מכון ויצמן למדע
WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE

קרן קיסריה אדמונד
בנימין דה רוטשילד

"תכנית רוטשילד-ויצמן למצוינות בהוראת המדעים"
במימונה של קרן קיסריה אדמונד בנימין דה רוטשילד

תהליכי חשיבה של תלמידים הקשורים למיומנות בניית גרפים

מגישה: נורית פלהיימר- פינקלשטיין
מנחה: גילת בריל
תוכנית רוטשילד -ויצמן

אוגוסט 2015
אלול תשע"ה

מבוא 3
מטרת הפיתוח 4
תאור הפיתוח: 4
הפיתוח- מערך למורה: 6
תאור הערכת הפיתוח 7
תאור האוכלוסייה הנבדקת 7
שאלות המחקר 7
תאור כלי ההערכה- 7
תאור מערך המחקר: 8
דיון בתוצאות ומסקנות 9
תהליכי חשיבה שעלו במהלך הפעילות 9
שיח שיתופי מעודד תהליך של הבניית ידע 9
העלאת ידע קודם מאפשרת למידה והבנה של עקרון/נושא חדש. 10
רפלקציה על הגרף כגורם מעודד להעלאת קושי בהבנה 11
שאלות של המורה מעודדות חשיבה מחודשת על הגרף ומאפשרות העלאת קריטריונים לבניית גרף. . 12
השוואת הגרפים על ידי התלמידים והדיון המתפתח בעקבות כך מאפשרים לתלמידים לדון בחשיבות של סוג הגרף אותו צריך לבחור 14
קשיים שעלו במהלך הפעילות 15
שינויים שנצפו במהלך הפעילות 15
ביבליוגרפיה 20
נספח מס' 1: דפים לתלמיד 23
נספח מס' 2- תוצאות עם ניתוח חלקי 33
נספח מס' 3- הגדרות והסברים 46
נספח מס' 4- דוגמא לתמונת לוח בפעילות 47
נספח מס' 5- קריטריונים שהעלו התלמידים במהלך הפעילות 48

מבוא

ייצוגי ידע מדעיים מהווים חלק בלתי נפרד מלמידת המדעים. ייצוגים כמו גרפים, טבלאות נתונים, מודלים ותרשימים נמצאים באופן נרחב בספרי הלימוד ובמאמרים מקצועיים. שימוש באמצעים אלו כמו בנייתם, הבנה שלהם והסקת מסקנות מתוכם הינו אלמנט בסיסי בהוראת המדעים ובבסיס החינוך המדעי.
למרות התפקיד החשוב שיש לשימוש בייצוגים אלו, לתלמידים רבים ישנו קושי בשימוש ובפרשנות שלהם. פיתוח היכולת להציג נתונים בצורה גרפית וליצור פרשנויות מתאימות דורש רמה גבוהה של מיומנויות רישום ותיאור. תהליך הלמידה של בניית גרפים או טבלאות והשימוש הנכון בהם הוא תהליך בעל אופי מתמשך ומתפתח שבו נבנה הידע (2006, Hsin-Kai Wu, Joseph S. Krajcik). ישנם מספר גורמים שעשויים להשפיע על היכולת של התלמידים לבנות ולפרש גרפים והם המבנה החזותי של הגרף (תבנית הגרף, הצבעים, הפרופורציות וכו'), הידע של התלמיד על גרפים, והציפיות שלו לגבי התוכן של הנתונים בגרף (Shah & Hoeffner.2002). כדי לסייע לתלמידים בבניית גרפים, אפשר להפוך את הלמידה של מיומנות זו ללמידה המצריכה שיתוף פעולה בין הלומדים. גרפים הם היבט חשוב בתקשורת בין מדענים וכאשר הם נבנים באופן משותף הם מאפשרים להגיע להבנה משותפת של משמעות התוצאות וכן להבין טוב יותר כיצד לבנות את הגרפים (Mcginn ,Roth, 1997).
כאשר תלמיד יוצר גרפים מנתונים שהוא ייצר בעצמו מניסוי שהוא ערך, הוא מצליח להבין טוב יותר את הגרף ולפרש אותו. לכן, התלמיד צריך הזדמנויות לבנות בעצמו את הגרפים מתוך נתונים שקיימים אצלו ולא רק לפרש גרפים מוכנים. בנוסף, צריך לאפשר לתלמידים לדבר ו"להתווכח" על אופן בניית הגרפים כדי לאפשר להם להבין טוב יותר את הגרף (Roth, 2012).
מחקרים מראים שמידת העניין שמגלים תלמידים בנושא נתון היא גדולה יותר כאשר הם מכירים את הנושא ובכך רוצים לשמוע ולדעת יותר על אותו נושא. בנוסף, החשיפה של התלמידים לנושאים מדעיים שונים עשויה לגרום להם להתעניין יותר, לעורר את סקרנותם ולשפר את רצונם לדעת יותר גם בנושאים לא מוכרים (ממלוק-ממן 2011). במחקר שנעשה בהודו ב-2012 ניסו החוקרים להבין מה מעודד תלמידים ללמידה של תחומי המדע השונים. חלק ממסקנותיהם היו שצריך לקשר את החומר הנלמד עם חוויות שמתרחשות מחוץ לבית הספר, ולאפשר לתלמידים להתבונן ולחפש בעצמם תשובות לשאלות על תופעות שונות (K. Abdul Gafoor, Smitha Narayan 2012).
ביצוע תצפיות עצמיות או ניסויים עצמיים של תלמידים על תופעות בחיי היומיום משמש גם כן דרך לעורר עניין. במחקר שנעשה בתורכיה ב-2009 נמצא כי ביצוע תצפית מדעית אפשר לתלמידים ללמוד על הדרך לאיסוף ראיות, לארגן את הרעיונות שלהם לחקר, ולהציע הסברים אפשריים לתופעות בעולם הסובב אותם. תצפית מאפשרת שימוש בכל החושים ומאפשרת לצופה לארגן את התופעות סביבו ולהסבירן. תצפית לא רק מחברת את התלמיד עם העולם שסביבו אלא מאפשרת לו ללמוד שיטות מדעיות ולכן תצפית מדעית חשובה להשגת תהליכי חשיבה מדעיים (Kemal YÜRÜMEZOĞLU 2009).
בנוסף, במחקרים נמצא כי מורים צריכים לנסות ולקשר מושגים מדעיים לחוויות של התלמידים, כך שהם יכולים להבין את הרלוונטיות של מה שהם לומדים לחיי היומיום שלהם, ובכך הופכים את הלמידה למשמעותית יותר ורלוונטית (Chow ,Yong 2013). נמצא כי תלמידים מסוגלים לחשיבה מופשטת במיוחד כאשר הם עוסקים בחקר המתנהל בהקשרים אותנטיים, כלומר בחקר שהוא משמעותי עבורם משום שהוא קשור לחיי היום יום שלהם (אצל ענת זוהר 2007). לתלמידי תיכון הייתה נכונות ויכולת ליצור שאלות, לעצב

ולתכנן פעילויות, לאסוף ולנתח ממצאים ולדווח על הממצאים כאשר התאפשר להם ללמוד בדרך של חקר (Hofstein et al., 2004; Sadeh & Zion, 2009).

אחת מגישות ההוראה החשובות היא גישת הקונסטרוקטיביזם. למידה קונסטרוקטיביסטית זוהי למידה שהלומד מעבד במהלכה את המידע שקלט. לעומת זאת למידה שבה אין עיבוד של מידע היא, למשל, שינון או דקלום, ניסוי וטעייה בלי הפקת לקחים, או ניחוש עיוור וכדומה (יחיאלי,2008).

מורים הפועלים בשיטה הקונסטרוקטיביסטית מתחשבים בידע הקודם של תלמידיהם ומשלבים אותו בתהליך ההוראה. למורים אלה יש נטייה לנהל דיאלוג עם תלמידיהם. יצירת הדיאלוג מפתחת את הצורך והיכולת לקבל ולתת הסברים חלופיים לעמדות, למידע או לתופעות שונות. אווירה של דיאלוג וזרימת מידע מן המורה אל התלמידים ומהתלמידים אל המורה, מאפשרת למידה משמעותית והבנייה של הידע אצל הלומד (עופרת, 2002). ידע שנלמד בצורה פעילה ומפתחת חשיבה הופך מידע סביל ולא מקושר לידע פעיל ומקושר המהווה בסיס להמשך למידה משמעותית. ידע שנלמד באופן זה יישמר בצורה טובה יותר לאורך זמן ויהפוך לשימושי בהקשרים רבים, גם מעבר להקשר שבו הוא נלמד (משרד החינוך, 2009).

מטרת הפיתוח

מטרת הפיתוח היא לאפשר לתלמידים להכיר את מרכיבי הגרף, ללמוד כיצד בונים גרף ולהציג תוצאות בצורה גרפית מקובלת מתוך נתונים שהם קיבלו בעבודת החקר שלהם או המעבדה. הפיתוח מאפשר הבנייה של הידע בנושא של בניית גרפים אצל התלמידים כך שבסיומו של הפיתוח הם יהיו מסוגלים להציג נתונים שונים בגרפים שונים בצורה המקובלת. כדי לעודד שיתוף פעולה מצד התלמידים, בניית הגרפים מתבססת על נתונים שנאספים ע״י התלמידים מתוך ניסוי שהם עורכים באופן עצמאי בבית.

תאור הפיתוח:

במהלך הקורס נחשפנו לתיאוריות הוראה/למידה שונות. בחרתי לעצב פיתוח המתבסס בעיקר על למידה קונסטרוקטיביסטית. לפי השיעורים שניתנו בקורס זה ובקורסים אחרים למדתי שהוראה/למידה קונסטרוקטיביסטית מאפשרת לתלמיד להבנות אצלו את הידע על בסיס ידע קודם הקיים אצלו ולאפשר לו למידה משמעותית של אותו תחום. בנוסף, אני מאמינה שהפיתוח מאפשר הקנייה של מיומנות חקר של ניתוח תוצאות ועיבודם. מיומנות זו חשובה בתחומים שונים אך בעיקר לתלמידי המגמה בי״א בתחילת דרכם.

אחת הדרכים ללמידה קונסטרוקטיביסטית היא למידה בדרך של חקר. בחרתי לתת לתלמידים לעשות ניסוי עצמאי המתקשר לתחום מסוים בלימוד שלהם. את התוצאות שהתקבלו בניסוי ביקשתי מהתלמידים להציג באופן גרפי. בדרך זו בחנתי את הידע הקודם של התלמידים על ייצוג תוצאות בצורה גרפית ואפשרתי להם ללמוד באופן קונסטרוקטיביסטי בכיתה מהי הדרך המקובלת לייצג ידע בגרפים. כיוון שהניסוי הוא אישי האמנתי שכך תהיה מוטיבציה לבצע את החקר ולהציג את התוצאות.

התחום שבחרתי לניסוי הוא תסיסה בשמרים כיוון שיש בתחום זה הרבה כיווני מחקר מעניינים שאותם יכולים התלמידים לבדוק בקלות. התלמידים התבקשו לבדוק השפעות שונות על תהליכי תסיסה בשמרי האפייה. הם הצטרכו לייצג את הנתונים באופן גרפי והתבקשו להביא לכיתה את התוצאות. בכיתה כל אחד הציג את הגרפים שלו ונערכה השוואה בין הגרפים השונים. מתוך ההשוואה באופן קונסטרוקטיביסטי עלו מהתלמידים קריטריונים לבניית גרף באופן נכון. לאחר שהתלמידים העלו את הקריטריונים ניתנה להם אפשרות ל"תקן" את ייצוגי הידע שעשו בתחילה. לבדיקה נעשה שימוש בתוצאות גולמיות של ניסוי אחר והערכת עמיתים על בנייה נכונה של הגרפים. בבדיקה בדקתי האם הם השתמשו בקריטריונים שהם קבעו במשותף כדי לבנות את הגרפים ולהעריך את הגרפים של חבריהם.

הפיתוח- מערך למורה:

מטרות הפיתוח (מטרה לימודית):

1. התלמידים ידעו להציג בגרפים תוצאות שהתקבלו בניסוי שהם ביצעו לפי קריטריונים מקובלים
2. התלמידים יכירו את מרכיבי הגרף וכיצד לבנות גרף על פי תוצאות של ניסוי.

שיעור מספר 1:

כל שלושה תלמידים יבצעו ניסוי ובו יבדקו השפעות שונות על תסיסת שמרים.

אפשר להעלות עם התלמידים רעיונות לגורמים שונים היכולים להשפיע.

רעיונות לגורמים: טמפרטורה,סוג סוכר,כמות סוכר, רמת חומציות,סוג השמרים ועוד.

מדידת עצמת התסיסה תהיה באמצעות מדידת גובה הקצף במשורה שאליה הוכנסו השמרים.

שיעור מספר 2-3 לאחר 10 ימים:

בשלב הראשון, כל קבוצת תלמידים תביא את התוצאות הגולמיות שלה לכיתה, ותייצר גרף על פי תוצאות הניסוי שלה.

בשלב השני, יוצגו כל הגרפים על הלוח כדי לראות מה דומה ומה שונה בין הייצוגים השונים של הגרפים.

הדיון בכיתה יתבסס על השאלות הבאות:

מה משותף לכל הגרפים? מה שונה?

התייחסות לשיקולי הדעת לבחירה בגרף

מומלץ שהמורה יביא גם גרפים מוכנים מראש עבור תוצאות של ניסוי זהה, שמדגימים דרכים שונות לייצוג התוצאות, אפילו אם יש בהם טעויות. ניתן להשוות בין גרפים אלו ובין הגרף של התלמידים, ולבחור מה מהם מתאים יותר לניסוי. בצורה הזו ניתן להעלות קריטריונים שאולי התלמידים לא יעלו בעצמם (למשל, רווחים לא שווים בין השנתות).

לאורך כל הדיון יש לרשום על הלוח את הקריטריונים שהעלו התלמידים.

הקריטריונים שאותם אנו מחפשים הם:

1. ישנה כותרת לתצוגה הגרפית המתארת קשר בין המשתנים בגרף.
2. בשמות הצירים (בגרף רציף או בדיאגרמת עמודות) מצוינים שמות המשתנים ודרכי מדידתם.
3. בדיאגרמת עמודות הפרטים הרלבנטים לעמודה (שם המשתנה, היחידות) מופיעים על ציר X בגוף העמודות או בסמוך אליהן.
4. ישנו קנה מידה קבוע לאורך כל ציר (לא חייב להיות קנה מידה זהה לשני הצירים).
5. יש הבחנה בין סוגי משתנים ולכל סוג יש להתאים גרף בדיד או רציף

שיעור מספר 4-5:

לאחר אזכור הקריטריונים שעליהם הוחלט בשיעור שעבר תתבקש כל קבוצה לתקן/לשנות את הגרף שהכינו עבור הניסוי שלהם, וכן לכתוב מהם השינויים שביצעו בגרף המקורי ולמה. אם לא ערכו שינויים בגרף המקורי נבקש מהם הסבר מדוע הגרף שיצרו מתאים לדעתם.

בשלב הבא כל תלמיד יצור גרף על פי תוצאות של ניסוי חדש כדי לבדוק את הבנת התלמידים לאור הפעילות. לאחר מכן כל תלמיד יבדוק גרף של תלמיד אחר ויסביר מה נכון ומה לא נכון בגרף.

תאור הערכת הפיתוח

תאור האוכלוסייה הנבדקת

הפיתוח יתבצע עם תלמידי כיתה יא הלומדים במגמת ביולוגיה. תלמידים אלו בשנתם הראשונה במגמה. בכיתה יש 5 בנים ו-8 בנות. הכיתה הטרוגנית מבחינת היכולות והציונים, ישנה קבוצה של תלמידים חזקים מאד וישנם תלמידים בינוניים. בשיעורים שנערכו בתחילת שנה עלה הצורך לבסס באופן טוב יותר את מיומנות בניית הגרפים. כמו כן- פיתוח מיומנות זו מאפשר להם להתאמן בתהליכי עיבוד תוצאות הנדרשים מהם בעבודת הביוחקר.

שאלות המחקר

1. כיצד משפיעה השוואה בין גרפים על תהליכי החשיבה של תלמידים הקשורים למיומנות בניית גרפים?
2. כיצד מושפעת היכולת לבניית גרפים בעקבות ניסוח קריטריונים לבניית גרף על ידי התלמידים?

תאור כלי ההערכה-

כלי הערכה ראשון יהיה ניתוח תמלול השיעור. בניתוח התמלול אבחן את תהליכי הלמידה והחשיבה שהתרחשו אצל התלמידים במהלך הדיון בהשוואה בין הגרפים השונים.

הקריטריונים לניתוח התמלול הם:

1. נקודות קושי שעלו אצל התלמידים והאם הם הצליחו להגדיר אותם במילים
2. דו-שיח בין תלמידים שתרם להבנה של מושג מסוים אצל התלמידים המשתתפים בו
3. העלאת קריטריונים רלוונטיים על ידי התלמידים עצמם והגדרתם
4. רפלקציה של התלמידים על האופן בו בנו את הגרף
5. שאלות שלי שאפשרו הבנה של התלמידים

כלי הערכה נוסף יהיה בחינת ההערות שנתנו התלמידים זה לזה בלמידת העמיתים ובדיקה האם הם השתמשו בקריטריונים שעלו בפעילות והאם היה להם קושי בשימוש בקריטריונים הללו. השוואה לגרפים הראשוניים שעשו התלמידים יכולה להצביע על שינוי אפשרי. בנוסף, בוצעו הקלטות של שלב הכנת הגרף הראשוני על סמך תוצאות הניסוי שביצעו, לפני הפעילות. הקלטות אלה שימשו לאיסוף הנימוקים הראשוניים שלהם לבחירת הגרפים ולבדיקה האם חל שינוי בתהליכי החשיבה שלהם על ייצוג גרפי של תוצאות בעקבות הפעילות.

תאור מערך המחקר:

שלב 1- התלמידים התחלקו לקבוצות וקיבלו דף הנחיה (ראה נספח 1) לביצוע ניסוי לגבי מגוון גורמים המשפיעים על תסיסה/נשימה בשמרים. הקבוצות השונות התבקשו לבנות גרפים על פי הנתונים שקיבלו ולהציג לכיתה. הדיון בקבוצה על אופן בניית הגרף הוקלט ונותח מבחינת ההתייחסות של התלמידים לקריטריונים שלפיהם הם בונים את הגרף. התלמידים נשאלו שאלות על ידי המורה תוך כדי בניית הגרף.
שלב 2- לאחר שהתלמידים אספו את התוצאות והכינו על פיהן גרפים, נערכה השוואה בין הגרפים השונים, ונכתבו כללים שבעזרתם ניתן לבנות גרף. הדיון הוקלט ותומלל (נספח 2). הדיון נותח על פי כלי הערכה לתהליכי חשיבה המופיע בפרק כלי ההערכה.

שלב 3- בשלב זה חזרו התלמידים לגרפים הראשונים שלהם ותקנו אותם במידת הצורך, או נימקו מדוע הגרף שנבנה היה נכון תוך שימוש בקריטריונים שנקבעו בפעילות (נספח 1). התיקונים והנימוקים נאספו ונותחו על פי הקריטריונים שבהם השתמשו התלמידים כדי לתקן את הגרף הראשוני שלהם. נבדקה התייחסות לגרף הקודם ומדוע ערכו את השינוי או בחרו לא לתקן.
שלב 4- התלמידים התבקשו לבנות גרף מתאים עבור נתונים מניסוי חדש ולהתייחס לקריטריונים. הגרפים הוחלפו בין התלמידים וכל אחד בדק לחברו את הגרף שעשה וכתב לו הערות תוך התייחסות לקריטריונים שנלמדו. הגרפים והערכת העמיתים נאספו ונותחו על פי הקריטריונים שנכתבו בכיתה מתוך הפעילות בשלב 2 ובדיקה האם יש שימוש נכון בקריטריונים שעת בניית הגרף החדש וניתוח הגרף לעמיתים בכיתה.
שלב 5- לאחר שבוע מהפעילות, שוב התבקשו התלמידים לחזור על שלב הערכת העמיתים עבור גרף חדש.

דיון בתוצאות ומסקנות

בפיתוח שאותו הפעלתי בכיתה רציתי לראות שינוי ביכולת לבניית גרפים אצל תלמידים מתוך הלמידה המשותפת וההשוואה בין הגרפים. צפיתי שיצירת קריטריונים עם התלמידים תגרום להם לשרטט גרפים בצורה נכונה יותר בעתיד. אולם, השוואה בין הגרפים שבנו התלמידים לאחר הפיתוח לגרפים שהם בנו לפני הפיתוח לא הראתה שינוי משמעותי ביכולת לבנות גרפים. מתוך 13 תלמידים, היו 7 תלמידים שהצליחו לשפר את מיומנות בניית הגרפים בעקבות הפעילות ו-6 תלמידים שהפעילות לא השפיעה על יכולתם לבנות גרפים.

למרות זאת, מתוך תמלול השיעורים שבמהלכם השוונו בין הגרפים השונים ויצרנו קריטריונים יחד, ניתן היה לראות שינוי בתהליכי החשיבה אצל התלמידים בכיתה. התנהלות השיעור באמצעות חשיפת התלמידים לגרפים והדיון הכיתתי שנוצר בעקבות כך אפשרה לתלמידים ליצור תהליכי חשיבה אחרים מאשר בשיעורים רגילים.

אתייחס בחלק זה לדוגמאות מתוך התמלול של השיעור ואציג את תהליכי החשיבה שאותם עברו התלמידים ואותם בחנתי במערך המחקר.

תהליכי חשיבה שעלו במהלך הפעילות

שיח שיתופי מעודד תהליך של הבניית ידע

במהלך הדיון בגרפים השונים נוצרו מצבים שבהם השיח שיתופי בין תלמידי הכיתה והמורה איפשר תהליך של הבניית ידע. השיח הקצר הבא איפשר לתלמיד י' לנסות להבדיל בין משתנה תלוי למשתנה בלתי תלוי:

י: אני לא יודע להבדיל ביניהם

ש: המשתנה הבלתי תלוי זה מה שאתה משנה

מורה: איך אני מגדירה בלתי תלוי

ש: לא תלוי בשום דבר אחר. זה גורם שלא משתנה ע"י אף אחד מהגורמים בניסוי. הוא לא תלוי באף אחד אחר. המשתנה התלוי משתנה בעקבות הבלתי תלוי

מורה: צריך הסבר פשוט יותר

נ: גורם אחד מושפע מהגורם השני

מורה: עשית ניסוי בגרף ואתה רוצה להציג לאנשים איך עשית את הגרף?

י: חשבתי שהיו דברים שהם שווים ורק סוג השמרים היה שונה. ובעצם הגובה של הקצף הוא רק השתנה הוא היה תלוי בסוג השמרים. בכל מבחנה שמו משהו אחר. ומשהו שכתוצאה מכך קורה נשים בציר Y.

מורה: אתה בעצמך בהגיון כבר הבנת מה זה המשתנה הבלתי תלוי שהוא שונה בין המבחנות כבר מתחילת הניסוי. כתבתי על הלוח.

מורה: אז איך תגדיר את המשתנה התלוי?

י: המשתנה התלוי משתנה במהלך הניסוי בעקבות הבלתי תלוי .

השיח מתחיל עם התלמיד י', שמתקשה להבין את ההבדל בין משתנה תלוי למשתנה בלתי תלוי. התלמיד ש' מבצע תהליך של למידה שיתופית ומנסה להסביר לי' מה המשמעות של משתנה בלתי תלוי. ש' מרחיב את התשובה שלו לאחר שהמורה מבקשת להגדיר את המושג, ו- נ' מנסה להגדיר אותו בצורה פשוטה יותר. כתוצאה מכך, התלמיד י' בעצמו מנסה להבין מה הוא עשה בניסוי, חוזר ועושה רפלקציה על הניסוי שלו ומתוך כך מבין את ההבדל בין שני המשתנים. הוא אף מביא הגדרה משל עצמו להבדל בין המשתנה התלוי לבלתי תלוי לאחר עידוד מהמורה.

בנוסף לתרומה של התלמידים לתהליך הבניית הידע של י', יש בשיח המובא כאן דוגמה לתמלול של קושי: התלמיד י' ממליל את הקושי שלו בצורה מדויקת ואומר שהוא לא יודע להבדיל בין המשתנה התלוי למשתנה הבלתי תלוי. בדרך כלל תלמידים אומרים שהם לא מבינים כלום או שלא יודעים להגדיר מה הם לא מבינים. הדיון שקדם לדוגמא הזו אפשר לי' להגיד בדיוק מה הוא לא מבין.

העלאת ידע קודם מאפשרת למידה והבנה של עקרון/נושא חדש.

במהלך הדיון מתאפשרת העלאה של הידע הקודם של התלמידים על בניית גרפים שנצבר לאורך השנים מתחומים שונים, לאו דווקא ביולוגיה, והדבר מאפשר לתלמידים להבין טוב יותר מושגים/עקרונות חדשים:

מורה: עדיין לא הגענו למסקנה מתי צריך לעשות כל סוג גרף? נסתכל על המשתנה הבלתי תלוי

י: אם אפשר להציג בצורת פונקציה את הבלתי תלוי אז נעשה קווי ואם לא אז עמודות.

דיבורים...

י: אם זה רציף נעשה גרף קווי.

מורה: תנסה להגדיר לי מה זה משתנה רציף- מה הכוונה רציף?

י: למשל,מהירות של מכונית.

מורה: אני מחפשת הגדרה, מי אמרה את זה קודם

מ: אם הגורם משתנה מבחינה כמותית,ערך המספרי, אם הגורם זהה אבל הערך המספרי שונה אז זה גרף רציף

בהמשך השיחה י' משתמש בידע קודם שיש לו בפיזיקה כדי לתת דוגמא לסוג הגרף שאותו צריך לעשות לפי סוג המשתנה הבלתי תלוי, גרף רציף או עמודות. הידע הקודם שלו בנושא הוא ידע מתמטי ולכן הוא מזכיר שימוש בפונקציה להצגה של גורם רציף. התלמידה מ' מצליחה להגדיר לאחר שאני מבקשת הגדרה ולאחר שהתלמיד י' נתן את דוגמת מהירות המכונית כמשתנה רציף. מ' מעלה קריטריון לבניית גרף שמאפשר לזהות את סוג הגרף הנדרש.

רפלקציה על הגרף כגורם מעודד להעלאת קושי בהבנה

רפלקציה של התלמידים על הגרף מסייעת להבין את הקושי של התלמידים לבחור בין סוגי הגרף השונים, קושי שבדרך כלל לא ברור למורה.

מורה: איך אני יודעת לפי המשתנה הבלתי תלוי איזה גרף לבחור? איך אני יודעת איזה גרף לבחור למשל לכמות סוכר?

ש:כי את משתמשת באותו דבר בכמויות שונות

א: מודדת את השינוי שלו ולא שלוש דברים שונים

ר: חיברו את כל התוצאות ביחד ,נניח אם היו בודקים לאורך זמן אז הגרף האדום(קווי) היה מתאים היה תהליך שלם של משהו אחד והיה אפשר לייצג. כי ב-4 מבחנות שונות זה בלאגן לייצג את הגרף לא מבינים כלום.היו קצת נתונים, הניסוי שלנו לא הראה תהליך כי לכל מבחנה הוספנו כמות שונה ולכן עשינו עמודות. לא עשינו מבחנה אחת והוספנו לה כל פעם

מורה:את אומרת שרק אם המשתנה הבלתי תלוי היה עם זמן עושים גרף קווי?

ר:לא רק

מ: יש לך פה רק כמות סוכר רק דבר אחד שמשתנה אז זה כן קווי

ר:אבל זה נראה שכל פעם הוספתי לאותה מבחנה

מורה: כל מבחנה מייצגת נקודה על הגרף

ש: אבל אז אני לא יודע שיש לי כמה מבחנות, זה נראה שהוספתי כל פעם לאותה מבחנה שיש התקדמות

בדוגמא זו אנחנו מתייחסים לגרף של אחת הקבוצות שייצגה השפעה של משתנה בלתי תלוי של כמות סוכר בגרף של עמודות במקום גרף קווי ואני מנסה מתוך ההשוואה להבין מדוע בחרו התלמידים דווקא בגרף עמודות. השאלה הראשונה בדוגמא הזו היא שאלת סינתזה ושני התלמידים שענו על השאלה לא היו בקבוצה שיצרה את הגרף. התלמידים ש' ו-א' ענו על השאלה בדרכים שונות. השאלה גרמה לתלמידה ר' לעשות רפלקציה על הגרף שאותו עשו ולנסות להסביר למה בחרו דווקא בגרף עמודות. השאלה שלה חשפה את דרך החשיבה של אותם תלמידים לבחירת גרף העמודות: ניתן לראות שהם תופסים גרף רציף כגרף שמייצג תהליך ובגלל שבניסוי שלהם היו מעט נתונים וכל מבחנה עמדה בפני עצמה יש צורך לייצג את הגרף בעמודות כדי להבין מה קרה בכל מבחנה בפני עצמה.

לאחר מכן נוצר דו- שיח בין ר' למ' על סוג הגרף האפשרי כאן. ניתן לראות שמ' מסבירה לר' לפי הבנתה למה כמות סוכר נחשבת משתנה רציף ולכן צריך לעשות גרף קווי ולא עמודות. ר' עדיין לא משתכנעת וכן ש' מסכים איתה שקשה בגרף קווי להבין שמדובר במספר מבחנות. זוהי דוגמה לתמלול של קושי בהבנה איך בונים גרפים.

מורה: ע' תסבירי את הניסוי

ע: שמנו מים עם סוכר בכל אחת מהמבחנות ושמרים וראינו איך עולה גובה הקצף

מורה: אבל מה ההבדל בין העמודות,מה זה כל עמודה?

ע: שמרים, כל עמודה זה סוג של שמרים אחר

י: כל עמודה זה כל גוש ובכמה סנטימטרים הוא גדל מעל ה-30 מ"ל ומעלה.

מורה: ז"א המדידה שלכם היא בסנטימטרים?

ז: אז למה כתוב במ"ל?

ש: אולי זה מ"ל?

ע: אני זוכרת שמדדנו בס"מ

י: אז את צדקת וזה באמת בס"מ מדדנו בסרגל

בדוגמא זו רואים שי' וע' מתייחסים לגרף שהם עשו. הם מדדו את גובה הקצף בס"מ אך בגרף הם הציגו במ"ל. מתוך ההסתכלות על הגרף עולה הבעייתיות בדרך ההצגה וישנו דיון קצר בין התלמידים שגורם לי' להבין שדרך ההצגה שלו הייתה שגויה. יש כאן ביקורת על הגרף מתוך דו-שיח בין התלמידים בכיתה.

שאלות של המורה מעודדות חשיבה מחודשת על הגרף ומאפשרות העלאת קריטריונים לבניית גרף.

במהלך הדיון המורה שואל שאלות מכוונות על הגרפים שאותם בנו התלמידים כדי לגרום להם להשוות בין הגרפים ולנסות להעלות קריטריונים על האופן שבו צריך לבנות גרפים.

מורה: מה לדעתכם חסר בגרף הזה?

י: פרופורציה בציר Y

מורה: מעולה אני רושמת. מה אתה מתכוון שאתה אומר פרופורציה בציר Y?

י: זה לא באמת 2.2

מורה: מה לדעתך הבעייתיות פה?

י: צריך לעשות 1,2,3 ואז לשים את 2.2

מורה: היית צריך לעשות שנתות שוות, ואז מה?

י: ואז להציב את הנקודות לפי השנתות

מתוך ההתבוננות בגרף שאותו עשה, ראה י' שאין פרופורציות בציר ה-Y ובעצם השאלות שלי מחדדות לו את הבעייתיות של הצגת הנתונים בגרף ומאפשרות לו להבין את הבעיה ,לבקר אותה ולהגיד כיצד יתקן

את הגרף. בנוסף, י' העלה קריטריון חשוב לבניית גרף מתוך ההתבוננות על הגרף שעשה ועל הגרפים האחרים שהיו על הלוח באותו הזמן.

מורה: למה בחרתם דווקא לעשות את סוג השמרים פה (ציר X) ואת גובה הקצף פה? (ציר Y)

א: כי הגורם המשתנה זה ציר Y

י: כי ככה זה יותר נוח

מורה: מה זאת אומרת שהגורם המשתנה על ציר Y?

א: זה שזז 2,4,19 הוא על ציר Y והגורם הבלתי תלוי שלא משתנה הוא על ציר X

ש: זה הפוך אבל

מורה: אבל גם זה משתנה זה לא אותו דבר (סוג השמרים)

א: אבל זה לא משתנה במהלך הניסוי אלא בתחילת הניסוי

מורה: מה שמשתנה לאורך הניסוי יהיה בציר Y –רושמת על הלוח

ר: אבל זה לא מה שהם עשו, זה תוצאות בציר Y

מורה: לאורך הניסוי רואים שהיה שינוי בגובה

י: אבל סוג השמרים זה הגורם המשתנה

מורה: אבל אביטל אומרת שזה משהו ששינינו לפני תחילת הניסוי

(הרבה רעשים.. ויכוח לא ברור שבסופו מסתבר שהם מסכימים אחד עם השני ואז אני כותבת על הלוח

שאת הגורם שמשתנה במהלך הניסוי נשים בציר Y ואת הגורם שמשתנה לפני הניסוי נשים בציר X.)

בדיון המוצג כאן עולה הצורך להגדיר איזה משתנה שמים בכל ציר. השאלות שאני מעלה גורמות לא' להגדיר שהמשתנה שערכו שונה לאורך הניסוי הוא זה שיהיה בציר ה-Y ואילו המשתנה שהשתנה לפני הניסוי יהיה בציר ה-X .

השוואת הגרפים על ידי התלמידים והדיון המתפתח בעקבות כך מאפשרים לתלמידים לדון בחשיבות של סוג הגרף אותו צריך לבחור

מורה: ר' ודי' מה עשיתם בניסוי?

ד: בדקנו כמות סוכר ואיך זה משפיע על גובה הקצף. עשינו גרף עמודות

מורה:מה אתם חושבים על הגרף שהם בחרו?

נ: צריך להיות קו

ש: גרף קווי

מ: קו כי כמות סוכר זה משהו שמשתנה וזה אותו אחד.

מורה: תסבירי

מ: למשל בגרף של סוג השמרים זה כל מבחנה משהו אחר וכאן רואים שזה אותו דבר כמות סוכר רק מספר אחר אז כן אפשר לחבר ולא לעשות עמודות

מורה: מ' אומרת שאם המשתנה הבלתי תלוי הוא אותו דבר רק הערך המספרי שלו שונה אז אפשר לעשות גרף קווי. בואו נשמע מה חושבת הקבוצה שעשתה את הגרף,למה בחרו בגרף עמודות?

ע: מה זה משנה?

מורה: ע' שואלת מה זה משנה בכלל. אז בואו נשמע- ציירתי על הלוח גרף שמכיל את אותם נתונים רק קווי.

ע: זה נראה יותר יפה לעין בעמודות.

נ: יותר נוח לקרוא ככה

ז: זה מראה התקדמות

ש: אם עושים בגרף קווי זה גורם לחשוב שזה גרף שכל פעם הוסיפו למבחנה עוד סוכר ולא מציג את העובדה שיש פה כמה מבחנות

ר:הגרף הקווי מציג תהליך,שהתחלנו באפס וככל שהוספנו זה עלה- זה מראה עלייה בתהליך. והעמודות מראה שהיו 4 מבחנות שונות ושבכל אחת מהן היה כמות שונה של סוכר

מורה: מה היתרון של גרף קווי לעומת עמודות?

נ: קל לצייר

א: יותר קל לעלות על חוקיות, איפה עולה ואיפה יורד

ש:רואים מה משתנה

בשלב זה הקבוצה שבדקה השפעת כמות סוכר על קצב התסיסה הציגה את הגרף שעשתה(עמודות) והכיתה התבקשה להגיב על הגרף. מ' הסתכלה על הגרף וביקרה אותו ואמרה שהיה צורך לעשות גרף קווי. היא

הצליחה להסביר גם עבור הגרף הזה ספציפית וגם לתת הגדרה כוללת. ע' לעומתה לא מבינה למה זה משנה- מעלה קושי של הבנה בבניית הגרף. מדבריהם של ש' ור' בעקבות ההשוואה לגרף קווי עם נתונים דומים ניתן להבין את הבעייתיות שמעלים התלמידים בבחירת סוג הגרף כמשהו המייצג את הניסוי. ניתן לראות שיש פה חשיבה של התלמידים בעקבות ההשוואה בין הגרפים ושהתלמידים עונים אחד לשני ומנסים להסביר אחד לשני מה ההיגיון שבציור גרף מכל סוג.

קשיים שעלו במהלך הפעילות

מעניין לראות איך במהלך פעילות יחסית פשוטה של השוואת גרפים יחד עם התלמידים בצורה המעודדת שיח התאפשר לי כמורה להבין מספר קשיים מהותיים שעולים אצל התלמידים כאשר הם ניגשים לבחירת הגרף המתאים ולבנייתו. קושי מרכזי שעלה לאורך הפעילות הוא הקושי לבחור את סוג הגרף המתאים. הרציונל לבחירת גרף עמודות כאשר המשתנה התלוי הוא בדיד למשל סוג השמרים או סוג הסוכר היה ברור לתלמידים והם באופן אינטואיטיבי בחרו בגרף עמודות כיוון שהיה ברור להם שאי אפשר למתוח קו בין הנתונים ושכל אחד מהם צריך להיות בנפרד. לעומת זאת, כאשר הם נתקלו במשתנה רציף כמו כמות הסוכר הם התקשו להבין את ההיגיון של יצירת קו רציף. הם טענו כי לא ניתן בצורה כזו להבין מה מתרחש בכל מבחנה בניסוי וכאשר מציגים את התוצאות בצורה כזו זה נראה כאילו הניסוי הורכב ממבחנה אחת שכל פעם הוסיפו לה סוכר ומדדו. הם תופסים גרף רציף רק כגרף המתאים לתיאור תהליך מתמשך או תהליך התלוי בזמן ולא כגרף המציג נתונים עבור משתנה רציף וניתן לראות מגמת שינוי בין הערכים הנמדדים, למרות שכל ערך נמדד במבחנה נפרדת.

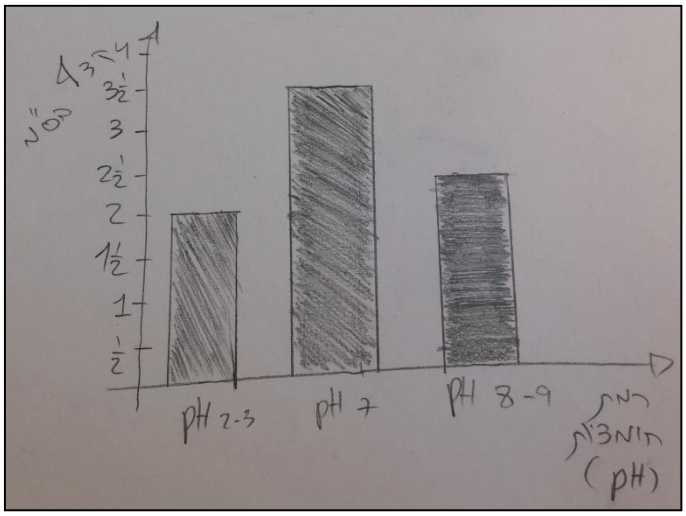
קושי נוסף שעלה אצל התלמידים היה להבחין בין המשתנה התלוי והבלתי תלוי בניסוי כדי לדעת להכניס באופן נכון את הנתונים לפי הצירים. מבחינתם גם את המשתנה הבלתי תלוי מישהו משנה ולכן קשה להם להבדיל בין סוגי המשתנים. אחת התלמידות הצליחה להגדיר יפה בפעילות כי המשתנה התלוי משתנה לאורך הניסוי ואת המשתנה הבלתי תלוי משנים לפני הניסוי. תלמיד אחר הגדיר שבעצם המשתנה התלוי משתנה בין המבחנות מכיוון ששינינו את המשתנה הבלתי תלוי בהתחלה.

שינויים שנצפו במהלך הפעילות

המחקר בדק שלב ראשוני של בניית גרפים כיוון שזו פעם ראשונה שהתלמידים התנסו בפעילות שדורשת מהם מחשבה מעמיקה על משימה שהם עשו. ל-3 מהתלמידים ההצפה הזו גרמה לבלבול והגרפים שעשו אחרי הפעילות היו פחות טובים מהגרפים שלהם לפני. 7 מהתלמידים שיפרו את היכולת שלהם לבנות גרפים בשלבים הסופיים של הפיתוח ו-2 תלמידים לא שיפרו. היו תלמידים שבנו גרפים לא נכונים לאחר הפעילות אך למרות זאת ידעו להשתמש בקריטריונים שהם בנו בכיתה כאשר בדקו גרפים שבנו חבריהם לכיתה.

ניתן לדוגמא את הגרפים והקריטריונים שעשתה מ' לאורך התהליך. לאורך הפעילות מ' הייתה פעילה מאד בלמידה הכיתתית (ניתן לראות זאת בציטוטים מהתמלולים המופיעים לעיל)

גרף א'- הגרף הראשוני שאותו עשתה מ' יחד עם חברותיה לקבוצה.



תמלול בניית הגרף של הקבוצה

מ' : נעשה עמודות?

הבנות :כן

מ' : טוב נרשום פה (בציר הX) את רמת הPH ופה (ציר Y) נרשום את גובה הקצף

ע' : בס"מ

מ' מסבירה מה היא מציבה בכל עמוד

שואלת את ע' מה לעשות בשנתות בציר ה-Y

מחליטות לעשות רווחים של 1/2 ס"מ בין השנתות

מתלבטות בין גרף פונקציה לעמודות.

חושבות שאין קשר בין הטיפולים ולכן צריך לעשות גרף עמודות

מ' : "לא נראה לי שיש בניהם קשר- אז עמודות"

מציירות את העמודות

עשו קווים בין העמודות ואז מחקו אותן.

מורה :איזה גרף בחרתן לעשות?

מ' :גרף עמודות

מורה :למה בחרתן בגרף עמודות?

מ' : כי אנחנו לא חושבות שיש קשר בין התוצאה של PH 7 לתוצאה של PH 8-9

מורה :אז אתן אומרות שאם אין קשר בין הגורמים השונים אז לא..

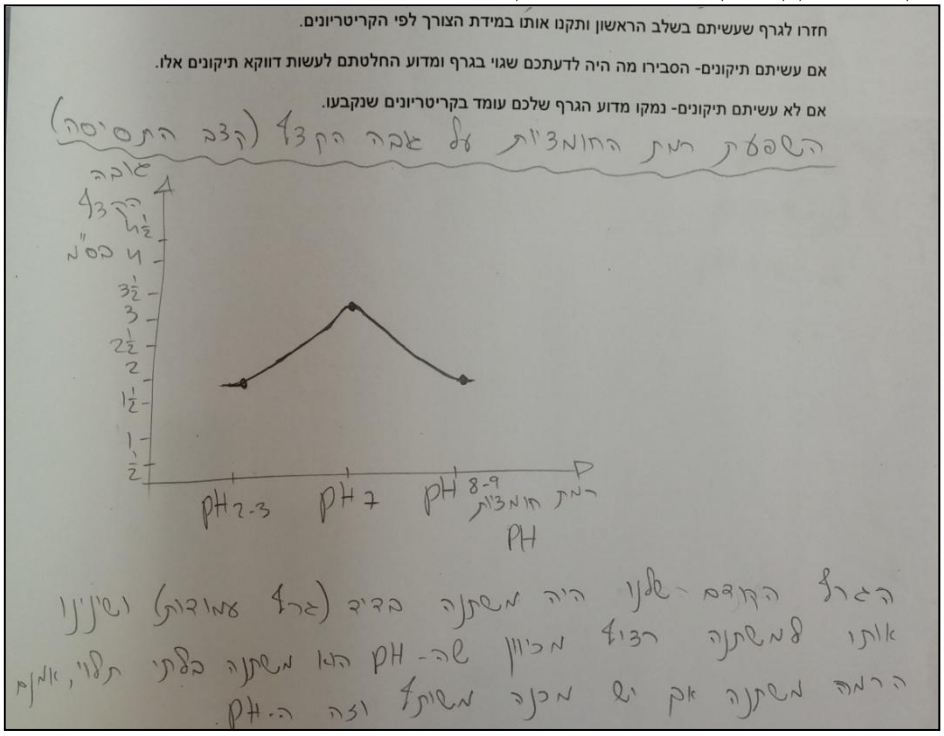
מי: זה לא שהם שונים זה אותו גורם אבל

ע: זה לא דבר אחד שעלה והשתנה אלא כל אחד בפני עצמו.

מורה: אז אתן אומרות שכל אחד בפני עצמו ולכן לא צריך לחבר בקו.

מהתמלול ומהגרף רואים שחברות הקבוצה ובתוכן מ' לא יודעות לבחור נכון את הגרף בו צריך להשתמש כיוון שלדעתן אין קשר בין הטיפולים השונים יש צורך בעמודות וגרף רציף לא רלוונטי כאן. לאחר הפעילות בכיתה הן התבקשו לתקן את הגרף ולנמק מדוע ערכו את התיקונים הללו.

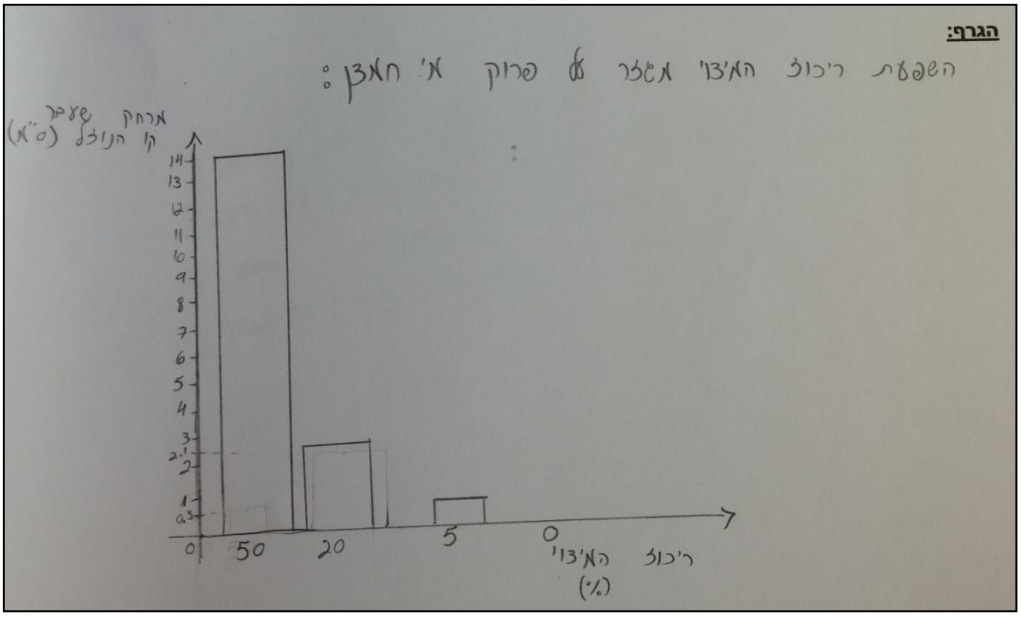
גרף ב'- תיקון הגרף הראשוני של הקבוצה



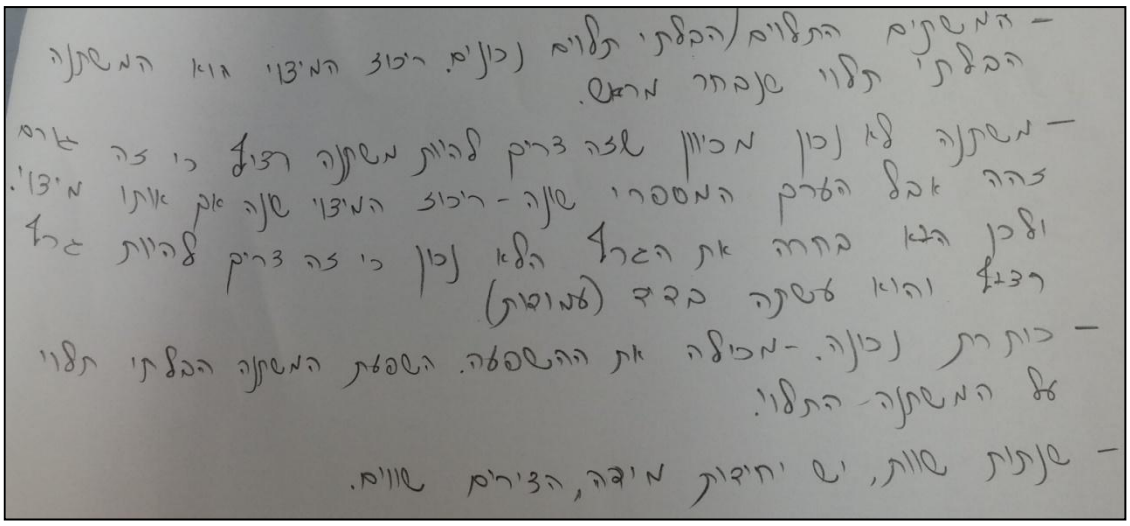
ניתן לראות שהבנות התייחסו לסוג הגרף בהסבר לשינויים. הנימוק שלהן לשינוי מבוסס על הקריטריונים שנבנו במהלך הפעילות. בפעילות הדגשנו איך מבדילים בין סוגי המשתנים בדיד ורציף והן השתמשו בהסבר זה בנימוקם. בנוסף, הן הוסיפו כותרת אך לא הוסיפו הסבר לנחיצותה.

בשלב הבא התבקשו התלמידים לבנות גרף לפי הקריטריונים ולבדוק זה לזה את הגרפים. אציג כאן גרף שעשתה חברתה לקבוצה של מ' ואת ההערכה של מ' על הגרף של אותה תלמידה.

גרף ג'- גרף שאותו העריכה מ' במסגרת הפעילות



הקריטריונים להערכה אותם כתבה מ' בעקבות הגרף (גרף ג')



ניתן לראות שמ' ידעה לנתח את הגרף על פי הקריטריונים שנאספו בכיתה במהלך הפעילות ולנמק היטב מדוע חברתה צדקה או טעתה בשלבים השונים של בניית הגרף. ניתן לראות שההסבר של מ' לבחירת גרף רציף מתבסס על הגדרת המשתנה הרציף שנעשתה בכיתה תוך כדי הפעילות. ניתן לראות שמ' השתמשה בקריטריונים שעלו בפעילות הכיתתית. מ' משתמשת בהגדרת המשתנה הרציף שנעשתה בכיתה כתבנית ואליה היא מצליחה להכניס את הדוגמא החדשה שאליה נחשפה.

מניתוח התמלולים בזמן השיעור ניתן לראות כי הפעילות אפשרה לתלמידים לחשוב על בניית הגרפים ולקיים ביניהם דיון על האופן שבו בונים גרף ומהי הדרך הנכונה לכך. צורת הלמידה הזו בה התלמידים מעלים גרפים שהם עשו ומשווים ביניהם כדי להחליט האם הגרפים בנויים נכון אפשרה לתלמידים להעלות קשיים שלהם, להיות ביקורתיים כלפי העבודה שהם עשו וללמוד יחד ברב שיח מה הדרך הנכונה לבנות גרפים.

פעילות מסוג זה מעודדת חשיבה מעמיקה של תלמידים על הדרך בה הם בונים גרפים. צ'ין ובראון (2000) מעלים את החשיבות של בניית פיגומים לעידוד גישה מעמיקה ללמידה אצל תלמידים. הגישה המעמיקה

אצל תלמידים מתבטאת ביכולת שלהם לייצר תשובות לבעיות שעולות במקום להגיד שהם לא יודעים כלום, להיות ביקורתיים כלפי הגרפים שהם עשו ולבצע רפלקציה על המטלות שלהם-חשיבה מטקוגניטיבית. החשיבות של המחקר שעשיתי מתבטאת לדעתי בגישה הקונסטרוקטיביסטית המתבטאת בהשוואה בין הגרפים במליאה של כיתה. השוואת הגרפים והצגתם זה מול זה אפשרה רב שיח בכיתה ודיון שבו יכלו התלמידים להיות רפלקטיביים לגבי הגרפים שיצרו ולשמוע מה חבריהם לכיתה חושבים על מה שעשו. בנוסף, פעילות כזו אפשרה לי להבין טוב יותר את הידע הקודם של התלמידים על בניית גרפים ומאין נובעות הטעויות של אותם תלמידים בגרפים שהם בנו.

אני רואה חשיבות בפעילויות מסוג זה כיוון שהן מעודדות את התלמידים לצאת מצורת החשיבה הרגילה שלהם ומהפרדיגמה השולטת של דו שיח של מורה תלמיד. פעילות מסוג זה מאפשרת לי כמורה להבין את צורת החשיבה של התלמידים וכן מאפשרת לתלמידים ללמוד זה מזה על ידי הקשבה ושיחה. לדעתי, כיוון שזו פעם ראשונה שעשיתי פעילות מסוג זה בכיתה, היו תלמידים שעדיין לא הצליחו למצוא את מקומם בדיון שהתהווה ודרושות פעילויות נוספות בסגנון דומה כדי לאפשר גמישות ופתיחות של התלמידים ללמידה משותפת מסוג זה.

ישנם כמה שינויים שהייתי עורכת בפיתוח שעשיתי. השינוי הראשון הוא להוסיף ניסויים שהתלמידים עושים ולבחון יחד איתם איך בונים את הגרפים המתאימים לאותם ניסויים. במקור רציתי שהתלמידים ינביטו בבית זרעים בתנאים שונים ואז כל קבוצה הייתה אמורה לשלב נתונים לגרף אחד והיינו יכולים לדון במורכבויות שונות של בניית גרפים מתוך נתונים שונים שהתקבלו. קוצר הזמן גרם לכך שהתלמידים עשו ניסוי יחסית פשוט בכיתה עם מעט טיפולים ולדעתי זה אחד הגורמים שהקשו עליהם את הבחירה בסוגי הגרפים הנכונים. בנוסף, אחת המטרות של הפיתוח הייתה שהתלמידים ידעו לבנות גרפים בצורה הנכונה אך בפועל לאחר ההפעלה בכיתה לא כל התלמידים הצליחו בזה. אם הייתי יכולה הייתי ממשיכה בחודש שאחרי הפעילות בניסויים קטנים שבהם אבקש מהתלמידים להתייחס לקריטריונים שבנינו יחד ועל פיהם לבנות את הגרף. אני בטוחה שפעילות מסוג זה הייתה מחזקת את היכולת של התלמידים לבנות גרפים לפי הקריטריונים שנקבעו.

ביבליוגרפיה

Chin C. & Brown D.E. 2000. A Comparison of deep and surface approaches.Journal of research in science teaching. Vol. 37.No 2. PP 109-138

Chow, S., & Yong,B.(2013). Secondary School Students' Motivation and Achievement in Combined Science. US-China Education Review B, ISSN 2161-6248 ,April 2013, Vol. 3, No. 4, 213-228 .

.

Hsin-Kai Wu, Joseph S. Krajcik (2006) Inscriptional Practices in Two Inquiry-Based Classrooms:

A Case Study of Seventh Graders' Use of Data Tables and Graphs. Journal of research in science teaching. VOL. 43, NO. 1, PP. 63–95 (2006)

Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University

K. Abdul Gafoor & Smitha Narayan(2012). Out-of-school experience categories influencing interest in science of upper primary students by gender and locale: Exploration on an Indian sample. Science Education International Vol.23, No.3, September 2012, 191-204. Department of Education, University of Calicut, India

Kemal YÜRÜMEZOĞLU (2009). A Teaching strategy for developing the power of observation in science education. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi ,105-119,28,2009.

Priti Shah, James Hoeffner.2002. Review of Graph Comprehension Research: Implications for Instruction Educational Psychology Review, Vol. 14, No. 1, March 2002.

Rachel Mamlok-Naaman2011)). How can we motivate high school students to study science?

Science Education International ,Vol.22, No.1, March 2011, 5-17 . Weizmann Institute of Science, Israel

Sadeh, I., & Zion, M. (2009). The Development of Dynamic Inquiry Performances Within an Open Inquiry Setting: A Comparison to Guided Inquiry Setting. *Journal of Research in Science Teaching , 46(10),* 1137-1160

Wolff-Michael Roth, Michelle K. Mcginn (1997) Graphing:Cognitive Ability

or Practice? Faculty of Education,Simon Fraser University,Burnaby,BC V5A 1S6,Canada

John Wiley & Sons, Inc. Sci Ed81:91–106, 1997.

Wolff-Michael Roth (2012).Undoing Decontextualization or How Scientists Come to Understand Their Own Data/Graphs. Published online 14 December 2012 in Wiley Online Library . Wiley Periodicals, Inc. Sci Ed97:80–112,2013 .Applied Cognitive Science, University of Victoria, Victoria, BC V8P 5C2, Canada

נעה עופרת (2002).קשיים בהוראת הביולוגיה:סקירת ספרות מקצועית. הוראת הביולוגיה בדרך החקר: קשיים, מורכבות, הדגשים ומעורבות המורה. האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים, משרד החינוך ,המרכז הישראלי להוראת המדעים ע"ש עמוס דה שליט. האוניברסיטה העברית בירושלים. המרכז להוראת המדעים.

צ.יועד, נ.אבולעפיה, ע. בן דוד, ש.ברזילאי, ר. גרבר, נ. עורבי, ד. פרידמן, ג'. קוהאן-מס (2009) אסטרטגיות חשיבה מסדר גבוה. מסמך מנחה למתכנני תכניות לימודים ארציות ומקומיות ולמפתחי חומרי למידה. ירושלים.

תמר יחיאלי(2008). איך עושים למידה קונסטרוקטיביסטית. הד החינוך, 82(4) : 40-44, 2008

נספח מס' 1: דפים לתלמיד

ניסוי קבוצתי- נשימת שמרים בתנאים שונים

שלב א'

לפניכם ניסוי בו תבדקו השפעה של גורם מסוים על נשימה תאית בשמרים. (לפי הגורם שהחלטתם)

גובה הקצף שייווצר במבחנות יהיה המדד שלכם לנשימת השמרים.

רשמו את תוצאות הניסוי עבור כל מבחנה.

עליכם לארגן את תוצאות הניסוי שקיבלתם בגרף ולהציג את הגרף לשאר תלמידי הכיתה.

שלב ב'

רשמו את הקריטריונים לבניית גרף שניסחנו יחד בכיתה:

1.
2.
3.
4.
5.

חזרו לגרף שעשיתם בשלב הראשון ותקנו אותו במידת הצורך לפי הקריטריונים.

אם עשיתם תיקונים- הסבירו מה היה לדעתכם שגוי בגרף ומדוע החלטתם לעשות דווקא תיקונים אלו.

אם לא עשיתם תיקונים- נמקו מדוע הגרף שלכם עומד בקריטריונים שנקבעו.

שלב ג'

לפניכם תוצאות של ניסוי נוסף שנערך על שמרים. **<u>עליכם לבנות גרף מתאים לתוצאות אלו.</u>**

לשמרים יש חשיבות רבה בתעשיית המזון ובמחקר העוסק בהבנת תהליכים המתרחשים בתא האיקריוטי.

pH=6.2 הוא ה-pH המיטבי בתוך תאי שמרים.

חוקרים בדקו את ההשפעה של ריכוז האתנול על דרגת ה-pH התוך-תאי.

המבחנה	ריכוז האתנול (%)	דרגת ה-pH בתוך התא
1	0	6.2
2	5	6.2
3	18	6.2
4	35	5.8
5	52	4.5

<u>הגרף:</u>

שלב ג'

לפניכם תוצאות של ניסוי בסלק. **<u>עליכם לבנות גרף מתאים לתוצאות אלו.</u>**

הצבען האדום בטאנין מרוכז בעיקר בשורש המעובה של הסלק, אך היכולת לייצר בטאנין קיימת בכל חלקי הצמח. חוקרים שיערו שלצבען תפקיד במערך ההגנה של הצמח, לכן פגיעה בעלים גורמת לעלייה בייצור הבטאנין בהם.

החוקרים ערכו את הניסוי הבא:

הם פצעו בעדינות אזורים קבועים על אחד העלים בכמה נבטי סלק, והדביקו את הצמחים הפצועים בחיידק פסאודומונס (Pseudomonas s.), הגורם מחלה בצמחים. החוקרים עקבו אחרי יצירת הצבען בטאנין בעלים לאורך זמן. בפרקי זמן שונים הם חתכו דסקיות בקוטר זהה מעלים של קבוצת נבטים, ובדקו את ריכוז הצבען שבהן באמצעות שיטה הנקראת כרומטוגרפיה כמותית.

תוצאות הניסוי המוצגות בטבלה 2 הן ממוצעים שחושבו מבדיקת דסקיות של 10 נבטים.

טבלה 2

זמן לאחר ההדבקה (שעות)	ריכוז בטאנין ממוצע (מיקרוגרם/דסקית עלה)
12	2
24	8
48	27
72	35
96	40
120	56

<u>הגרף:</u>

שלב ג'

לפניכם תוצאות של ניסוי. **<u>עליכם לבנות גרף מתאים לתוצאות אלו.</u>**

בניסוי דומה בדקו השפעה של ריכוז תמיסת סוכרוז על המשקל של רקמת תפוח אדמה.

מפקעת של תפוח-אדמה חתכו גלילים בגודל אחיד פחות או יותר. את הגלילים חילקו לקבוצות; בכל קבוצה מספר זהה של גלילים. שקלו כל קבוצת גלילים, והכניסו אותה לתמיסת סוכרוז בריכוז שונה. 30 דקות לאחר הכנסת הגלילים לתמיסות, הוציאו את הגלילים וניגבו אותם לספיגת עודפי הנוזלים, ולאחר מכן שקלו שוב כל קבוצת גלילים.

ריכוז תמיסת הסוכרוז (M)	השינוי היחסי במשקל הגלילים (אחוזים)
1.0	-24.15
0.7	-13.30
0.5	-9.07
0.3	-1.52
0.2	2.58
0.1	5.71
0.0	8.80

<u>הגרף:</u>

שלב ג'

לפניכם תוצאות של ניסוי. **<u>עליכם לבנות גרף מתאים לתוצאות אלו.</u>**

בניסוי זה נבדקה השפעת ריכוז המיצוי מגזר על פירוק מי חמצן למי וחמצן.

לידיעתך: המרחק שעבר קו הנוזל בפיפטה הוא אמצעי למדידת נפח הגז שנפלט בתהליך.

מספר הכוס	ריכוז מיצוי (%)	מרחק שעבר קו הנוזל (ס"מ)
1	50	14
2	20	2.1
3	5	0.3
4	0	0

<u>הגרף:</u>

שלב ג'

לפניכם תוצאות של ניסוי. **<u>עליכם לבנות גרף מתאים לתוצאות אלו.</u>**

של בניסוי זה בדקו את קצב פירוק מי החמצן בנבטים אורז בזמנים שונים לאחר הנביטה.

זמן מתחילת הנביטה (שעות)	ממוצע קצב פליטה של חמצן (מ״ל / 10 דקות)
0	14.7
24	20.1
48	36.1
72	69.9
96	75.0

<u>הגרף:</u>

שלב ג'

לפניכם תוצאות של ניסוי. **<u>עליכם לבנות גרף מתאים לתוצאות אלו.</u>**

בניסוי זה בדקו מהירות קרישה של חלב בדגימות בעלות ריכוזי סידן שונים

ריכוז יוני סידן בחלב (יחידות שרירותיות)	הזמן שעבר עד לקרישה (שניות)
20	663
22	498
25	470
30	350
40	280
45	240
50	230
60	213
70	200
80	174

<u>הגרף:</u>

שלב ג'

לפניכם תוצאות של ניסוי. **<u>עליכם לבנות גרף מתאים לתוצאות אלו.</u>**

בניסוי זה בדקו קצב של פוטוסינתזה בנבטי חיטה

זמן חשיפה לאור (שעות)	**קצב פוטוסינתזה** (מ״ל חמצן/דקה/גרם עלה)
0	**0.00**
1	**0.07**
4	**0.12**
5	**0.29**
7	**0.56**
16	**1.04**
48	**1.54**

<u>הגרף:</u>

<u>שלב ד</u>

עליכם להעריך את טיבם של הגרפים שעשו תלמידים אחרים בכיתה בחלק ג'.

עליכם לבדוק האם הגרפים עומדים בכל הקריטריונים שנדרשים לבניית גרף.

רשמו הערה המתייחסת לקריטריונים של בניית הגרף שאותם ניסחנו. אם הגרף עומד בדרישות - נמקו מדוע ואם לא - תקנו והסבירו את השגיאה.

.

נספח מס׳ 2- תוצאות עם ניתוח חלקי

שיעור כיתתי-1 :

ורוד : נקודת ההתחלה

תכלת : שאלות משמעותיות של נורית

צהוב : הקריטריונים

ירוק : דרך החשיבה של התלמידים

נורית :כל קבוצה הולכת להציג את הגרף ונדון בגרף שעשיתם ננסה לייצר קריטריונים לייצור גרף

כל קבוצה תשלח מתנדב שיבוא לצייר על הלוח את הגרף שעשיתם.

הרבה רעש....הם מציירים על הלוח את הגרפים שעשו...

נורית :יש לנו פה שלושה גרפים בואו נסתכל רגע על הגרף הראשון של ירון,אביטל ועמית.

מה אפשר לדעת מהגרף הזה?

שי : יש איזשהו שינוי בין הקבוצות בדיקה

בר :שמרים עם שקים ניילון יש מהם הכי הרבה, שמו אותם במים מסויימים..

נורית :עמית תסבירי את הניסוי

עמית : שמנו מים עם סוכר בכל אחת מהמבחנות ושמרים וראינו איך עולה גובה הקצף

נורית : אבל מה ההבדל בין העמודות,מה זה כל עמודה?

עמית : שמרים, כל עמודה זה סוג של שמרים אחר

ירון :כל עמודה זה כל גוש ובכמה סנטימטרים הוא גדל מעל ה30-מ״ל ומעלה.

נורית : ז״א המדידה שלכם היא בסנטימטרים?

זיו : אז למה כתוב במ״ל?

שי : אולי זה מ״ל?

עמית :אני זוכרת שמדדנו בס״מ

ירון : אז את צדקת וזה באמת בס״מ מדדנו בסרגל

נורית :מה לדעתכם חסר בגרף הזה?

ירון :פרופורציה בציר Y

נורית :מעולה אני רושמת. מה אתה מתכוון שאתה אומר פרופורציה בציר Y?

ירון :זה לא באמת 2.2

נורית : מה לדעתך הבעייתיות פה?

ירון : צריך לעשות 1,2,3 ואז לשים את 2.2

נורית :היית צריך לעשות שנתות שוות, ואז מה?

ירון : ואז להציב את הנקודות לפי השנתות

נעה :אני לא יודעת מה גרם לקצף, זה ששמנו שמרים אני לא יודעת איך זה קרה

נורית :הייתה תסיסה והאוויר יצר קצף

נורית : למה בחרתם דווקא לעשות את סוג השמרים פה (ציר X) ואת גובה הקצף פה? (ציר Y)

אביטל :כי הגורם המשתנה זה ציר Y

ירון :כי ככה זה יותר נוח

נורית :מה זאת אומרת שהגורם המשתנה על ציר Y?

אביטל :זה שזז 2,4,19 הוא על ציר Y והגורם הבלתי תלוי שלא משתנה הוא על ציר X

שי :זה הפוך אבל

נורית : אבל גם זה משתנה זה לא אותו דבר (סוג השמרים)

אביטל : אבל זה לא משתנה במהלך הניסוי אלא בתחילת הניסוי

נורית : מה שמשתנה לאורך הניסוי יהיה בציר Y –רושמת על הלוח

רן : אבל זה לא מה שהם עשו, זה תוצאות בציר Y

נורית : לאורך הניסוי רואים שהיה שינוי בגובה

ירון : אבל סוג השמרים זה הגורם המשתנה

נורית : אבל אביטל אומרת שזה משהו ששינינו לפני תחילת הניסוי

הרבה רעשים.. ויכוח לא ברור שבסופו מסתבר שהם מסכימים אחד עם השני ואז אני כותבת על הלוח

שהגורם שמשתנה במהלך הניסוי נשים בציר Y והגורם שמשתנה לפני הניסוי נשים בציר X.

נורית :מה עוד חסר בגרף הזה או בכל הגרפים?

שי :כותרת לסנטימטרים

מישהו : כותרת

נורית :כותרת לגרפים,אין כותרת באף אחד מהגרפים

מור : הכותרת מסייעת להבין את הניסוי

נורית : איך הייתי מנסחת כותרת לגרף?

ירון : השפעת סוג השמרים על גובה הקצף

רון : על תסיסה

נועה : תסיסה זה נשמע יותר מדעי

נורית : מה בתסיסה?

שי : כמות?

זיו :תוצרי התסיסה

עדן : כמות המים

שי :מים לא השתנו במהלך הניסוי.

נורית :עדן, האם שינינו את כמות המים בניסוי?

עדן : לא,היא הייתה קבועה

נורית : אז כשאני כותבת כותרת מה חשוב שיהיה בה?

רון :את השינויים

נורית :את השינויים,מה היא צריכה להכיל?

רון :לא נכתוב על מה שלא השתנה, אלא נכתוב מה השפיע על משהו אחר למשל סוג השמרים משפיעים על התסיסה ואם היינו מתייחסים למים אז זה לא היה משקף את מה שקרה בניסוי

נורית : איך את יודעת מה לכתוב? (אני מביאה את הדוגמה שהתלמידים כתבו) "איך הסוכר השפיע על סוגי השמרים", למה זה כותרת לא טובה?

ירון : השפעת השמרים אולי על גובה הסוכר והמים

נורית : האם השמרים משפיעים על הסוכר

ירון : שום דבר לא התשנה גם השמרים לא השתנו

נורית : אז מה בדקתם?

ירון : גובה הקצף,קצף זה לא שמרים

נורית : בשביל מה בדקתם גובה קצף, על מה מעיד הקצף? מי רוצה לעזור לירון?

מיכל : על מהירות התסיסה אולי

נורית : מהירות התסיסה, בעצם הקצב של התסיסה ביחס לסוג השמרים

אז כשאני נותנת כותרת מה אני צריכה לדעת?

רון : אני צריכה לדעת מה משפיע על מה

נורית : איך אני יודעת לכתוב את הגורמים האלה? איך ידעתם?

בר :השפעת המשתנה על התוצאה של הניסוי ,מה שרצינו להשיג

זיו :משתנה תלוי ובלתי תלוי

נורית :איך אני יודעת מה זה משתנה תלוי ומה זה בלתי תלוי?

שי : מה שאת שינית הוא הבלתי תלוי כי הוא לא תלוי בשום דבר ..

רון :אנחנו יודעים מה שינינו בהתחלה והוא הבלתי תלוי ,בכל מבחנה היה משהו שהשתנה אחר וזה ישפיע על התוצר של הניסוי.

נורית: ומה זה התוצר שלך?

רון: מה שיצא בסוף,פה זה הקצף

נורית: אז הקצף זה המשתנה תלוי

בר: הקצף תלוי בסוג השמרים

נורית: אוקי, נעזור לרגע. זיו,אמרת מקודם משהו רוצה להגיד?

נעה: ישר התחלנו ולא היה פה שום משתנה בלתי תלוי שעשינו קודם

זיו: לא שינינו שום דבר בהתחלה בשביל שיהיה משתנה בלתי תלוי צריך שהכל יהיה אותו דבר ואז נשנה משהו ואנחנו קיבלנו מההתחלה דברים שונים אז לא שינינו

לא היה מצב נורמאלי שקיים מלכתחילה הכל היה שונה.

נורית: אני מבינה מה אתה אומר, מה רצית לבדוק בניסוי? מה בדקו בכל הניסויים?

זיו: השפעת סוג סוכר, השפעת PH וכו'..

נורית: בדקו כל מיני גורמים שיש להם ערך מסויים במצב נורמלי

נועה: אז זה בעצם הכל ניסוי אחד גדול?

נורית: אפשר להגיד שכן

נורית: רן ודניאל מה עשיתם בניסוי?

דניאל: בדקנו כמות סוכר ואיך זה משפיע על גובה הקצף.עשינו גרף עמודות

נורית: מה אתם חושבים על הגרף שהם בחרו?

נעה: צריך להיות קו

שי: גרף קווי

מור: קו כי כמות סוכר זה משהו שמשתנה וזה אותו אחד.

נורית: תסבירי

מור: למשל בגרף של סוג השמרים זה כל מבחנה משהו אחר וכאן רואים שזה אותו דבר כמות סוכר רק מספר אחר אז כן אפשר לחבר ולא לעשות עמודות

נורית: מור אומרת שאם המשתנה הבלתי תלוי הוא אותו דבר רק הערך המספרי שלו שונה אז אפשר לעשות גרף קווי. בואו נשמע מה חושבת הקבוצה שעשתה את הגרף,למה בחרו בגרף עמודות?

עמית: מה זה משנה?

נורית: עמית שואלת מה זה משנה בכלל. אז בואו נשמע- ציירתי על הלוח גרף שמכיל את אותם נתונים רק קווי.

עמית: זה נראה יותר יפה לעין בעמודות.

נעה: יותר נוח לקרוא ככה

זיו: זה מראה התקדמות

שי: אם עושים בגרף קווי זה גורם לחשוב שזה גרף שכל פעם הוסיפו למבחנה עוד סוכר ולא מציג את העובדה שיש פה כמה מבחנות

רון:הגרף הקווי מציג תהליך,שהתחלנו באפס וככל שהוספנו זה עלה- זה מראה עלייה בתהליך. והעמודות מראה שהיו 4 מבחנות שונות ושבכל אחת מהן היה כמות שונה של סוכר

נורית: מה היתרון של גרף קווי לעומת עמודות?

נעה: קל לצייר

אביטל: יותר קל לעלות על חוקיות, איפה עולה ואיפה יורד

שי:רואים מה משתנה

נורית:אפשר לראות מגמה

זיו:אפשר להבין תוצאות לעתיד

נורית:באיזה איזור של הגרף?

זיו: באיזור הרחוק כאן למעלה (אחרי הנתונים)

נורית:איפה אפשר לדעת בוודאות?

זיו:בין הנתונים

נורית: בגרף קווי אני יכולה לדעת מה קורה לאורך הנקודות. אז איך אני יודעת איזה גרף לבחור?

מישהו: לפי המשתנה הבלתי תלוי.

נורית: איך אני יודעת לפי המשתנה הבלתי תלוי איזה גרף לבחור? איך אני יודעת איזה גרף לבחור למשל לכמות סוכר?

שי:כי את משתמשת באותו דבר בכמויות שונות

אביטל: מודדת את השינוי שלו ולא שלוש דברים שונים

רון: חיברו את כל התוצאות ביחד ,נניח אם היו בודקים לאורך זמן אז הגרף האדום(קווי) היה מתאים היה תהליך שלם של משהו אחד והיה אפשר לייצג. כי ב-4 מבחנות שונות זה באלגן לייצג את הגרף לא מבינים כלום.היו קצת נתונים, הניסוי שלנו לא הראה תהליך כי לכל מבחנה הוספנו כמות שונה ולכן עשינו עמודות. לא עשינו מבחנה אחת והוספנו לה כל פעם

נורית:את אומרת שרק אם המשתנה הבלתי תלוי היה עם זמן עושים גרף קווי?

רון :לא רק

מור: יש לך פה רק כמות סוכר רק דבר אחד שמשתנה אז זה כן קווי

רון:אבל זה נראה שכל פעם הוספתי לאותה מבחנה

נורית: כל מבחנה מייצגת נקודה על הגרף

שי: אבל אז אני לא יודע שיש לי כמה מבחנות, זה נראה שהוספתי כל פעם לאותה מבחנה שיש התקדמות

דיבורים לא ברורים..

נורית : קודם כל מה הכותרת של הגרף?

רון : השפעת כמות סוכר על תסיסת שמרים

נורית : מה היחס בין גובה הקצף לתסיסה?

נעה : תסיסה גורמת לקצף

נורית :אז מה גובה הקצף מאפשר לי לדעת?

מישהו :את מהירות התסיסה

נורית : אז גובה הקצף הוא המשתנה התלוי?

(חלק אמרו תלוי חלק אמרו בלתי תלוי)

ירון : אני לא יודע להבדיל ביניהם

שי : המשתנה הבלתי תלוי זה מה שאתה משנה

נורית :איך אני מגדירה בלתי תלוי

שי :לא תלוי בשום דבר אחר. זה גורם שלא משתנה ע״י אף אחד מהגורמים בניסוי. הוא לא תלוי באף אחד אחר. המשתנה התלוי משתנה בעקבות הבלתי תלוי

נורית :צריך הסבר פשוט יותר

נעה : גורם אחד מושפע מהגורם השני

נורית : עשית ניסוי בגרף ואתה רוצה להציג לאנשים איך עשית את הגרף?

ירון : חשבתי שהיו דברים שהם שווים ורק סוג השמרים היה שונה. ובעצם הגובה של הקצף הוא רק השתנה הוא היה תלוי בסוג השמרים. בכל מבחנה שמו משהו אחר. ומשהו שכתוצאה מכך קורה נשים בציר Y.

נורית : אתה בעצמך בהגיון כבר הבנת מה זה המשתנה הבלתי תלוי שהוא שונה בין המבחנות כבר מתחילת הניסוי. כתבתי על הלוח.

נורית :אז איך תגדיר את המשתנה התלוי?

ירון :המשתנה התלוי משתנה במהלך הניסוי בעקבות הבלתי תלוי .

נורית :עדיין לא הגענו למסקנה מתי צריך לעשות כל סוג גרף? נסתכל על המשתנה הבלתי תלוי

ירון : אם אפשר להציג בצורת פונקציה את הבלתי תלוי אז נעשה קווי ואם לא אז עמודות.

דיבורים...

ירון : אם זה רציף נעשה גרף קווי.

נורית : תנסה להגדיר לי מה זה משתנה רציף- מה הכוונה רציף?

ירון : למשל,מהירות של מכונית.

נורית : אני מחפשת הגדרה, מור אמרה את זה קודם

מור בשילוב איתי : אם הגורם משתנה מבחינה כמותית,ערך המספרי, אם הגורם זהה אבל הערך המספרי שונה אז זה גרף רציף

רון : אני לא חושבת שזה מתאים כאן,זה מבלבל

נורית :רון אומרת שזה מבלבל אותה

רון :אני לא יכולה לדעת מה קורה בכל מבחנה

נורית :הולכים לנקודה שמתאימה לערך של 2 גרם סוכר.

רון : עדיין מבלבל אותי, זה קצת נתונים

נורית : נגיד שאני רוצה לבדוק השפעת טמפרטורה על קצב התסיסה . מה הגורם הבלתי תלוי?

ירון : טמפרטורה,כי את משנה בעצמך

נורית :איזה סוג גורם בלתי תלוי זה? רציף או בדיד?

רן :רציף

נורית :איך אתה יודע?

רן :זה אותו גורם אבל ערך מספרי שונה

(המורה מציירת גרף לא טוב שבו יש רק שתי נתונים ועשיתי קו רציף)

נורית : יש לי רק נתונים 30,90. אפשר גרף קווי?

נועה : אי אפשר גרף קווי, צריך עוד נתונים

שי : את חייבת עוד נתונים לפחות 3-4 כי יכול להיות שיש שינויים בין הטמפרטורות שבחרת שאת לא רואה.

נורית :שתי נתונים בגרף רציף

נעה :זה לא משהו

מור : צריך לעשות גרף עמודות

נעה : לפחות 4 נתונים לגרף קווי

זיו :אפשר גם 3.

נורית : צריך נתונים די קרובים- צריך עדיין להזהר זה שיש מספיק נתונים זה לא אומר שבאמת ראינו את כל השינויים.

נורית : נחזור למה שרון אמרה- בגרף קווי של כמות סוכר זה מבלבל כי קשה לראות שהיו כאן כמה מבחנות שונות. אז בואו נחזור לשאלת המחקר, מה רצינו לבדוק?

רון : השפעת כמות הסוכר על ..

נורית : זו הכותרת לגרף, מה השאלה? תנסחי כשאלה

זיו : כיצד משפיעה כמות הסוכר על קצב התסיסה

נורית : מה תהיה התשובה?

נורית : ככל שכמות הסוכר...

מישהו : ..עולה,כך קצב התסיסה עולה

נורית : בגרף קווי יותר קל להבין את המגמה

נעה : לי יותר נוח ככה בעין (עמודות)

נורית : מה אם היו עוד נתונים? עוד עמודות? בעצם גרף קווי זה המון עמודות מחוברות יחד

אם היה לי עוד נתונים ואת כולם הייתי שמה בעמודות הייתי יכולה לחבר את הכל בקו.

הוספנו כותרת לגרף בשיתוף של 3 ילדים

נורית : כתבנו השפעת כמות הסוכר על גובה הקצף/קצב התסיסה. מה משניהם הוא המשתנה התלוי?

רון/מור/נועה : גובה הקצף

נורית :אז מה הקשר לתסיסה?

מור : גובה הקצף זה קצב התסיסה

מיכל : גובה הקצף זה בעצם מדידה של התסיסה

עדן :קצב התסיסה מתבטא ע"י גובה הקצף

מישהו : אז למה מתייחסים בכותרת?

נורית :אפשרת להתייחס לשניהם או לכתוב את דרך המדידה בסוגריים ליד המשתנה התלוי

זיו : אפשר לכתוב גם כותרת שמתארת את השינוי במשתנה התלוי כתלות במשתנה הבלתי תלוי

נורית : זה גם אפשרי,נדבר על זה.

<u>שיעור כיתתי -2:</u>

נורית : דיברנו על הניסיון להסביר מתי נשתמש בגרף רציף.יש לנו יותר משלושה נתונים לאותו גורם נבחר גרף רציף. איך נגדיר משתנה שלא שמים בגרף לא רציף?

נעה : משתנה לא רציף

ירון :משתנה משתנה

זיו :אני גם רציתי להגיד את זה

נורית : למה אתה קורה לו ככה?

ירון : כי הוא משתנה אי אפשר להסביר את זה

נעה : ניסוי עם משתנים שונים

נורית : הדוגמה שלכם עם סוג השמרים מה היא?

נעה : משתנים לא דומים

זיו :משתנים שונים

נורית : הם לא דומים קוראים לזה משתנה בדיד

נעה : זה דומה לבדיד

נורית :איך מגדירים משתנה בדיד?

נעה : משתנה שהמשתנים שלו שונים מהמשתנים

נורית : הגדרה נוספת..

מור : משתנה שמשתנה לפני שמתחילים את הניסוי

נורית : זה הגדרה של משתנה בלתי תלוי באופן כללי

נעה :משתנה שבעצמו יש לו כמה משתנים

רון : גורם שונה לחלוטין שיש לו ערך מספרי שווה או אין לו ערך מספרי

מור : צריך שיהיה לו משהו משותף עם הכל

רון :משהו משותף עם הגורמים האחרים.

נורית : אני כותבת על הלוח גורם בדיד- גורם שונה לחלוטין בכל טיפול אבל יש לו מכנה משותף עם הגורמים האחרים. תנו לי דוגמא כדי שיהיה לכם קל לזכור

מור : סוג שמרים, סוג הצמח, עם השריה בלי השריה

נורית : אם הייתי בודקת את זמן ההשרייה שלפני .איזה גרף עושים?

מור : אז הייתי עושה גרף רציף. כי המשתנה של הזמן הוא רציף,אותו משתנה אבל מספרים שונה.אם הייתי בודקת 22 שעות ו24 שעות אז הייתי יכולה לדעת מה קורה ב23 שעות בין לבין.

נורית : תסתכלו על גרף הPH, האם הגרף טוב/לא טוב?למה דוקא עמודות?

מור : היינו עושות כותרת

נורית : מה הכותרת החסרה?

עדן : השפעת רמת הPH על גובה הקצף (קצב התסיסה.)

נורית : מה עוד הייתם משנים? מה היה המשתנה הבלתי תלוי שלכם?

נעה : PHרמת חומציות

נורית : רן,מה אתה אומר על רמת חומציות, איזה גורם זה?

רן : זה גורם רציף.

נורית : איך אתה יודע?

רן : כי זה אותו גורם אבל הערך המספרי משתנה

נורית :אז איך היית משנה את הגרף?

מור+נעה : אבל כאן בגרף זה שונה.יש טווח PH בכל מבחנה ולא מספר 1 למשל : מבחנה אחת יש 7-8 PH

נורית :כאן בניסוי אתם צודקות בגלל שזה לא מוגדר אז עשיתן משהו בערך ולכן עמודות. אם שמים נייר PH ויודעים בדיוק את הרמה

עדן : היה אפשר לעשות גרף רגיל

מור : בגלל שהנתונים לא היו מדוייקים אז עשינו עמודות

עדן : אפשר לעשות נקודה בחצי (בין 7ל-8) ואז למתוח קו וזה יהיה בסדר.

נורית : עוד משהו חסר בגרף של כמות הסוכר, מה הוא?

עדן : כמה גרמים וכאלה

שי : יחידות המידה

ירון :איך מדדתי את הסוכר

רן :במהלך הניסוי רשום לי כמה אני שם

נורית : אם מוצג לי גרף אני רוצה לדעת מה עשו,נגיד שלא קראתי את מהלך הניסוי

מור : זה כמו גובה קצף בסנטימטרים

רון : צריך להגדיר יחידות מידה

נורית : אז צריך להציג את יחידות המידה בגרף

זיו מצייר את הגרף שלהם על הלוח.

בנתיים עמית מעתיקה את כל הקריטריונים לדף מסודר כדי שנכתוב אח"כ על הלוח

נורית :תסבירו לנו מה עשיתם בגרף שלכם,מה יש לכם להגיד על הגרף הזה?

מור : למה זמן ושעות?

זיו : כי הוספנו פה עוד גורם משתנה בניסוי

נורית : הזמן עבר בשעות?

מור : מה הכותרת?

זיו : הזמן עבר בשעות כי זה 9:20 9:40

רון : זה זמן בדקות

נורית : מה עבר בין לזה?

זיו : אה אז בדקנו בדקות

מור : ואלה לזה לא התכוונתי בכלל

זיו : אבל אז הייתי צריך לכתוב 0:20, 0:40.

נורית : אוקי תסבירו לכולם על הגרף. מה בדקתם פה?

זיו : בדקנו את השפעת סוג הסוכר על התסיסה

נורית: עצור, הם אומרים שהם בדקו את השפעת סוג הסוכר על קצב התסיסה. אם הייתי אומרת לכם את זה, איזה גרף הם צריכים לעשות?

שי: גרף עמודות

נורית: למה?

שי: כי הם בודקים סוג סוכר אחר

נורית: ז״א יש כאן משתנה בדיד.

מור: גורם שונה לחלוטין עם מכנה משותף. כולם סוכרים וכל אחד סוג סוכר אחר

נורית: אז הם לא עשו גרף עמודות ואני רוצה שהם יסבירו לנו למה. בר?

בר: כי רצינו להראות איך סוגי הסוכר משפיעים על קצב התסיסה בנקודות ביחס לזמן.

מור: זה מה שביקשו מהם לבדוק?

נורית: לא, אבל הם הגדילו ראש וחשפו אותנו לסוג גרפים קצת אחר. איך היית מצייר אחרת?

בר: עמודות לכל זמן מסויים ולהראות את השינוי בין כל סוג סוכר

נורית: יכולת לעשות שלוש גרפים שונים

שבכל אחד מה אתה מציג?

בר: סוג סוכר אחר

נורית: ואז מה הסוכר?איזה גורם הוא?

זיו: גורם שהוא לא משתנה

נורית: ואז מה היה המשתנה הבלתי תלוי?

שי: הזמן

נורית: הכנסתם שני משתנים בלתי תלויים שהם...

זיו: זמן וסוג הסוכר

נורית: הצגתם את זה בצורה כזאת. איך היה אפשר להציג בצורה אחרת? להפוך את הנתונים?

תעזרו להם לחשוב איך היה אפשר להציג את זה אחרת. יש פה גם גורם רציף וגם בדיד.

מור: היית עושה עמודות

נורית: איך?

מור: ציר הX היה סוג סוכר

מור: בשלשות שכל עמודה מייצגת זמן שונה

נעה: לכל סוג סוכר יש שלוש עמודות שמייצגות זמנים שונים

ירון ומור: זה בעצם מציג את אותם נתונים

מור: רק הפכת את הגורמים

ירון : יותר נוח לראות את זה בגרף הקודם (ציר X הוא זמן ויש שלוש עקומות אחת לכל סוג סוכר)

נורית : שתי הדרכים הם נכונות.

עוברים לשלב הבא.

נורית : ראיתם נתונים בטבלה מה הדבר הראשון שאתם עושים?

ירון : להבין את הניסוי ולבחור מה אנחנו רוצים להראות

ירון : לבחור בין שני הגרפים השונים-סוג גרף

נורית : איך יודעים איזה סוג גרף?

מור : לפי הגורמים

נעה : לפי המשתנים

נורית : מה צריך לפני זה לזהות?

שי : את המשתנה הבלתי תלוי והתלוי

מור : ואז אפשר לדעת אם המשתנה הבלתי תלוי הוא רציף או בדיד

נורית : איפה בצירים אני שמה כל משתנה?

ירון : בציר הX את המשתנה הבלתי תלוי

אביטל :הגורם שמשתנה לאורך הניסוי יהיה בציר Y

נורית : מה השלב הבא

ירון : צריך כותרת

נורית : מה הכותרת אומרת לי?

נעה/מור : על מה עשינו בניסוי

רון : מה משפיע על מה?

נורית : תנסחו לי משהו כללי

עדן : השפעת הגורם בציר הX על ציר הY

נורית : מעולה.

נורית : אני מציגה את הנקודות בגרף, על מה חשוב לשמור?

מור : פרופורציה בציר הY

נעה : שנתות שוות

נורית :מה הכוונה שנתות שוות?

נותנת להם דוגמא לגרף בלי שנתות שוות.

נורית : ירון אמר פרופורציה בהתחלה, מה הכוונה?

נועה : שהמרווחים בין הקווים יהיו שווים.

רן :שהמרווחים יהיו שווים.

נורית : אז איך יודעים איזה רווחים?

נעה : מסתכלים על התוצאות ובודקים את הטווח אם זה זוגי/אי זוגי, קטן /גדול,אם זה כל עשיריה.

רון :זה יכול להיות מרווח קטן ממש או מרווח גדול יותר ולפי זה נעשה

נעה : שאולי יש ערך שהוא מינוס

רן :פה למשל אפשר קפיצות של שתיים או שלוש

שי : בואו נעשה כבר גרף ארוך מ-1 עד מליון

נורית : אני יכולה לעשות את זה באותו גרף? 1-1,000,000

שי : זה לא מסתדר זה יצא בלי פרופורציות

נורית : עוד משהו חשוב שאתם לא הזכרתם. מה קורה אם מישהו מציג שנתות רק לפי הנתונים שהוא קיבל למשל :1 ,4.5,7 . האם זה נראה לכם בסדר?

נעה : אנחנו צריכים לדעת מה קרה גם בשאר

זיו :זה בטח לא אחלה

שי :זה לא שנתות שוות

נורית : נגיד ששמרתי על פרופורציה,מה עדיין לא בסדר?

מור : קשה אחר כך לבחון נתונים במקומות אחרים בגרף.

נורית : אז מה כדאי לעשות?

רן : לסדר את השנתות במרווח זהה.

נורית : מה הדבר האחרון שצריך לעשות?

רון : לא לשכוח את יחידות המידה של כל משתנה .

נורית :עכשיו נעבר לבניית גרפים!

נספח מס' 3- הגדרות והסברים

גרף - הצגה ויזואלית של ערכי התלות בין משתנים, המורכבת מאוסף צמתים וקשתות. תצוגה כזו ממחישה וקליטה יותר, נעימה יותר לצפיה וקלה להבנה.

משמעות של כותרת הגרף – מוסרת מידע אודות נושא בו עוסק הגרף ובדרך כלל מגדירה איזה מהמשתנים תלוי ובלתי תלוי.

משתנה בלתי תלוי (משתנה משפיע) - הוא הגורם שהחוקר עושה מניפולציות בו, משנה אותו במהלך הניסוי על מנת לבדוק השפעת השינויים אלה על המשתנה השני (משתנה בלתי תלוי הוא הסיבה).

קנה מידה – פרופורציה, סקאלה, חלוקת קו באמצעות שנתות ליחידות שוות, יחס ואמצעי להשוואה בין הגדלים. מקור השם בשימוש במוטות הקנה (גבעול) בימי קדם ככלי מדידה לבנייה.

משתנה תלוי (משתנה מושפע) – משתנה שנבדק בניסוי, משתנה שתלוי במניפולציות של החוקר במשתנה הבלתי תלוי (משתנה תלוי הוא התוצאה/ תלוי בסיבה)

תוצאה כמותית היא תוצאה שהיא גודל פיסיקלי והניתנת למדידה מדויקת ביחידות מדידה מוחלטות

תוצאה איכותית היא תוצאה שאינה ניתנת למדידה מדויקת ולרוב בנויה על הערכה שרירותית של החוקר, הגדרה של המתבונן (צבע: כהה – בהיר, קבוצות עם מאפיינים שונים, מצבים שונים, אזורים שונים) – אין צורך בהצגתן בגרף ברצף מסוים.

תוצאה רציפה היא תוצאה שכל ערך מספרי שמתקבל הוא בעל משמעות.

תוצאה בדידה היא תוצאה ללא כל ערך מספרי אפשרי או עם ערך מספרי אך ללא משמעות כמותית.

גרף רציף – עושים שימוש בו כששני המשתנים הם רציפים ויש ביניהם קשר או **תלות**, הניתנים לביטוי **מתמטי**: כלומר, קיימת **נוסחה** המציגה את הקשר בין המשתנים. לכל נקודה בגרף קיים ערך X וערך Y.

מגמת השינוי בגרף – מצביעה על שינוי המשתנה התלוי (גדל או קטן) ביחס לשינוי המשתנה הבלתי תלוי

דוגמאות של משתנים לגרפים רציפים: טמפרטורה, אורך, משקל, נפח, מהירות, ריכוז, מתח

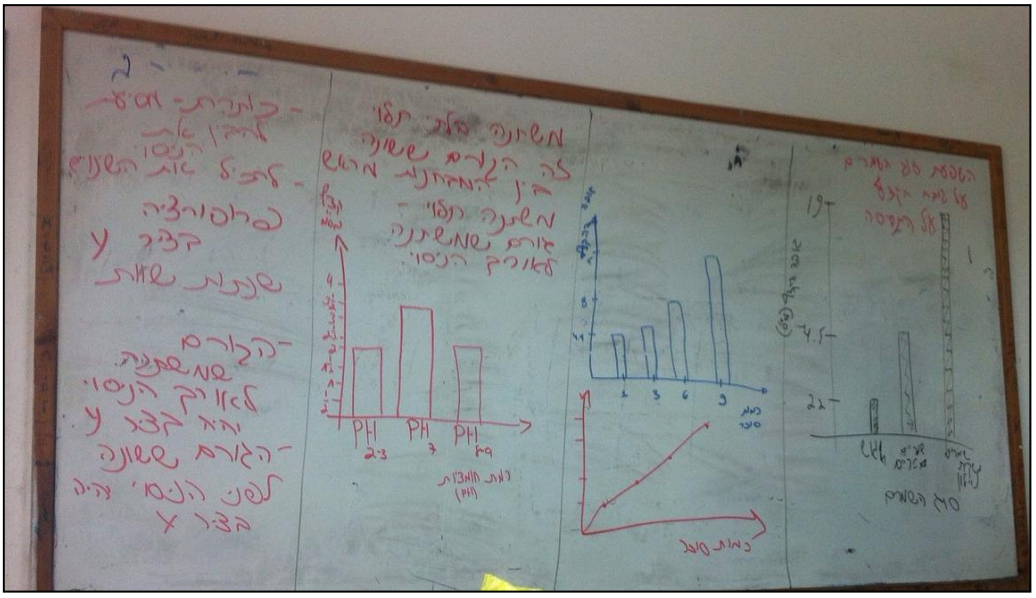
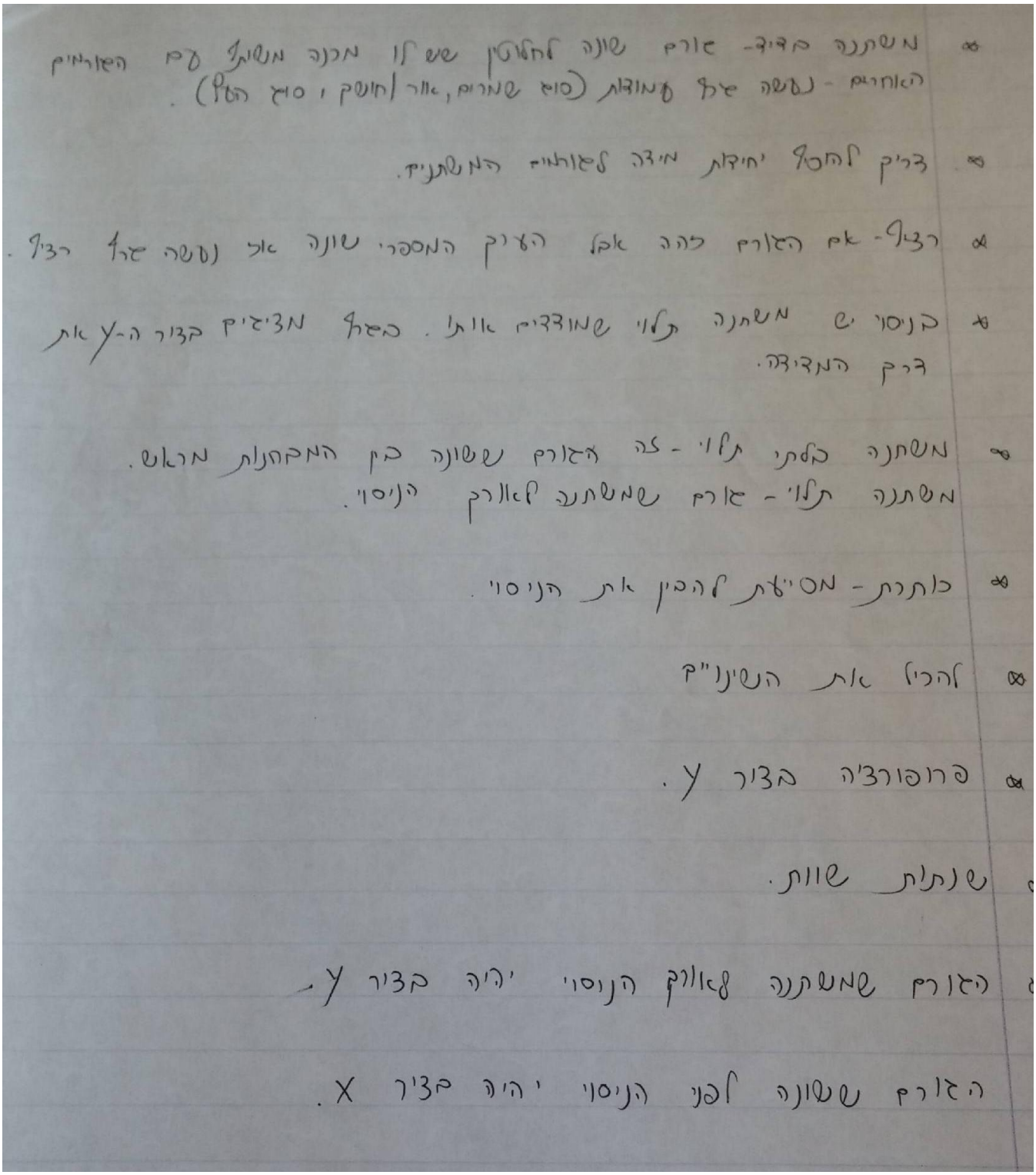
גרף עמודות מתאר תוצאות בדידות – לא לכל נקודה בגרף יש תוצאה ברורה ומוגדרת.

תוצאות בדידות ניתן לתאר גם **בגרף קווי** שמאפשר לעקוב על מגמת השינויים בין המשתנים, השימוש מקובל כאשר המשתנה הבלתי תלוי הוא זמן.

גרף קווי עם תוצאות בדידות לא ניתן לניבוי כמותי, רק מגמתי ולא בכל מקרה.

דוגמאות משתנים לגרפי עמודות: מספר דבורים מאביקות ביום, מספר עלים על העצים, תוצאות קפיצה לרוחק, תוצאות של ריצה ל-100 מטרים, סטטיסטיקה מחלות ברפואה...

נספח מס' 4- דוגמא לתמונת לוח בפעילות



נספח מס' 5- קריטריונים שהעלו התלמידים במהלך הפעילות