התלמידים כעבודת בית מקוונת, כאשר הדגש הוא על תהליך קונסטרוקטיביסטי בין אישי של הבניית ידע (סלומון, 2000). סביבת הלמידה עוצבה בצורה שהושם בה דגש על למידה מצבית תוך הקשר חברתי של אינטראקציה בין התלמידים לבין המורה ובינם לבין עצמם. בתהליך זה התלמידים משתפים את עמיתיהם בתוצרי הלמידה שלהם, ומקבלים משובים במטרה להבנות את הידע תוך כדי פתרון בעיות, עיצוב תוצר, שאילת שאלות וכו'. רוב האינטראקציה שהייתה באתר בוצעה ע"י התלמידים, בעוד שהמורה הגיבה לחלק קטן מפרסומי התלמידים ונתנה להם משובים.

בשיעורים המורה השתמשה במקרן ומחשב כדי להציג את תכני הפעילויות השונות אשר המחשב והטכנולוגיה הנם חלק בלתי נפרד מהמערך שלהם. ירושלמי (1999) מתארת את הדינמיקה בשיעורים ממוחשבים כאלה כלהלן:

"מרכיביו העיקריים של שיעור כזה הם הצגת בעיה, הטלת משימת חקירה שמתבצעת בקבוצות (ללא מחשב), העלאת השערות ובחינתן במחשב הכיתתי, סיכומן על הלוח וסיכום הדיון. ... המחשב משרת היטב בעיות שבהן רב הצורך בשימוש בייצוג חזותי פעיל כרקע להעלאת השערות (גיאומטריה, גרפים) או לבעיות בהן יש צורך באיסוף וניתוח מידע רב שנוח לעשות בעזרת המחשב."
(חלק ג', עמ' 12)

האתר המלווה עוצב כדי לספק את כל הצרכים הפדגוגיים של הוראת יחידת הלימוד "יחס ופרופורציה", כך שקיימת התייחסות לכל הנושאים הדרושים על פי תכנית הלימוד של משרד החינוך בישראל. עם זאת, המורה בחרה ללמד גם באמצעות ספר הלימוד של הכיתה (שלומדים באמצעותו שאר היחידות), מפני שרצתה, לטענתה, שהתלמידים יתרגלו לסגנונות השאלות של הבחינה השכתבית ומבחי המיצ"ב.

הדיונים בכיתה התייחסו מעט מאוד לעשייה שהייתה באתר, ולא פותחו דיונים סביב תרבות הלמידה והנורמות, למרות שסביבת למידה זו הינה חדשה עבור כלל

התלמידים בכיתה, למעט התייחסות לקשיים הטכנולוגיים שעומדים לפעמים בפני התלמידים. בדיעבד, אפשר לחשוב שהיה צורך בדיון מעמיק עם המורה לגבי עקרונות העיצוב הפדגוגיים שעמדו מאחורי פיתוח פרויקט זה, כך שתתייחס אליהם באופן מודע תוך כדי ההוראה שלה.

התלמידים פנו אלי בעיקר בשל בעיות טכניות, כי כך הוסבר להם בתחילת ההפעלה: אני אטפל בנושאי טכנולוגיה והמורה בנושאי פדגוגיה ותוכן לימודי.

4.4 שינויים בסביבת הלמידה

סביבת הלמידה עוצבה בהנחה שברשותו של כל תלמיד מחשב מחובר לאינטרנט בכיתה, וגם בבית. מצב זה לא היה קיים, לאורך כל ההפעלה. לכן נאלצנו לבצע שינויים בדרך הפעלת חלק מהפעילויות או שינוי הפעילות כולה. השינויים היו בחלקם נקודתיים והתייחסו לפעילות ספציפית, וחלקם היו כלליים וקשורים לאופן הפעלת הסביבה כולה.

4.4.1 שינויים כלליים

בתקופת ההפעלה בית הספר סבל מנפילות חשמל מרובות בשל העומס הנוצר מהפעלת המזגנים, לכן חלק מהשיעורים נדחו בגלל חוסר האפשרות לשימוש במקרן, או בכיתת מחשבים. בעקבות זאת, הוחלט לעשות את המשימות האישיות בבית למרות שעוצבו כמשימות כיתתיות. לדוגמה – דפי ההנחיה המקדימים לצפייה בסרט או מצגת המיועדים לכוון את הצפייה. התלמידים אמורים לפתור את השאלות בדפים אלה שנמצאים באתר, ולהעלות אותם לאוצר הלמידה שלהם. אך בגלל אי זמינות מחשב לכל תלמיד או זוג תלמידים, הדפסנו את הדפים, והתלמידים פתרו אותם על נייר, ובבית חלק קטן העלו אותם לאתר (כי ראו בפעולה זו עבודה כפולה).

כמו כן, המורה המפעילה נטתה לא להשתמש בסביבה כאשר לימדה את שני תתי הנושאים (תחנות) האחרונים: "יחס ישר ויחס הפוך" ו-"קנה מידה", בטענה שהיא צריכה להספיק את החומר ולהיות מתואמת עם הקבוצה המקבילה שצריכה להיבחן באותו מבחן משותף. כלומר התייחסות המרוכזת בהפעלה הייתה לשתי התחנות הראשונות: "יחס" ו-"פרופורציה".

4.4.2. שינויים נקודתיים

בוצעו שינויים בפעילויות מסוימות, רובם בתיאום ובהתייעצות עם המורה המפעילה. הוחלט על שינויים אלה מתוך התחשבות במשאבים הטכנולוגיים המעטים (מחשב למורה ומקרן במקרה הטוב) העומדים לרשותנו בבית הספר, וגם מתוך הניסיון הפדגוגי של המורה בלימוד הנושא.

בשיעור הראשון (תחנה ראשונה), התלמידים היו אמורים לבנות עצי משפחה באתר My Heritage, אך הקושי להתמודד עם האתגר הטכנולוגי של שימוש בממשק חדש זה, מנע מחלק גדול מהתלמידים לבנות את העץ. כך הפעילויות הבאות בסביבה שהתייחסו לעצי משפחה הוחלפו או שונו כך שאין צורך בשימוש של ממש בעץ. בפעילות חלוקה ביחס (שיעור 5 - תחנה 1) נעשה שימוש במספרי נפשות במשפחות ללא צורך בהתייחסות לעץ משפחה.

כמו כן, הוחלף הסדר בין שתי הפעילויות הראשונות בתחנה 2 – פרופורציה, ושיניתי את הפעילויות עצמן. פעילות 1 – מדידות צל, החליפה את הפעילות "השוואה בין עצי משפחה" משתי סיבות: הראשונה שלא כל התלמידים יצרו עצי משפחה, והשנייה שהמורה רצתה ללמד פעילות זו בגלל שעיצבה אותה במסגרת לימודיה ורצתה לתת לה ביטוי בהוראה שלה. כך עדכנתי את השינויים באתר הפרויקט. בפעילות 2 – היכרות עם פרופורציה, שיניתי את הסיטואציות המוצעות לדיון, לכאלה הקרובות לחיי היומיום של התלמידים, ושאלות הדיון בהן נוגעות יותר לעומק הנושא הנלמד – איור

4.

המסألة الأولى - عيب الطوننا	الفعالية سيرورة الفعالية:
	1. قراءة المسألة. 2. نقاش بمجموعات, وإعطاء حلاً وتبريراً منطقياً للمسألة (في البيت). 3. تلخيص المسألة وحوار - في الملف المشترك (اضغطوا على اسم المجموعة للدخول إلى صفحة الحوار الخاصة بها).
	الشرح يتضمن: <ul style="list-style-type: none">• معطيات المسألة.• القضية المعروضة في المسألة.• شرح للمواقف التي ظهرت خلال الحوار تليها معارضته.• شرح منطقي لحل المسألة.
	4. عرض المسألة أمام طلاب الصف. 5. استخلاص العبر وتحليل الأفكار التي تم التوصل إليها - نقاش صفي.

איור 4 – העמקה בנושא פרופורציה

4.5. תובנות ודרכי פעולה עתידיים

התנסות זו בהובלת הלמידה הייתה ייחודית עבורי, זו פעם ראשונה ששימשתני מנחה לגבי הוראת סביבת למידה שהייתי שותפה בעיצובה. הפעלה בצורה זו יוצרת אתגר ומפרה בו זמנית את שתינו; אני והמורה המפעילה. מחד, לא קל להוביל תהליך הוראה למידה כאשר מורה אחר מפעיל את ההוראה, עם הצורך להנחיל לו את הרציונל הפדגוגי והטכנולוגי מאחורי הפעילויות השונות. מאידך, עשייה משותפת זו ודין מתמיד סביב סוגיות שונות הפרתה תהליך זה ועשתה אותו מעניין ומושך יותר.

הסביבה טכנולוגית "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה" הייתה מאתגרת עבור חלק מהתלמידים והיוותה סביבה חדשנית השונה באופי שלה מדפוסי למידה אחרים שהם רגילים להם. אך עבור חלק אחר היא היוותה חוויה מתסכלת שהשימוש בטכנולוגיה הוסיף רמת קושי נוספת ללמידה שהיו צריכים להתמודד אתו מעבר לתחום התוכן. לכן יש לחשוף את הטכנולוגיה באופן הדרגתי בפני התלמידים ולתת להם הזדמנות להכיר את הממשקים השונים ולרכוש מיומנויות טכנולוגיות באופן הדרגתי. דבר זה עלה בביור כבד בפעילות הראשונה בסביבה – עץ משפחה דרך הממשק My Heritage. בפעילות זו התלמידים נחשפו לכלים רבים בבת אחת; הסביבה הלימודית בכללותה, הצורך בהעלאת קבצים לאתר גוגל, וממשק My Heritage כל זה היווה עומס לימודי על חלק גדול מהתלמידים.

נקודה נוספת היא, שעיצוב סביבת הלמידה כאשר הלמידה כולה הינה דרך האתר המלווה העמיסה על התלמידים במיוחד בגלל שעבור רובם זו הייתה ההתנסות הראשונה בלמידה בסביבה כזו. לכן הייתי מעדיפה לבחור כמה פעילויות מפתח בסביבה שסביבן יתפתחו דיונים ותהיה הבניית ידע, ואת השאר לתת כחומר להעשרה.

מעיון בעשייה שהייתה באתר, נראה שהיה צורך בתמיכה בלמידה השיתופית והדיונים של התלמידים בפעילויות שעוצבו לדיון. הוראה בסביבה עם מספר גדול של תלמידים כאשר צריכים להתייחס לתוצרי הלמידה של כל תלמיד הנה משימה כבדה עבור המורה, לכן יש לתכנן דרך בה יובטח שכל תלמיד יקבל משוב פורה ומלמד שלא בהכרח מוגש ע"י המורה.

5. מחקר

מחקר זה בא לבדוק את העיצובים והמאפיינים של סביבת הלמידה הממוחשבת "מתמטיקה בשיתופיות והנאה" שגרמו להשתתפות במשימות מסוימות יותר מאחרות. נותחו גורמים שונים שהיו חלק ממכלול הלמידה שהתרחשה בתקופה בה הופעלה סביבת הלמידה, במטרה לבדוק את הדינמיקה בין שלוש

שיטות למידה שונות: שיתופית ברשת, פרטנית ברשת ומסורתית בספר הלימוד. בנוסף, נבדקו קשרים בין עמדות התלמידים כלפי היבטים שונים של סביבת הלמידה והשימוש בטכנולוגיה במטרה לאפיין העדפת עיצובים מסוימים על פני אחרים.

5.1. שיטות

5.1.1. מתודולוגיה

במחקר זה נעשה שימוש מצומצם באסטרטגיית "מחקר עיצוב". המטרה ממחקר מעין זה, היא לחקור הוראה ולמידה בסביבה הטבעית של הלומדים, כך שניתן להתבונן, לחקור ולשפר סביבת הלמידה שעוצבה, ובנוסף לתרום לתיאוריה בתחום (רונן-פורמן וקלי, 2006). סביבת הלמידה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה" הופעלה באטריציה אחת, כך שהמסקנות והתובנות שהופקו, מהוות הזדמנות לשיפורים בסביבת הלמידה ומהוות פתיח למחקר המשך.

הסביבה עוצבה כדי לקדם את למידת "יחס ופרופורציה" במתמטיקה, נחקרה בשיטה כמותית, בה נבדקו קשרים בין גורמים שונים הקשורים לשאלות המחקר, אשר מעניין היה לבדוק ולהסיק מסקנות לגביהם. הנתונים שנאספו מתייחסים לתוצרי הלמידה של התלמידים בתקופה בה למדו בסביבת הלמידה הממוחשבת, וגם שאלון בסולם לקרט. נתונים אלה נותחו בשיטות כמותיות תוך שימוש בפונקציות סטטיסטיות.

5.1.2. משתתפי המחקר

למחקר נבחרו 15 תלמידים מתוך כלל הקבוצה שלמדה בסביבה זו. לבחירת התלמידים המשתתפים היו שני שיקולים: (1) השתתפות לפחות בפעילות אחת באתר של סביבת הלמידה. הרציונל מאחורי שיקול זה הוא הצורך בקיום מידע כלשהו לגבי ההתנהגות והלמידה בסביבת הלמידה. תת-קבוצה זו מונה 23 תלמידים אשר השתתפו בממוצע ב-3.3 משימות מתוך 9 ($SD=1.8$). במיפוי זה, אין הבדל בין סוגי המשימות שהתלמידים עשו; שיתופית או פרטנית. (2) השיקול השני הוא האם קיים מידע עבור התלמיד על פתירת שיעורי בית. כלומר, האם התלמיד מסר את המחברת או הספר בשלב איסוף הנתונים. תת-קבוצה זו מונה 16 תלמידים אשר פתרו בממוצע 9 תרגילים מתוך 19. הקבוצה החופפת בין שתי תת-הקבוצות הנ"ל מונה 15 תלמידים אשר השתתפו באתר וגם קיים מידע עבורם לגבי עשיית תרגילי בית מספר הלימוד הרגיל שלהם.

5.1.3. כלים ומקורות מידע

הנתונים למחקר נאספו משלושה מקורות הכוללים מידע לגבי עשיית התלמידים בסביבת הלמידה ולגבי עמדותיהם כלפי עשייה זו:

5.1.3.1. תוצרי תלמידים

כאמור, רוב תוצרי הלמידה של התלמידים בסביבת הלמידה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה" התקבלו מתרגילי הבית משום שלא היו מחשבים זמינים לעבודה בכתה. התוצרים הנם משני סוגים: פרטניים ושיתופיים. התוצרים הפרטניים נוצרו בעקבות פתירת תרגילים שניתנו בצורת טפסים מקוונים של גוגל. והתוצרים השיתופיים נוצרו מעבודה במשימות בתוך קבוצה, במסמכי גוגל משותפים; כל תלמיד היה צריך להתייחס לשאלת דיון כללית שמובנית בסביבה ולהגיב להתייחסויות של תלמידים אחרים. מיפוי התוצרים נעשה שבועיים לאחר סיום השיעור האחרון באמצעות הסביבה. נתונים אלה מעידים על מידת העשייה בסביבה הממוחשבת ועל ביצועי התלמידים.

לצורך בדיקת הבדלים בין העיצובים השונים בסביבת הלמידה, דהיינו שיתופי לעומת פרטני, נבנתה טבלת השתתפויות אשר סומנו בה עבור כל תלמיד: 1- השתתף במשימה, 0- לא השתתף במשימה. המשימות השיתופיות בנויות כך שהשיח שהן מזמנות לא מאפשר חופש רב למתן תשובות. לדוגמה, התלמידים התבקשו לתת דוגמאות לבעיות מחיי היומיום בהן משתמשים ב-"יחס" כדי לפתור אותן, ותלמידים אחרים יתייחסו ויפתרו לאחת הבעיות שהועלו. במקרה זה מבנה הבעיות וגם הפתרונות כמעט אחיד, לכן ההבדלים באיכות ההשתתפויות של התלמידים היו זעירים, כך שלא הייתה אפשרות למפות רמות של השתתפויות, לכן עבור כל משימה נעשה סימון: "השתתף" או "לא השתתף". טבלה זו נתנה תמונה כמותית כללית של מידת ההשתתפויות בסביבת הלמידה הממוחשבת.

5.1.3.2. שאלון

על סמך ניתוח ראשוני של הנתונים שנאספו, נבנה שאלון בסולם לקרט במטרה לבדוק את התפיסות השונות של התלמידים לגבי הסביבה, ולא להסתמך רק על העשייה באתר המלווה ללמידה. השאלון מורכב מ- 28 היגדים, שנבנו על סמך פריטים משאלון שבדק עמדות

סטודנטים להשכלה גבוהה כלפי שילוב הטכנולוגיה בקורסים במתכונת למידה מקוונת מרחוק (Walker, 2005), ובא לבחון עמדות כלפי היבטים שונים שעלו בעת ניתוח הנתונים. השאלון בודק עמדות כלפי ששה היבטים שונים הקשורים לסביבת הלמידה בשלושה תחומים: (1) **חברה**: תמיכה מהמורה או מעמיתים בלמידה, חשיפת מידע אישי. (2) **רגשות** כלפי התכנים בסביבה והעשייה בה: אותנטיות (בעיות מחיי היומיום), והנאה. (3) רקע של שימוש בטכנולוגיה: שימוש בכלים טכנולוגיים, קיום מחשב בבית [ראה נספח 2]. התלמידים התבקשו לתת ציון בין 1 ל-4 עבור כל היגד בשאלון. הציון 1 מעיד על הסכמה מעטה עם ההיגד, ואילו ציון 4 מסכים בהחלט.

השאלון מולא ע"י התלמידים חודשיים לאחר סיום הלמידה בסביבה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה". תקופה זו אינה קצרה, אך גם אינה ארוכה מדי, כך שהתלמידים זכרו את חוויית הלמידה שהייתה להם ולא ביקשו עזרה לריענון הזיכרון בעת מילוי הטופס. השאלון אינו אנונימי, כדי לאפשר טריאנגולציה (הצלבת מידע ממקורות שונים), ולבודק עמדות של אותו תלמיד, כלומר לעשות מבחנים מזווגים. הוסבר לתלמידים שהתשובות שלהם הן רק לצורך המחקר ושהמורה שלהם לא תראה אותן, ונתבקשו להתייחס בכנות להיגדים כדי שאפשר יהיה להסיק מסקנות המשקפות עמדות אמיתיות שיקדמו את המחקר בתחום.

5.1.3.3 נתוני בקרה ומעקב

הכלי השלישי הוא ארגון טבלת דיווח על פתירת תרגילי בית מהספר, שהמורה נתנה לתלמידים. תרגילים אלה הם מספר הלימוד של הכיתה ממנו שילבה המורה תרגילים כאשר היא לימדה את נושא "יחס ופרופורציה" בעזרת סביבת הלמידה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה". כדי לאסוף נתונים אלה, אספתי את המחברות והספרים (מתלמידים שנוהגים לפתור על הספר) חודש אחרי סיום למידת נושא יחס ופרופורציה, הוסבר לתלמידים שייעשה שימוש בנתונים שייאספו מהמחברות ומהספרים לצורך המחקר בלבד, ושהנתונים לא ישפיעו על הציונים שלהם במתמטיקה. אמירה זו הייתה נחוצה כדי שהתלמידים ירגישו חופשי למסור את המחברות והספרים.

על מנת לארגן נתונים אלה, הוכנה טבלה עבור נתוני עשיית שיעורי בית מספר הלימוד. התלמידים למדו גם בספר הלימוד הרגיל שלהם, וגם בסביבת הלמידה הממוחשבת "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה". המורה נתנה להם שיעורי בית תוך שימוש בשני כלי למידה אלה, לכן

נעשה שימוש בנתוני עשיית תרגילי בית בספר ככלי ביקורת לשיטת הלמידה המסורתית שהתלמידים רגילים לה.

5.1.4. דרכי ניתוח

5.1.4.1 ניתוח נתוני אמצעי הלמידה

לצורך בחינת פעילות התלמידים חושבו ממוצעי ההשתתפויות בשיעורי בית משלושת הסוגים: שיעורי בית בספר (19 שיעורי בית), משימות פרטניות באתר (7 משימות) ומשימות קבוצתיות באתר (2 משימות). הבחירה לחשב ממוצע באה בעקבות המספר השונה של הפריטים בכל אחת מדרכי הלמידה, כך שהשוואת סכומים לא רלוונטית במקרה זה.

על מנת לבדוק ההבדלים בין ביצועי התלמידים בשלוש אמצעי הלמידה, חושב מבחן ניתוח שונות למדגמים תלויים (Repeated Measures). גודל המדגם בחקר הנו קטן יחסית ($N=15$) אך מבחן זה יכול להתמודד עם מספר קטן זה של נבדקים. בסעיף 5.1.6 – מגבלות המחקר, קיימת התייחסות למאפייני המדגם והשלכותיהם המחקריות.

בנוסף, חושב מדד פירסון לבדיקת קשר בין משתנים רציפים, על מנת לבדוק אם קיים קשר בין ההשתתפות בשיעורי בית בשלוש האמצעים השונים לבין עמדות התלמידים לגבי אותנטיות, הנאה, ותמיכה מרחוק של המורה בלמידה.

5.1.4.2 ניתוח נתוני עמדות התלמידים כלפי סביבת הלמידה

נבדקו קשרים בין עמדות התלמידים בהיבטים השונים הקשורים לסביבת הלמידה. לשם כך חושב מדד פירסון לבדיקת קשר בין משתנים רציפים. המדד חושב עבור כל זוג התמורות האפשריות של ששת ההיבטים בשאלון.

5.1.5. ממצאים

5.1.5.1 ממצאים מניתוח נתוני אמצעי הלמידה

מחישובי הממוצעים נמצאו הנתונים המוצגים בטבלה מס' 1. ניתן לראות כי ממוצע ההשתתפות במשימות קבוצתיות באתר ($M=0.77$, $SD=0.37$) גבוה יותר מאשר ממוצע ההשתתפות במשימות פרטניות באתר ($M=0.36$, $SD=0.20$), וגם גבוה ממוצע עשיית שיעורי בית בספר

הלימוד ($M=0.47$, $SD=0.37$). כמו כן, ממוצע ההשתתפות במשימות פרטניות באתר נמוך יותר מאשר ממוצע עשיית שיעורי בית בספר הלימוד.

תלמידים N=15		
SD	ממוצע M	סטטיית תקן
0.20	0.36	משימות פרטניות באתר
0.37	0.47	שיעורי בית בספר
0.37	0.77	משימות קבוצתיות באתר

טבלה מס' 1: ממוצע השתתפות בשיעורי בית אצל התלמידים בכל שיטה בנפרד

על מנת לבדוק את רמת המובהקות של ההבדלים בממוצעים המוצגים בטבלה מס' 1, דהיינו, אם ההבדלים בין שלושת אמצעי הלמידה משמעותיים מבחינה סטטיסטית, חושב מבחן ניתוח שונות של מדגמים תלויים (Repeated Measures) ונמצאו התוצאות הבאות:

תוצאת מבחן Sphericity אינה מובהקת $Sig=0.175 > 0.05$, כלומר הנחת שוויון שונות בין הפרשי המדידות מתקיימת. במבחן ניתוח השונות נמצא שקיים הבדל מובהק סטטיסטית בין ממוצעי ההשתתפות בשיעורי בית בשלושת האמצעים השונים ($F_{(2,28)} = 5.53$, $p < 0.01$). במבחני המשך מסוג בונפרוני לבדיקת מקור ההבדלים בהשתתפות באמצעי הלמידה השונים, נמצא כי ממוצע ההשתתפות במשימות השיתופיות באתר שונה (גבוה) באופן מובהק מאשר ממוצע ההשתתפות במשימות הפרטניות באתר ($p = 0.003 < 0.005$), אך אינו שונה באופן מובהק מממוצע ההשתתפות בשיעורי בית בספר ($p = 1.0 > 0.05$). ונמצא שאין הבדל משמעותי סטטיסטית בין ממוצע ההשתתפות במשימות פרטניות באתר לבין ההשתתפות בשיעורי בית מספר הלימוד שנפתרו במחברת ($p = 0.22 > 0.05$).

מחישוב מדד פירסון לבדיקת הקשר בין ההשתתפות בשיעורי בית בשלוש דרכי ההוראה השונות לבין עמדות התלמידים כלפי אותנטיות (ממוצע 3.1), הנאה (ממוצע 2.73), ושימוש בכלים טכנולוגיים (ממוצע 2.53), נמצא שאין קשר מובהק סטטיסטית בין עמדות אלה לבין ההשתתפות בשיעורי בית משלושת הסוגים.

5.1.5.2. ממצאי ניתוח נתוני עמדות התלמידים כלפי סביבת הלמידה

מחישוב מדד פירסון בין זוגות ההיבטים השונים נמצאו קשרים הדדיים בין שלושת המאפיינים: **אותנטיות** במובן של שילוב מתמטיקה מחיי היומיום במערך הלמידה, **הנאה** במובן של תפיסת הלמידה כחוויה חיובית תוך התייחסות ללמידה דרך האתר וגם לסביבה הפיזית-טכנולוגית בה התבצעה הלמידה בסביבת הלמידה ו**שימוש בטכנולוגיה** במובן של נגישות לטכנולוגיה ושימוש בכלים טכנולוגיים בחיי היומיות של התלמיד. נמצא קשר חזק בין אותנטיות והנאה ($R=0.83$), וגם קשר בינוני בין שימוש בטכנולוגיה והנאה ($R=0.7$).

5.1.6. מגבלות המחקר

בעת הסקת המסקנות במחקר זה, יש לקחת בחשבון כמה מגבלות מתודולוגיות. דבר ראשון, מספר קטן של נבדקים שאינו מייצג את כל אוכלוסיית התלמידים. קבוצת המחקר מורכבת מתלמידים בעלי הישגים מעל הממוצע, דבר המנבא יכולות קוגניטיביות ומוטיבציה יחסית גבוהה ללמידה. כמו כן ברשות רובם מחשב מחובר לאינטרנט בבית, כלומר יש להם גישה למשאבי הלמידה שהסביבה מציעה.

דבר שני, נעשתה השוואה בין ממוצעי השתתפויות בשיעורי בית כאשר קיים הבדל גדול בין סכומי המשימות מסוגים שונים: 2 קבוצתיות באתר, 7 פרטניות באתר ו-19 בספר הלימוד. מצד אחד, כמות המשימות שבוצעו יכולה להיות נמוכה יותר בעוד שהממוצע גבוה יותר (למשל, 1 קבוצתית: ממוצע 0.5 בעוד ש-3 פרטניות: ממוצע 0.43) וכך הממוצע לא מבטא את המאמץ שהושקע, אבל מצד שני, לא מדויק להשוות סכומים כאשר מלכתחילה הדרישות שונות והתלמידים מתבקשים לעשות כמויות שונות של משימות מסוגים שונים.

דבר שלישי, התשתית הטכנולוגית בכיתה לא עונה על הצרכים של סביבת הלמידה. לכן, הפעלה עם תנאים טכנולוגיים טובים יותר יכולה לאפשר למורה ולתלמידים הוראה ולמידה משמעותיים יותר אשר ינצלו את מלוא הפוטנציאל של סביבת הלמידה.

5.2. דיון, מסקנות והשלכות

למידה בסביבה ממוחשבת היא למידה חדשנית המערבת כלים טכנולוגיים שאמורים לתמוך בפדגוגיה ולהעצים את הלמידה ולקדם אותה. אם כי, תרומה זו אינה מובנת מאליה ואינה מצויה בכל סביבת

למידה ממוחשבת (סלומון, 2000), והיא מושפעת רבות מדרך ההוראה והלמידה בסביבה (ירושלמי, 1999). בדיקת המאפיינים השונים של סביבת הלמידה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה" והקשר בינם לבין המוטיבציה של התלמידים להשתתף בתהליך הלמידה הפיקה תוצאות שחלקן מאשש תיאוריות קודמות שפותחו בתחום הטכנולוגיה בחינוך שאתייחס אליהן בהמשך, וחלקן מהווה אתגר למחקרי המשך אשר יבדקו לעומק את מאפייני הקשרים בין ההיבטים השונים בסביבה לבין התנהגות התלמידים ולמידתם בה.

ניתוח הנתונים מראה כי קיים הבדל מובהק בין מידת השתתפות התלמידים בפעילויות פרטניות לבין פעילויות קבוצתיות אשר נעשה בהן שימוש בתוצרי התלמידים, כך שהם באינטראקציה אחד עם השני או עם הקבוצה. השימוש בתוצרי תלמידים להמשך למידה הנו אחד מעקרונות העיצוב הסוציו-קונסטרוקטיביסטיים (Kali, 2007) עליהם מושתת פרויקט זה. כשהתלמידים מתבקשים להשתתף בפעילות מקוונת ולשתף פיסות מידע שכבר טרחו וחשבו עליהן, הדבר מעלה את מעורבותם הפעילה בתהליך הלמידה והבניית הידע (גולדשטיין, 2001) מחד, והתוצרים שלהם תומכים בלמידה של כלל הקבוצה, כך שהידע הפרטי הופך לידע ציבורי ופרסומם גורם להנאה אצל התלמידים (ירושלמי, 1999) מאידך.

ממצאי מחקר זה מראים שאין הבדל בין מידת ביצוע משימה מספר הלימוד לבין כל אחת מדרכי הלמידה השיתופית או הפרטנית באתר. כך שאם מדרגים את ממוצעי הביצועים מוצאים שממוצע העשייה בספר הלימוד הנה באמצע, ושתי הדרכים האחרות בקצוות, כלומר העשייה הרבה ביותר הנה שיתופית מקוונת, אחר כך בספר והמעטה ביותר הנה המקוונת הפרטנית. הממצא שלא קיים הבדל בין למידה שיתופית באתר לבין למידה בספר שהיא דומה ללמידה פרטנית באתר במובן של חוסר השיתופיות, הוא ממצא לא צפוי. ניתן לחשוב על כך שהקושי בשימוש בטכנולוגיה הוסיף עוד נדבך למורכבות המשימות, במיוחד שציון הטכנולוגיה (ממוצע ציוני תדירות השימוש בטכנולוגיה בכלל, ונוחות השימוש בסביבת הלמידה הנדונה) הנו 2.53 כאשר רק 4 תלמידים ציון הטכנולוגיה שלהם מעל 2.5. מכאן, קיים צורך במחקר המשך לבדיקת מקור היעדר ההבדל הלא צפוי בין למידה מסורתית בספר, לבין למידה שיתופית מקוונת.

התוצאות מעידות על כך שתחושת ההנאה של התלמידים לגבי הלמידה בסביבה הנדונה, קשורה לשני ההיבטים: שימוש בטכנולוגיה ואותנטיות הלמידה בסביבה הממוחשבת. מכאן ניתן להסיק שקיים קשר בין למידה בסביבה אותנטית המשלבת בעיות וסוגיות מחיי היומיום הקרובות להקשר החברתי בו חי הלומד, לבין ההנאה מלמידה בסביבה זו, אך לא ניתן לדעת אם קשר זה הנו סיבתי, כלומר אותנטיות הסביבה גרמה להנאה בלמידה. בשאלון שהתלמידים מילאו, לא היו אמירות שהתייחסו לקשר סיבתי בין מרכיבים שונים של סביבת למידה אותנטית (כמו, הקשר רלוונטי לחיי היומיום, למידה

בקהילה/שיתופית, מתן משוב וכו') והנאה, על כן, לא ניתן לדעת מה בדיוק המאפיינים שגרמו להנאה. מכאן קיים צורך במחקר המשך שיבדוק לעומק את הקשר בין הנאה ואוטנטיות.

בנוסף, לא היה קשר בין מאפיינים אלה ובין העשייה בסביבה "מתמטיקה בשיתופיות ובהנאה". כלומר, לא נמצא קשר בין מידת ההשתתפות בסביבת הלמידה שהיא אותנטית באופייה, לבין עמדות התלמידים כלפי הנאה מהלמידה ומידת השימוש בטכנולוגיה. ניתן לחשוב על הסבר להבדלים אלה בין העמדות המוצהרות לבין המצב הקיים בכמה כיוונים: (1) בעיות התחברות מהבית לאינטרנט – אבל זה לא המקרה, כי בקבוצה הנחקרת רק שני תלמידים דיווחו שהיו להם קשיי התחברות. (2) רצייה חברתית – למרות שהודגש בפני התלמידים לענות בכנות על השאלון, אך ייתכן שחלק כן רצו "לפרגן" לסביבת הלמידה כשהם לא ממש נהנו ללמוד ולא באמת ראו באוטנטיות המאפיינת את הסביבה ערך מוסף ללמידה. (3) ייתכן שמקור ההבדל הוא בכך שהתפיסות החיוביות כלפי הסביבה, לא מיושמות או באות לידי ביטוי כאשר ישנן דרישות המצריכות השקעת מחשבה וזמן כדי לבצע את המשימה הלימודית, אז צריכים לגרות את התלמידים בעוד אמצעים כדי להניע אותם לעשות כך.

נוכחות המורה כמכוונת ומנחה ללמידה הנה חיונית להנעתה (ירושלמי, 1999; White et al., 1993) אך נוכחות זו והמשובים בתהליך הלמידה שנעשה באתר ובכיתה היו מעטים, וזה יכול להיות אחד הגורמים למיעוט השתתפות התלמידים באופן כללי במשימות באתר. התנהגות זו של המורה אינה מפתיעה, בגלל שפעילויות אותנטיות כאשר עוברות להפעלה בכיתות, הן מקבלות את תרבות הלמידה של הכיתה (Brown et al., 1989). על כן, מומלץ לאור חווית ליווי ההוראה שהייתה לי במהלך ההפעלה, ובעקבות ממצאי המחקר על שילוב משחקים בלמידה שסנדפורד ושותפיו ערכו (Sandford et al., 2006), לבחון היטב את התשתית הטכנולוגית העומדת לרשות המורה והתלמידים ולנסות לגשר פערים ולמצוא דרכים חלופיות כדי להפיק מסביבת הלמידה את הערך המוסף של הטכנולוגיה.

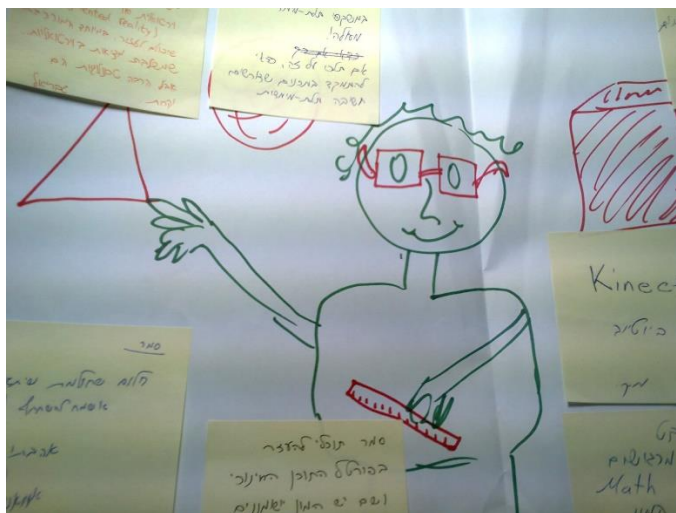
מתוצאות המחקר והמסקנות, אני ממליצה לחשוב היטב על עיצוב סביבת הלמידה, כי ככל הנראה הטכנולוגיה אינה גורם מוטיבציוני בפני עצמו שמלהיב את התלמידים. כאשר בוחרים לעצב משימות לימודיות ממוחשבות, מומלץ לשים דגש על הלמידה אותנטית תוך קהילה בונה ידע כדרך הוראה ולמידה לגירוי התלמידים להבניית ידע, ושיתוף פיסות מידע שמעשירים את תהליך הלמידה.

6. רפלקציה על ההתפתחות המקצועית שלי / רפלקציה על תהליך המחקר

בשלושת הסמסטרים האחרונים עברתי תהליך עשיר שכלל למידה אינטנסיבית בשלושה ממדים; עיצוב סביבת למידה, הטמעתה במערכת החינוך ומחקר לסביבה ולהטמעה. הידע שלי בכל שלב בתהליך זה נבנה באופן פורה תוך אינטראקציה עם המנחות פרופ' יעל קלי ודר' אורנית שגיא, בנוסף לעמיתיי ללימודים, דבר שמדגיש את חשיבות הלמידה השיתופית ומשובי עמיתים. בשלב העיצוב עבדתי עם שתי שותפות: אבתסאם ואמאני, בעוד שבהטמעה ומחקר עבדתי לבד. עם זאת, הרגשתי את הלמידה בקהילה גם אם חברי הקבוצה (כלל הסטודנטים בקורס) לא היו קשורים באופן ישיר לעשייה שלי ולתוצר הסופי שתהליך זה הניב. הלמידה בקהילה באה לידי ביטוי בדיונים שקיימנו במלאה אחת לשבועיים או שלושה, במשובים שניתנו לי כשהצגתי את התוצרים שלי בשלבים השונים, בעזרה שניתנה לי בנייתוח הסטטיסטי ובמשובי עמיתים על פרקי העבודה השונים.

5.1. עיצוב

באופן מעורר עניין ומוטיבציה התחיל השלב הראשון בתהליך. נתבקשתי, כמו שאר חברי הקבוצה, לצייר ציור המבטא את החלום שלי לגבי סביבת למידה שארצה לפתח. הזיקה שלי למתמטיקה תמיד מכוונת אותי לחשוב כיצד לקדם הוראתה, ולכוון את הלמידה להבניית ידע ולמידת מיומנויות יותר מאשר רכישת מידע ואלגוריתמים נטולי הקשר. האם החלום בר ביצוע, שאלה שלא הדאיגה אותי בשלב הזה, רציתי פשוט לחלום, כי "חלומות לפעמים מתגשמים". חלמתי על "סביבת למידה טכנולוגית תלת-חושית"; סביבה שהתלמיד מפעיל בה את הראייה, השמיעה והמישור. סביבה בה האובייקטים מוצגים בתצוגה תלת ממדית, כך שהתלמיד יוכל



ציור 1: ציור החלום, עם חלק מפתקי ההערות שעמיתים בקורס הדביקו.

לעסוק עם הדמיה של גופים תלת ממדיים ולחקור אותם תוך שימוש בכלים פיזיים כמו סרגל ומחוגה, וכלים טכנולוגיים שהסביבה מציעה כמו שרטוטים, הדגשות, הגדלה/הקטנה, וכו'.

החלום והגישות הפדגוגיות והחינוכיות שלי התלכדו עם החלומות והגישות של אבתסאם ואמאני, שתי עמיתות לקורס. אבתסאם רצתה לבנות סביבה בה התלמיד "לא יראה את תהליך הלמידה כל כך משעמם, ואין לו צורך כל שהוא" (מתוך: החלום של אבתסאם; חלומות אישיים; שוק פרויקטים; פרויקט גמר חלק א'). ואמאני חלמה לבנות סביבת למידה בתחום החינוך המשתפת תלמידים הורים ומחנך, "שמחפשת לבנות חברה ערכית הנותנת מענה להתבטאות הפרט בתוך הקהילה" (מתוך: Amani Salameh; חלומות אישיים; שוק פרויקטים; פרויקט גמר חלק א'). שלושתנו התכנסנו והתחיל המסע שלנו יחד, כדי לבנות את הסביבה העונה על החלומות, ויורדת קצת לקרקע.

עיצוב סביבת הלמידה עבר שינויים רבים, הן מבחינת הרעיון הפדגוגי-חינוכי, והן מבחינת הממשק הממוחשב. כהתחלה, חשבנו על סביבת למידה במתמטיקה, בה מלמדים מושגים ועקרונות מתמטיים בתוך סיטואציות מחיי היומיום כאשר ההורים מעורבים מהבית בתהליך הלמידה ע"י משימות שהם חלק בלתי נפרד מהן. עיצוב זה תוכנן מתוך הרצון שלנו להדגיש את הפן החברתי-קהילתי בלמידה וכדי לחזק את הקשר של התלמידים עם הוריהם ותוך הדרכה מתאימה להורים, יוכלו להרחיב את אזור ההתפתחות המקורב (ZPD). אך ראינו ששילוב ההורים הפעיל בצורה זו יכול להוסיף מורכבות רבה לעיצוב הסביבה מבחינה פדגוגית ולהסית אותנו מהמטרה העיקרית; **לימוד המתמטיקה** בצורה אותנטית. לכן, ויתרנו על שילוב ההורים בתהליך הלמידה. התנסות זו שכללה התייעצות אינטנסיבית עם יעל ואורנית, לימדה אותי להגדיר היטב את המטרות הפדגוגיות והחינוכיות של סביבת הלמידה, כך שאפשר יהיה לפעול באופן מושכל ובנחישות על מנת להשיג אותן.

בעבודה המורכבת והמסועפת שלנו (שכללה ארבעה תת-נושאים של יחידת לימוד הכוללות שמונה עשרה שיעורים) כבר התחלתי להתנסות בעקרונות הלמידה והעשייה השיתופית שדנו בהם הרבה סמסטר אחד לפני כן; בקורס סוגיות וגישות בהוראה, למידה והערכה. בפעם הראשונה במשך לימודי מבית הספר דרך התואר הראשון ועד כאן, חשבתי בצורה מושכלת כזו על תהליך הלמידה שלי. הסתכלתי בעין ביקורתית על הלמידה שלי, ועל אופי האינטראקציה ביני לבין השותפות. השאלה האם העבודה שלנו הנה שיתופית או משותפת ליוותה אותי לאורך כל העשייה, והשתדלתי תוך דיונים עם השותפות ושיתופן במחשבותיי ליצור למידה ועבודה שיתופית התורמת לידע האישי שלי, ולידע ולעשייה הקבוצתית. התנסיתי בקביעת נורמות עבודה וראיתי כמה חשוב להגדיר אותן בעבודה שיתופית. כמו כן, החניכה הקוגניטיבית שחוויתי כאשר כל אחת משלושתנו הובילה בתחום שהיא חזקה בו, ותרמה לאחרות בהבניית הידע שלהן, הדגישה בעיני חשיבות הלמידה בקהילה שיכולה להפיק ידע רחב כאשר המורה אינו במרכז. יישום עקרונות אלה מצריך אחריות רבה מצד הלומד ומחויבות אישית להבניית ידע. אני איישם אותם בהוראה שלי וכרכזת תקשוב בבית הספר אנחה את המורים לגביהם ולגבי השימוש בטכנולוגיה כדי ליישם אותם, כך שיוקצה הזמן הדרוש כדי לחשוף אותם לתלמידים, ולדון בהם.

5.2. הפעלה

הפעלת הפרויקט כללה אתגרים רבים כבר מהתלתה. תכננתי להפעיל בעצמי את הפרויקט בבית הספר בו אני מלמדת, אך משיקולים ניהוליים בבית הספר, הוחלט שאלמד רק מחשבים השנה, לכן נאלצתי לחפש מורה שתפעיל את הפרויקט. ההפעלה ע"י מורה אחרת הוסיפה מורכבות למשימה, כך שאני צריכה להסביר לה מה הכוונה בפעילויות השונות, ומה הדגש הפדגוגי שהיא צריכה לשים ומה המיומנויות הטכנולוגיות שהתלמידים צריכים לרכוש על מנת לבצע את המשימות. האתגר הבא היה ההחלטה המפתיעה של צוות המתמטיקה ללמד נושא יחס ופרופורציה כבר בתחילת השנה, כך שסביבת הלמידה לא הייתה מוכנה להפעלה בשפה הערבית מפני שבנינו אותה בשפה העברית. לכן, התגייסנו אני ושותפותי לעיצוב לתרגם אותה ולהכין אותה להפעלה.

התחלתי את ההפעלה ב-17.9.12 כששנת הלימודים האקדמית עוד לא התחילה, ולא היה ברור לי מה שאלת המחקר, מה הכלים ואיך אתעד את ההפעלה. קיבלתי קישור מאורנית לאתר קורס ההפעלה משנה קודמת על מנת לקבל כיוון לדרך בה אפעיל את הפרויקט. לי ולשותפותי אבתסאם ואמאני לא היה ברור אם ההפעלה צריכה להיות כל אחת בנפרד או שלושנו נעסוק באותה הפעלה. לכן, נבחרה האפשרות שכל אחת מפעילה לבד בבית הספר בו היא מלמדת. מכאן, מצאתי את עצמי מתמודדת לבד עם כל הקשיים וההתלבטויות לגבי דרך ההפעלה, דרך איסוף הנתונים, תיעוד ההפעלה וכלי המחקר. הייתי מעדיפה להפעיל את הפרויקט במשך הסמסטר ותוך כדי קורס "פרויקט גמר חלק ב' – הפעלה". דבר שיכול היה לספק לי תמיכה ממנחת הקורס ד"ר אורנית שגיא לגבי הפן התיאורטי של ההפעלה ולגבי הכוונה לאפשרויות שונות שניתן לחשוב עליהן בעת ההפעלה. ובנוסף, שיתוף החוויות עם העמיתים בקורס יכול גם להעצים אותי ולהעשיר את העשייה שלי.

ואם להסתכל על חצי הכוס המלאה, אני יכולה להגיד שחווית הלמידה האינטנסיבית והחשיבה המתמידה על כל פרט בהפעלה, וחיפוש אחר מקורות שונים שיכוונו אותי בין אם זה אתר הקורס הקודם, מקורות ספרותיים, המורה המפעילה בבית הספר והידע האישי שלה במחקר במיוחד שבאותה שנה היא הגישה את עבודה הגמר שלה לתואר שני, כל זה הדגיש לי ופיתח אצלי את היכולת למכוונות עצמית ללמידה. דבר זה העצים אצלי את הרצון ללמידה לאורך החיים; למידה שלא חייבת להיות לקראת תואר אקדמי או אחר. בנוסף, בקורס "פרויקט גמר חלק ב'" גם אם החשיבה, הדיונים והמסקנות שלי היו בדיעבד, ההשתתפות שלי תרמה לי הרבה לגבי מיומנויות ההפעלה השונות שנדונו, וכיוונו אותי למחקרים שעשיתי לאחר מכן בסמינריונים.

הפעלת הפרויקט עם דגש על מחקר מדעי להפעלה זו ולסביבת הלמידה שפיתחתי (בשיתוף עם שתי עמיתות), הנה החוויה הראשונה שלי בהיקף זה (של מספר משתתפים) ובמורכבות זו (של גורמים המשתתפים במחקר). התנסות זו מדגישה עבורי חשיבות המחקר והסקת המסקנות לגבי המשך הדרך בין אם זה ביחידת לימוד שאני מתכננת וכולי בסביבת למידה ממוחשבת שאפתח בעתיד. אסטרטגית פעולה זו של מחקר עיצוב בפרט, וחקר שינויים במערכת החינוך הגבירה לפי דעתי את המקצועיות שלי והראייה שלי לגבי ביצוע שינויים, מחקרם והסקת התובנות לגביהם. כרכזת תקשוב בבית הספר, התעקשתי בפני המנהל בסוף שנת הלימודים לשלב ספרים דיגיטליים בחלק מהכיתות (בניגוד לרצונו לשלב אותם בכל הכיתות), שישמשו פיילוט שאותו נחקור ונסיק את המסקנות לגביו, ובשנה העוקבת נבחר את דרכי הפעולה המתאימות בין אם זה לכל בית הספר ובין אם לחלק.

5.3. מחקר

זה הזמן להסתכל אחורה, להתבונן, לחשוב, ולבנות שלם מחלקיו. כיצד לחבר את החלקים בצורה אומנותית שתרשים את המתבונן, זו בעצמה אומנות. מחומרים ונתונים גולמיים יש לבנות יצירה ולספר סיפור מדעי. שאלת המחקר מעופפת לה באוויר, פוקחת עיניים לעבר הנתונים בקרקע, מה הנתונים הראויים לבחירה, וכיצד לחבר אותם? זה המחקר וזו הראייה שלי בשלב השלישי, המעניין, היצירתי והאחרון במסע הלמידה המרתק.

קורס "פרויקט גמר חלק ג'" בנוי ומסודר באופן מרשים; לוח הזמנים לא פספס שום פרט. במשך הסמסטר דנו בסוגיות שונות הקשורות לכתיבת ארבעת פרקי דו"ח הסיכום של הפרויקט, דבר שהעשיר את הידע והמיומנות שלי בכתיבה. ההתייחסות לכל פרק ומה צפוי מאתנו; החל מהנחיות טכניות כיצד להשתמש בעוקב ההערות בוורד על מנת לתת משובים לעמיתים, דרך הפורמט לכתיבת הדו"ח ועד לכימות נתונים איכותניים בשיטת צ'י ודיונים במלאה בממצאים ובהתלבטויות שליוו את העשייה שלנו, כל אלה היוו עבורי פיגומים לכתיבת העבודה בצורה מדעית מושכלת. בדיעבד, הייתי מעדיפה שחלק א' של הפרויקט יהיה במבנה ומתכונת זו, כך שרוב העשייה בבית והמפגשים יוקצו לתיאוריה הקשורה לעיצוב סביבות למידה, הערכתן, דיון בשלבים השונים של הסביבות שהסטודנטים פיתחו וקצת על הטמעתן כך שמי שמטמיע את הסביבה לפני חלק ב' יהיה לו ידע איך לעשות זאת.

כתיבת הפרקים מבוא, רקע תיאורטי, עיצוב והפעלה הייתה חלקה עבורי מפני שהכל היה ברור ודיברתי על דברים הקשורים לעשייה שכבר הסתיימה. אם כי, ברקע התיאורטי התלבטתי

קצת לגבי הנושאים הרלוונטיים לשאלת המחקר ולמצאים שאקבל מניתוח הנתונים. כלומר, לא היה ברור לי בשלב כתיבת הרקע התיאורטי על מה לשים את הדגש. לעומת זאת, כתיבת פרק המחקר ליוו אותה התלבטויות וקשיים לגבי ניתוח הנתונים והשימוש בפונקציות הסטטיסטיות המתאימות לנתונים וגם לגבי איתור הנתונים המעניינים והסקת המסקנות שיחדשו אולי משהו בתיאוריה או יאוששו תיאוריות קיימות בתחום. פרופ' יעל קלי המנחה של הקורס כיוונה אותי הרבה לגבי בחירת כיווני המחקר וארגון הנתונים כך שאפשר היה להפיק מהם ממצאים מעניינים. בנוסף, עמיתי לקורס עזרו לי להשתמש בפונקציות סטטיסטיות מתאימות והדרך בה אפשר להסתכל סטטיסטית וכמותית על הנתונים.

על כל פרק מפרקי העבודה נתתי משוברים לעמיתים על הכתיבה שלהם, וגם קיבלתי שלושה משוברים מעמיתים על כל פרק שכתבתי. חוויה זו הייתה מדהימה ודי מלמדת עבורי, מפני שהתנסיתי בביצוע פעולה שהיא חלק בלתי נפרד מהכתיבה המדעית האקדמית; ביקורת עמיתים (peer review). בנוסף, למדתי לקרוא באופן ביקורתי כתיבה אקדמית כאשר אתייחס מרכיבים שונים של הכתיבה כמו רעיונות מרכזיים והקשר ביניהם, מתודולוגיה (שקודם כמעט ולא התייחסתי אליה), תמיכה במקורות, הבעה והגהה וכו'. התנסות זו הדגישה עבורי חשיבות ביקורת העמיתים ותרומתה לתהליך הכתיבה, לידע הנבנה בעת הכתיבה ולתוצר הסופי. בעקבות ההתנסות זו, דאגתי שידידה שלי תקרא עבודה זו ותבקר אותה כדי שאוודא שגם מי שלא קשור לתחום יכול להבין את הרעיונות המרכזיים של העבודה ואת הניסוח שלי, דבר שלא הייתי עושה ללא התנסות זו.

5.4. תובנות לגבי התהליך

תהליך עשיר ואינטנסיבי עברתי בשלושת הסמסטרים האחרונים. תהליך זה כלל התמודדות עם קשיים והתלבטויות שבסוף הניבו הצלחות רבות שהעצימו אותי ואת הרצון שלי להרחיב את הידע שלי בתחום עיצוב סביבות למידה ומחקרן. בעקבות העשייה יש לי תובנות שאפרט מהן:

- הפעלת הפרויקט ומחקרו יכלו לתרום לי יותר אם הם נעשו בשיתוף עם המעצבות; הקשיים וההתלבטויות יכלו ליצור דיונים שיפיקו ידע רחב יותר ותוצרים מרשימים אולי יותר.
- הפעלת הפרויקט יכלה להיות מושכלת יותר אם נעשתה במשך הסמסטר בו לומדים " פרויקט גמר חלק ב' ". השיחות בין אם הן עם מנחת הקורס או עם עמיתים יכלה להעצים אותי; לתרום לי ידע ולעודד אותי ברגעים שלא ידעתי מה לעשות. בנוסף, לשאול שאלת המחקר לפני

ההפעלה, ולהשתמש בכלים מתאימים יותר לשאלה, שדרכם ניתן לאסוף נתונים משמעותיים יותר כדי לענות על השאלה.

- עיצבנו סביבת למידה שתלמד בצורה אותנטית ותקדם למידה משמעותית יותר בגישת הבניית ידע. עיצוב זה לא בא לידי ביטוי באופן בולט במיוחד בהפעלה, וזה בגלל ההוראה ע"י מורה אחרת שלא עיצבה את הסביבה ולא נחשפה לכל עקרונות העיצוב. אני מרגישה קצת ספופס בפן הזה. עם זאת, זה מהווה אתגר עבורי להפעיל בעצמי את הסביבה ולחקור שוב את ההפעלה, ולהסיק מסקנות גם בקשר לשאלת מחקר זה על העיצוב ומידת ההשתתפות וגם אולי בקשר לשאלות אחרות.

5.5 דרכי המקצועית

- אני מטבעי רפלקטיבית ותמיד חושבת על העשייה שלי ומעריכה אותה, אך המחקר המדעי המתעד את העשייה ומפיק ממנה מסקנות ולקחים, לא היה על סדר היום שלי. בזכות הכלים והמימוניות שפיתחתי תוך כדי תהליך העשייה בפרויקט גמר, המחקר יהיה חלק בלתי נפרד מהעשייה שלי מתוך רצון לקדם את ההוראה והלמידה.
- הידע שבניתי במשך לימודי בתואר בכלל ובפרויקט גמר בפרט על עיצוב סביבות למידה וממסקי מחשב, ישמש אותי לפיתוח יחידות לימוד ממוחשבות, ואולי גם סביבת למידה הוליסטית אשר תשמש אותי ואת מורים אחרים לקידום ההוראה, הלמידה וההערכה.
- עבודתי בצוות בשלב עיצוב סביבת הלמידה, שהיה בסמסטר השני שלי בלימודים, והתנסות במסגרות אחרות של עבודה שיתופית בצוות בקורסים אחרים בהמשך, שיפרה את מימוניות השיתופיות שלי, ונהייתי מיומנת יותר בשיתוף מחשבותי והידע שלי, מתן עזרה לאחרים וקבלתה מהם, ארגון הזמן וחלוקת תפקידים וכו'. בעקבות חווית הלמידה השיתופית, אני נהנית יותר לעבוד בצוות ומחפשת תמיד אנשים לחלוק אתם את הידע שלי.
- כחוקרת של סביבת למידה שמורה אחרת הפעילה, אני חושבת מיומנות ההנחיה שלי ושיתוף הפעולה השתפרו. אני אדגיש לעצמי את המטרות מכל פעילות, ותוך דיון מעמיק עם מורים אחרים אשתדל ליצור אצלם רעיון מקיף למטרות אלה, כך שיוכלו להוביל פדגוגיה התואמת לעיצוב שהושקע בסביבת הלמידה.

5.7. תודה

ברצוני להודות לכל מי שתרם להרחבת הידע שלי ולהעשרת חווית הלמידה שחוויתי בתהליך פיתוח פרויקט הגמר, הפעלתו וביצוע המחקר. תודה לפרופ' יעל קלי שליוותה את העיצוב והמחקר, והנחתה מרחוק את ההפעלה; תודה מיוחדת על ההכוונה לארגון נתוני ההפעלה והאור שזרקה על כיווני מחשבה שהובילו להפקת התוצאות המעניינות שקיבלתי. תודה לד"ר אורנית שגיא שליוותה את עיצוב הפרויקט והפעלתו, והעשירה במידה יוצאת מן הכלל את כתיבת עבודת הגמר במשובים מאירי עיניים על פרקיו השונים. ולא פחות חשוב, עמיתיי לתהליך זה, שלמדו אתי לאורך שלושה סמסטרים, ושיתפנו יחד ידע, חוויות, התלבטויות, רגעי הצלחה ורגעי אי וודאות שרק העצימו אותי ואותם והגבירו את תחושת הקהילה, תחושת ה-"ביחד".

מקורות

- גולדשטיין, א' (2001). סוגיות בהוראה מתוקשבת: חקר קורסים מתוקשבים. הוצג בכנס וירטואלי: פותחים שערים בהכשרת מורים, מכון מופת.
- ירושלמי, מ' (1999). מחשוב בכיתת המתמטיקה: אפשרויות שבאות בחשבון. חלק א'- על"ה 10 (7-12), חלק ב'- על"ה 11 (15-22), חלק ג'- על"ה 12 (7-13).
- סלומון, ג' (2000). טכנולוגיה וחינוך בעידן המידע. הוצאת אוניברסיטת חיפה זמורה-ביתן.
- פסקין, ד' (1994). הכשרת מורים לקביעת רמת החשיבה בגיאומטריה. דפים (19), עמ' 37-49.
- פרידלנדר, א', וטבח, מ' (2001). קידום חשיבה רב ייצוגית בתחילת לימודי האלגברה. על"ה 27, כתב עת להוראת המתמטיקה בבית הספר העל יסודי, עמ' 20-27. מוסד הטכניון למחקר ולפיתוח.
- רונן-פורמן, ת', וקלי, י' (2006). כיצד לומדים לעצב סביבות למידה מבוססות מחשב? בתוך- האדם הלומד בעידן הטכנולוגי, כנס צ'ייס הראשון למחקרי טכנולוגיית למידה. הוצ' האוניברסיטה הפתוחה.
- Ainsworth, S., (2008). [The educational value of multiple representations when learning complex scientific concepts](#). In J. K. Gilbert, M. Reiner & M. Nakhlel (Eds.), *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (pp. 191-208). New York, NY: Springer
- Ben Chaim, D., Ilany, B. S. & Keret, Y. (1998). Implementation of a Model Using Authentic Investigative Activities for Teaching Ratio & Proportion in Pre-Service Teacher Education. *Educational Studies in Mathematics*, 36, 247-273.
- Blau, I. (2011). E-collaboration within, between, and without institutions: Towards better functioning of online groups through networks. *International Journal of e-Collaboration*, 7, 22-36.
- Bottge, B. A., Hasselbring, T. (1993). A comparison of two approaches for teaching complex, authentic mathematics problems in adolescents in remedial math classes. *Exceptional Children*; May 1993; 59, 6; Academic Research Library pg. 556.

- Brown, A.L., & Campione, J.C. (1994). Guided discovery in a community of learners. In K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice*. Cambridge, MA: MIT Press/Bradford Books.
- Brown, J.S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32--42.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: Harper & Row.
- Gee, J. P. (2005). [Learning by Design: Good Video Games as Learning Machines](#). *E-Learning*, 2(1), 5-16.
- Herrington, J., & Oliver, R. (2000). An instructional design framework for authentic learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 48(3), 23-48.
- Ip, A., Naidu, S., (2001). Experienced-Based Pedagogical Designs for e-Learning. *Educational Technology*, 2001(5), pp. 53-58.
- Jitendra, A. K. et. al. (2009). Improving seventh grade students' learning of ratio and proportion: The role of schema-based instruction. *Contemporary Educational Psychology*, 34,250–264.
- Jonassen, D., (1999). Designing Constructivist Learning Environments, Ch. 10 in *Instructional-Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory*, vol. II. C.M. Reigeluth (ed.) Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kali, Y., (2006). Collaborative knowledge-building using the Design Principles Database. *International Journal of Computer Support for Collaborative Learning*, 1(2), 187-201.
- Mishra & Koehler. (2005). Teachers Learning Technology by Design. *Journal of Computing in Teacher Education* Volume 21 / Number 3 Spring 2005 .
<http://creativity.fts.educ.msu.edu/wp-content/uploads/2011/09/Teachers-Learning-Technology-by-Design.pdf>

- Sandford, R., Ulicsak, M., Facer, K., & Rudd, T. (2006). Teaching with Games: Using commercial off the-shelf computer games in formal education. Bristol, UK: Futurelab.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1994). Computer support for knowledge-building communities. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(3), 265-283.
- Seng, C. T., Hung, D., (2002). Beyond Information Pumping: Creating a constructivist E-Learning. *Environment Educational Technology*, 2002(5), pp. 48-54.
- Stahl, G., Koschmann, T., & Suthers, D. (2006). Computer-supported collaborative learning: An historical perspective. In R. K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 409-426). Cambridge, UK: Cambridge University Press. http://gerrystahl.net/cscl/CSCL_English.htm
- Topping, K. (2003). Self and peer assessment in school and university: Reliability, validity and utility. In M. Segers, F. Dochy & E. Cascallar (Eds), *Optimising new modes of assessment: In search of qualities and standards* (pp. 55-87) Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- White, J.A., Troutman, A.P., & Stone, D.E., (1993). Effects of three level of cognitive feedback and cognitive levels of tasks on performance in computer-directed mathematic instruction. *Journal of Computer-Based instruction*, Vol. 18, 4, 130-134.

נספח 1 – תוצר למידה שיתופי

7:01 מ 24/09/2014 | ameers 

נحتاج لتحضير كمجة ملعقتان سكر لكل 2 كؤوس طحين
 أ-ما هي النسبة بين عدد السكر والطحين
 ب-كم كأس طحين نحتاج لـ 8 ملاعق سكر
 ج-كم ملعقة سكر نحتاج لكأس واحد من الطحين
 الرد

2:2 - ameals 


ب- 8كؤوس طحين
 ج- ملعقة واحدة
 7:57 م 24/09/2014

diana  عمر اخي 8سنوات و عمر اختي 12سنة
 1-ماتلا ستكون النسبة بين اعمارهم بعد سنتين؟
 2-ما هي النسبة بين اعمارهم ؟
 3-ما الذي يبقى ثابتا عندما يكبرون؟
 8:34 م 24/09/2014

8:14 - ruba 

ب- 6:12
 ج-الفرق في العمر
 9:26 م 24/09/2014

الرد على هذا التعليق...

7:00 م 24/09/2014 | amals 

حصل كل من محمد 80.000 ش و احمد 16.000 ش في 4 اشهر
 ا- ما هي النسبة بين التقد الذين حصلهم محمد و احمد؟
 ب-ماتلا ستكون النسبة بين المبلغين بعد 6 اشهر؟ و بعد 10 اشهر ؟وبعد سنة و شهران؟
 ج-ما هي النسبة بين مبلغ محمد و كل المبلغ؟
 د-اذا زاد المبلغ الذي مع محمد ب 2.000 هل تتغير النسبة
 الرد

נספח 2 - חלק מהפריטים בשאלון ליקרט

תמיכת המורה או העמיתים

- במשך הלמידה שלי בסביבה היה משוב מהמורה על העשייה שלי.
- חשוב לי לקבל משוב מהמורה על העשייה שלי.
- קרה שקיבלתי משוב חיובי מהמורה.

חשיפה

- אני אוהב לדבר על בני משפחתי עם החברים שלי.
- אהבתי את הפעילות "יחס בעץ המשפחה".
- אני אוהב שאלות שאני מספר בהן על חוויות אישיות.

אותנטיות

- מציאת הקשר בין המתמטיקה וחיי היומיום חשוב ללמידתה והבנתה.
- שימוש בתמונות של דברים אמיתיים בשאלות עודד אותי לפתור השאלה.

הנאה

- הלמידה בסביבת "מתמטיקה בהנאה" הייתה חוויה חיובית עבורי.
- הלמידה בחדר הספרייה היה נוח עבורי.
- אם ניתנה לי הבחירה, הייתי בוחרת ללמוד כל הנושאים כמו שלמדתי "יחס ופרופורציה".
- הלמידה בבית בסביבת "מתמטיקה בהנאה" הכבידה עלי את הלמידה. [התשובות נהפכו]
- אני מעדיף ללמוד בכיתה מהספר מאשר ללמוד דרך אתר הסביבה. [התשובות נהפכו]

שימוש בכלים טכנולוגיים

- אני מבצע חיפוש מידע באינטרנט להרחבת ידע לפחות פעם בשבוע.
- השימוש בכלים הטכנולוגיים לביצוע המשימות בסביבה היה קשה עבורי.

קיום מחשב בבית

- בתקופת הלמידה בסביבת "מתמטיקה בכיף" היה לי מחשב עם אינטרנט בבית.