

מכון ויצמן למדע
תכנית רוטשילד ויצמן להוראת המדעים
עבודת גמר בקורס "פיתוח חומרי הוראה"

**השפעת למידה עצמאית על תפיסת רעיון המדרג הביולוגי ברמות חשיבה
גבוהות בקרב תלמידות בכיתה ז'**

מגישה: נעם בן ארי

034748814

בהנחיית: ד"ר ענבל פלש גוילי

רחובות 2016

מספר הפרק ושם הפרק	עמוד
1. מבוא	3
1.1 ראציונל העבודה	3
1.2 רקע תיאורטי	3
1.2.1 תוצר הלמידה – יכולת הבנה של המדרג הביולוגי ברמות: תא, רקמה, איבר, מערכת ואורגניזם	3
1.2.2 למידה מבוססת חקר	6
1.3 מטרות המחקר	7
1.4 שאלות המחקר	8
2. מערך המחקר	8
2.1 אוכלוסייה	8
2.2 ידע קודם הנדרש מהתלמידים	8
2.3 רצף ההוראה שתוכנן מראש והשינויים שנעשו	9
2.4 כלי הערכה	10
2.5 חומרי הלימוד	18
2.5.1 שיעור ראשון – מבוא ליחידת ההוראה	18
2.5.2 שיעור שני – הכרות עם שמרים, יצורים רב וחד תאיים	20
2.5.3 שיעור שלישי – הקשר בין רקמות ותאים לבין איברים ומערכות	21
3. תוצאות	22
3.1 נתונים ממוצעים של מפות מושגים, שאלות רבות ברירה ושאלות מסדר חשיבה גבוה בתחילת היחידה, באמצעה ובתומה	22
3.2 פירוט התוצאות של התלמידות איה, אילה והדס	25
3.3 פירוט מילולי של ההתוצאות	28
4. דיון	29
5. סיכום ורפלקציה	31
5.1 תיאור ראציונל אישי	31
5.2 השלכות לעתיד	31
5.3 דברים שלמדתי על עצמי כמורה	32
6 מקורות	34
7. נספחים	37
7.1 נספח מס' 1	37
7.2 נספח מס' 2	38
7.3 נספח מס' 3	39
7.4 נספח מס' 4	42
7.5 נספח מס' 5	44
7.6 נספח מס' 6	46
7.7 נספח מס' 7	47
7.8 נספח מס' 8	49
7.9 נספח מס' 9	51
7.10 נספח מס' 10	53
7.11 נספח מס' 11	55

1. מבוא

1.1 ראציונאל העבודה

בעבודה זו אתאר יחידת הוראה מבוססת חקר שמטרתה להקנות לתלמידים הבנה בנושא רמות המדרג הביולוגיות. רעיון זה הוא אחד מעמודי התווך של הביולוגיה ומהווה את הבסיס להבנת תהליכים מתקדמים יותר, המתרחשים ברמת המיקרו אך משפיעים ברמת המאקרו. זהו רעיון חוצה נושאים, החוזר על עצמו בכל הנושאים בביולוגיה הנלמדים בחטה"ב ובתיכון ובכל שנה יש התייחסות לרעיון זה בתכנית הלימודים. מנסיוני תלמידים נתקלים בו שוב ושוב במהלך לימודיהם וחווים בו קושי. גם תלמידי תיכון במגמות ביולוגיות מתבלבלים כשהם מתבקשים לקשר בין תהליכים מיקרוסקופיים לתופעות מאקרוסקופיות. במחקר זה אנסה לבחון כיצד דרך הוראה חדשה עבורי, המבוססת על עקרונות למידת החקר מקנה לתלמידות הבנה עמוקה של המדרג הביולוגי כפי שהיא מתבטאת במפות מושגים שהתלמידות ישרטטו ובתשובות לשאלות המצריכות רמות חשיבה גבוהות.

1.2 רקע תיאורטי

1.2.1 תוצר הלמידה: יכולת הבנה של המדרג הביולוגי ברמות: תא, רקמה, איבר, מערכת, יצור חי

במחקר זה ארצה לבדוק כיצד מערך ההוראה המבוסס על תהליך למידת חקר משפיע על הדרך בה תלמידים תופסים את רעיון רמות הארגון בביולוגיה. בכדי לעשות זאת אתחיל תחילה בהגדרת רמות הארגון למחקר הנוכחי: על פי תכנית הלה (ל. קורמן רב"ד, ר. כהן וע. ירדן, 2010): "תא, מבנה ותפקוד" לכיתה ז', יש להתייחס לרמות ארגון ביולוגיות עבור כיתה ז' בשתי רמות: רמת המאקרו "כוללת את היצור ואיבריו שגודלם מצוי בטווח שבין 1 מילימטר ל-20 מטר. התלמיד יכול להבחין באמצעות חושיו בתופעה ביולוגית ברמה זו." ורמת המיקרו: "כוללת את הרקמה, התא ואברוניו, שגודלם מצוי בטווח בין 1 מילימטר ל-1 מיקרומטר. התלמיד יכול לצפות בתופעות מיקרוסקופיות באמצעות מכשור מתאים, כמו למשל מיקרוסקופ אור." (ראה, ל. קורמן רב"ד, ר. כהן וע. ירדן, 2010). במאמרו של קאפטג'ין כפי שהוא מצוטט אצל מרבך עד וסתוי (G. Marbach-Ad and R. Stavy, 2000) יש להבחין בין שלוש רמות ארגון ביולוגיות:

רמת המאקרו - רמת האורגניזם. למידה על רמה זו לרוב אינה בעייתית מכיוון שניתן לתפוס אותה בחושים ללא מכשור מיוחד (למשל - גידול צמח בחושך יביא לתוצאה של צמח קטן ולכן ביחס לזה שגדל באור).

רמת המיקרו - רמת התא. עבור רמה זו לא אפשרית התנסות ישירה מכיוון שתמיד יש צורך בשימוש במיקרוסקופ.

רמה מולקולרית - צפייה אינה אפשרית ברמה זו, היא נלמדת רק על ידי שימוש בחומרים מתווכים (אינדיקטורים). זאת אומרת שנוכל לראות התרחשות ברמה זו רק אם (לדוגמא) החומר ישנה את צבעו.

במחקר זה בחרתי לעסוק בתפיסת התלמידים של רמת המיקרו והמאקרו בלבד, ללא התייחסות לרמה המולקולרית. בחרתי התעלם כרגע מהרמה המולקולרית בגלל שלהרגשתי אין לה מקום בכיתה ז' והייתי מעדיפה כמורה לבסס את ההבנה ברמה התאית ומעליה. במפרט התכנים לנושאי הביולוגיה עבור כיתה ז' (משרד החינוך, 2014) מצוין כי "אין הכוונה לטפל במושגים האטום ומולקולה אלא להזכירם כסוגי חלקיקים" וזאת מכיוון שרק בכיתה ח' נלמדים המושגים אטום ומולקולה ואילו בכיתה ז' כל המבנים האטומיים מיוחסים כחלקיקים. כמו כן בחרתי שלא להתייחס לאברוני התא בהוראת המדרג הביולוגי מכיוון שלאילו מוקדשת יחידה מפורטת יותר בהמשך החומר על פי תכנית הלימודים (ראו פירוט בפרק הרפלקציה).

קיימות עדויות רבות בספרות לכך שנושא המדרג הביולוגי מהווה קושי רב לתלמידים. מכיוון שזהו נושא חוצה תהליכים ותופעות תלמידים שחוו קושי בהבנת נושא זה יחזרו לחוות את הקושי כאשר יעסקו בנושאים מתקדמים יותר בביולוגיה. מרבך עד וסתוי סוקרות במבוא למחקרן (G. Marbach-Ad and R. Stavy, 2000) מספר מאמרים שמצביעים על קושי של תלמידים וסטודנטים בלמידת גנטיקה ברמות מתקדמות. החוקרות מציעות סיבה לכך: נושא הגנטיקה כולל מושגים ותהליכים שמקורם ברמות ארגון שונות ודורש מהלומדים "קפיצות" בין רמה לרמה. במחקרן רצו החוקרות לאפיין את הדרך בה תלמידים בכיתות ט', יב' וסטודנטים להוראת ביולוגיה עונים על שאלות בנושאי גנטיקה המצריכות הדגמה של מעבר בין רמות שונות. החוקרות מיינו את תשובות התלמידים לרמות המיקרו, מאקרו ומולקולרית ונוכחו לראות שבכיתה ט' מעט מאוד תלמידים השתמשו בהסבר המיקרו/ מולקולרי בכדי להסביר את התופעה הגנטית שהוצגה להם בשאלה. זוהי תוצאה מפתיעה מכיוון שבכיתה ט' נלמד לעומק נושא הגנטיקה ומצופה מהתלמידים להבין כיצד תכונות עוברות בתורשה, אך מושגים כמו רמות ארגון וההבדלים בין רמת התא לרמת האורגניזם אמורים להיות כבר מוכרים להם מכיתה ז'.

החוקרות ירדן וכהן (ר. כהן וע. ירדן, 2009) מראות תוצאות דומות במחקרן בנושא תפיסות בנושא התא בקרב תלמידי חט"ב במלוא עשור לתכנית הלימודים "מדע וטכנולוגיה" לחטיבות הביניים המקדמת הבנייה של קשרי הגומלין בין רמות הארגון השונות. כאשר נתבקשו התלמידים שהשתתפו במדגם (206 תלמידים מכיתות ז', ח' וט') להסביר תופעות ביולוגיות שונות (למשל: "צמחים בגינה כמשהו ביום חם ויבש") 69% נתנו הסבר ברמת המאקרו בלבד: "לצמחים לא היה מספיק מים כדי להתפתח ולכן התייבשו" (דוגמה, מתוך המאמר). רק 11% מבין התלמידים ענו תשובה המשלבת בין רמות המיקרו והמאקרו (מתוכם 4% בלבד בכיתה ז'). בנוסף, כאשר ניתחו החוקרות את הנתונים בכדי לבחון עד כמה תלמידים שהסבירו תופעה ברמת המיקרו והמאקרו עקביים בהסבר שכזה בכל ארבעת התופעות שהוצגו בפניהן נוכחו החוקרות לראות שאחוז התלמידים שקישרו בהצלחה הינו נמוך מאוד ועומד רק על 0.5% מכלל התלמידים שנתנו הסבר לארבעת התופעות. נמצא עוד כי אי העקביות בדפוס ההסברים ומיעוט הקישור בין רמות הארגון חזרו על עצמם באותם מימדים בכיתות ז', ח' וט'. משמע שאין השפעה לגיל על הקישור בין תופעות ברמת המיקרו והמאקרו.

החוקרות מסיקות מתוצאות אלו שמושג התא אינו נתפס בעיני התלמידים כמושג רלוונטי לחייהם והם אינם מוצאים את הקישור בינו לבין תופעות מוכרות מחיי היום יום ברמת המאקרו.

לסיכום מאמרן מציעות החוקרות למורים מספר דרכים בהן ניתן לשפר את הקישור בין מיקרו למאקרו:

- להציג היבט תאי לתופעה הנלמדת ברמת המאקרו. זאת אומרת שבכל תופעה הנלמדת ברמת המאקרו "לצלול" עם התלמידים לעומק המערכות, הרקמות והתאים ולהסביר בעזרת תמונות ועזרים נוספים כיצד תופעה זו מתרחשת בכל רמה ורמה.

- להדגיש במהלך ההוראה על הזמן על איזור רמה מדובר. למשל: תוכנות תורשתיות ברמת האורגניזם (מתבטאות ברמת המאקרו) הן ביטוי לרמת לתהליכים המתרחשים בתאים (רמת המיקרו).
- שימוש במפות מושגים, תרשימים ושאר כלים ויזואליים פעילים להסבר התופעה.

מחקרם של (Nambiar, P., 2014 & Vijapurkar, J., Kawalkar, A) יכול אולי לתת הסברים לתופעה אותה מתארות כהן וירדן. החוקרים ניסו למפות את התפיסות השגויות של תלמיד חטיבת ביניים בנוגע לתא וכך, כאשר ביקשו מתלמידי כיתה ח' לתאר כיצד נראה התא החי, מתארים החוקרים קושי רב של התלמידים לתת תשובה. כאשר הם מתבקשים לתאר תא צמחי התלמידים מתארים אותו כמלבן שטוח וקשה ואילו תא בע"ח מתואר כחסר צורה. בנוסף עלה מתאור התלמידות שהתא הוא יחידה מבנית שתפקידה הוא להחזיק את הגוף בלבד. אמנם מחקר זה אינו עוסק בהבנייה של המדרג הביולוגי, אולם הוא מכוון זרקור אל הגורם לקושי של התלמידים להבנת המדרג הביולוגי: התלמידים אינם תופסים את התא כיחידה פונקציונאלית בעלת השפעה על רמות אחרות בגוף האורגניזם, אלא כיחידה מבנית, חד מימדית ללא קשר לרמות מוכרות וקלות יותר להבנה כמו איברים ומערכות. דוגמאות נוספות לכך ניתן לראות בתשובותיהם של תלמידים לשאלות שונות: תלמיד אחד כתב כי מיצי הקיבה נוצרים בחלל שבין דופן הקיבה לתאים, תלמיד אחר כתב שהתאים שנמצאים מתחת לעור הם רכים תלמידה נוספת כתבה ש"תפקיד התאים הוא להגן על העצמות". מכל אלה עולה כי התלמידים מתקשים בהבנת הרעיון שאיברים בנויים מתאים פונקציונליים בעלי צורה תלת מימדית המשרתת את תפקידם.

לסיכום, החוקרים שאת עבודתם סקרתי בחלק זה של העבודה תיארו את ממצאיהם בקרב תלמידים שלמדו ברמת "ידע" את נושא המדרג הביולוגי וניכר שרמה זו אינה מספקת הבנה אמיתית ועמוקה יותר של הרעיון. ניכר כי גם כאשר התלמידים יודעים שהתאים הם יחידות המבנה הבסיסי של היצורים החיים הם לא מצליחים להשתמש בידע זה בצורה שמחברת אותו לידע על איברים ומערכות וגוף. להבנתי, למידה ברמה גבוהה יותר הדורשת יכולות חשיבה גבוהות יותר מהתלמידות תאפשר הטמעה אמיתי של רעיון המדרג הביולוגי. ועל כן, בהתבסס על הקשיים המתוארים בחלק זה של העבודה אנסח את תוצר הלמידה הרצוי: יכולת ביטוי של חשיבה מרמות גבוהות (אנליזה, הערכה וסינתזה) של נושא המדרג הביולוגי כפי שהן מתוארות במאמר הקאנוני של בלום ושותפיו (Bloom, B., 1956 & Englehart, M. Furst, E., Hill, W)

1.2.2 סקירה ספרותית – למידה מבוססת חקר

החוקרות מינר, לוי וסנטורי (D. D. Minner, A. J. Levy and J. Century, 2010) מסבירות כי קשה לעמוד על מקור המושג למידת חקר, אך יש להניח שהוא תוצר של עבודותיהם של תיאורטיקנים כמו לב ויגוצקי, ז'אן פיאז'ה ודויד אוזובל שדנו בטבע הלמידה וההוראה. העבודה של הוגים אלו שולבה בזמן מאוחר יותר לכדי זרם ההוראה קונסטרוקטיביזם, שמתבסס על הקביעה כי על הלומד להבנות את הידע בעצמו על ידי למידה פעילה. למידת חקר היא חלק מהתפיסה הקונסטרוקטיביסטית והיא מתייחסת בעיקר לפעולות של הלומד (בתיווך המורה כמובן). מוסד

האקדמיה הלאומית למדעים, הנדסה ורפואה (NRC, 2000) הפועל בארה"ב מגדיר חמש פעולות של הלומד כמרכיביה החשובים ביותר של למידה מבוססת חקר:

1. הלומד לוקח חלק בשאלות מדעיות.
2. הלומד משתמש בנתונים שנאספו במחקר או בתצפיות שמאפשרים בנייה והערכה של הסברים לתופעות מדעיות.
3. הלומד מייצר הסברים מנתונים שנאספו במחקר או בתצפית לשאלות מדעיות.
4. הלומד מעריך את ההסברים שלו לאור הסברים אחרים המשקפים ידע מדעי.
5. הלומד מבטא את ההסברים שלו ומצדיק אותם.

המשמעות של פעולות אלו אם כן היא שבחקר מדעי, הלומד מעורב ואחראי על כל תהליכי החשיבה, הביצוע והתקשורת של פתרון בעיה או שאלה מדעית. אם זאת ללמידת חקר יש דרגות שונות, מכיוון שלא מצופה מלומד חדש להגיע לרמות חשיבה של לומד בקיע בתחומי החקר המדעי. לכן בחרתי לבנות את יחידת המתאימות לרמות וגילאים שונים של תלמידים. כך למשל עבור הכיתה שלי: כיתה ז' של תלמידות שאינן בקיעות בחקר בחרתי בשיטת החקר המובנה. חקר מובנה על פי הגדרת ה-NRC (NRC, 2000) הינו חקר המכוון במידה רבה על ידי המורה. המורה מספקת את שאלת המחקר ואת השיטות לפתרון השאלה. התלמידים נדרשים לספק הסברים מהנתונים המתקבלים במחקר ולהסיק מהם מסקנות.

החוקרים (C. A. CHINN, B. A. MALHOTRA, 2002) מבדילים בין חקר אותנטי שמבצעים מדענים ודורש משאבים כמו זמן וציוד יקר שאינם זמינים בבתי ספר לבין חקר פשוט, שלמרות פשטותו מכיל את מרכיבי הליבה של הסקה מדעית. החוקרים מחלקים את תהליך החקר הפשוט לשלוש רמות, אולם להרגשתי יחידת ההוראה נמצאת איפה שהוא ביניהן ועל כן אדון בחקר פשוט ברמה הכללית, בנוסף ביחידת ההוראה שתתואר כאן לא נחקר נושא בדרך ניסויית (ברוב היחידה), אלא על ידי איסוף מידע והסקת מסקנות. בחקר פשוט התלמידים מקבלים מן המוכן שאלת חקר מהמורה ואת הכלים לבחנה, הם מקבלים מן המוכן את המשתנים ואת מהלך הניסוי. בנוסף בחקר פשוט הוצאות המתקבלות אינן כאלה הדורשות התערבות רחבה בכדי להשתמש בהן, אלה הן ישירות וקלות להבנה, מהלך הניסוי אינו דורש בדיקה מתמדת של כשלים שמערערים על מסקנת הניסוי, התלמידים לא נדרשים להשוות בין מחקרים למחקרים קודמים ולא נדרשים ללמוד דוחות מחקריים קודמים. אולם ההבדל העיקרי הוא במטרת החקר: מטרת החקר הפשוט היא איסוף מידע על העולם וסידורו בצורה הנכונה. (חשוב לציין שהחוקרים טוענים שלדעתם תהליכי חקר פשוט דווקא פוגעים בהבניית הידע של התלמיד, בעיקר בכך שהם מרגילים את התלמידים לראייה צרה ומצומצמת של חשיבת חקר וחיבור מהיר וקל בין סיבה לתוצאה ללא חשיבה על שאלת חקר, משתנים וכן הלאה).

המאפיינים ביחידת הוראה זו שכן שאובים מתוך החקר האותנטי הינם: פיתוח תיאוריה על פי התוצאות המתייחסת לגורמים שאינם קשורים ישירות לניסוי ספציפי אחד. זאת אומרת שהתלמידים נדרשים להסיק מתוצאות של שאלה אחת לגבי תופעה אחרת, כזו שכביכול נפרדת מהשאלה המקורית.

בכדי לתכנן יחידת הוראה מבוססת חקר בצורה הנכונה יש להתייחס לקשיים ולאגרים בדרך הוראה זו. החוקרים (D. C. Edelson, D. N. Gordin and R. D. Pea, 1999) חקרו במשך שש שנים סביבות טכנולוגיות תומכות למידת חקר בתחום מדעי האקלים. חלק נרחב מהמחקר היה מיפוי חמישה אתגרים עיקריים העומדים בפני התלמידים, אשר כשולן באחד מהם עלול למנוע מהתלמידים למידת חקר משמעותית. האתגרים הם:

1. מוטיבציה: למידת חקר דורשת מוטיבציה גבוהה יותר מאשר דרכי למידה אחרות, כאשר אין מוטיבציה גבוהה לעבודה התלמידים לא ישתתפו בעבודת החקר או ישתתפו באופן שאינו מקדם למידה.
 2. נגישות כלי המחקר – התלמידים צריכים להבין את כלי המחקר, את הדרך להשתמש בהם ואת משמעות הנתונים שהם מפקים מהם.
 3. עמידה במגלות העבודה שמתאפשרת בכיתה. על יחידת החקר להיות מתוכננת בתוך גבולות הכיתה, ולא לדרוש מהתלמידים שימוש במשאבים שאינם בשליטתם.
- מיפוי זה אפשר לחוקרים להמשיך ולפתח את תוכנות הלמידה שלהם בכדי לענות על האתגרים. ביחידת ההוראה שתיכננתי ניסיתי לתת את הדעת על כל אחד מהמרכיבים בדרך הבאה:
1. מוטיבציה – ניסיתי ליצור סביבת הוראה נוחה ונעימה עבור התלמידות: הן עבדו בזוגות על פי בחירתן, קצב העבודה היה תלוי בהן ובנוסף שילבתי ניסויים (בעיקר בשמרים) ותצפיות במיקרוסקופ על מנת לא להשאיר את יחידת ההוראה תיאורטית בלבד. בעקבות זאת הורחבה טיפה והיריעה של נושא הלמידה, אך בעיני הנושא העיקרי לא אבד והקשר בין המדרג הביולוגי לבין יצורים חד תאיים היה ברור לתלמידות.
 2. נגישות כלי המחקר – התלמידות נדרשו לעבוד על פי דפי עבודה שכללו הוראות לניסויים, שאלות פתוחות ומפות מושגים. הן התבקשו לחפש מידע בעזרת הפלאפונים הניידים שלהם והראו שליטה ביכולת חיפוש המידע.
 3. העבודה לא דרשה מהתלמידות ידע שאינו נגיש או שאלות שהיו מורכבות מדי. בנוסף פני תחילת יחידת הלימוד עסקנו במפות מושגים, בנינו אחת בכיתה ודנו בכללי העבודה בכיתה ובמעבדה.

1.3 מטרות המחקר

מטרתו של מחקר זה היא לבדוק כיצד רצף ההוראה מבוססת החקר המוצע תורם להבנת הקשרים בין רמות ביולוגיות שונות כפי שהבנה זו מתבטאת במפות מושגים שיפיקו התלמידות ובתשובותיהן לשאלות מרמות הבנה גבוהות. מטרת יישומיות (אופרטיביות):

- א. התלמידות יסיקו מסקנות על סמך תוצאות שהפיקו מניסויים ועל סמך מידע שיחפשו ברשת.
- ב. התלמידות יסתמכו על מסקנותיהן בבואן לענות על שאלות מרמת הבנה גבוהה ובבניית מפת מושגים.
- ג. התלמידות יעבדו בעבודה עצמית מודרכת על ידי המורה.
- ד. התלמידות ידעו ליצור קישורים בין מושגים שונים מתחום המדרג הביולוגי ויבטאו זאת במפות מושגים ובתשובות לשאלות מרמת הבנה גבוהה.
- ה. התלמידות יבטאו מידע שחיפשו בעצמן בהקשר לחומר הנלמד.
- ו. התלמידות ינהלו את הלמידה שלהן בעצמן ויעזרו במורה בהתאם לצרכיהן.

1.4 שאלות המחקר

- א. האם הלמידה העצמאית ביחידת הוראה זו מאפשרת לתלמידות הבנה מרמה גבוהה של נושא המדרג הביולוגי?
- ב. האם למידת חקר כפי שהיא באה לידי ביטוי ביחידת הוראה זו היא מענה הולם לקושי של תלמידים בהבנת רעיון המדרג הביולוגי?
- ג. האם התלמידות יציגו הבנה של המדרג הביולוגי בתוצרים שלהם?
- ד. האם השימוש במפת מושגים ככלי הערכה יקל על התלמידות בהבנת הידע שלהן?
- ה. האם השימוש במפות מושגים הוא כלי הערכה המשקף רמות הבנה גבוהות של התלמידות בנושא הנלמד?
- ו. האם עבודת חקר מגבירה את העניין וההנאה מהלמידה?

2. מערך המחקר

2.1 אוכלוסייה

המחקר נערך במדרשת אמי"ת קמה בירוחם בשלוש קבוצות למידה שונות הכוללות 41 תלמידות משתי הכיתות בשכבת ז'. כל קבוצה לומדת עם מורה אחרת (נעם, נטע וזהבה) ומכיוון שבבית הספר צוות המדעים עובד כיחידה והשיעורים מתוכננים בדרך כלל על ידי שלושת המורות ביחד שלושת הקבוצות יעברו את רצף ההוראה באותה צורה. בשל כך אין קבוצת ביקורת למחקר, והביקורת התבצעה על ידי השוואת הנתונים בתום התהליך לנתונים בתחילת התהליך. האוכלוסייה בשלושת הקבוצות הטרוגנית מאוד וכוללת תלמידות בעלות ביטוי גבוה, עניין בלימודים ורצון להתקדם כמו גם תלמידות המתקשות בנושא המדעים ושאינן מפגינות מוטיבציה ללמידה. אני מלמדת בבית הספר הזה תקופה קצרה לפני תחילת התהליך ועוד לא נרקמו יחסים מובהקים ביני לבין הקבוצה שאני מלמדת. באופן כללי ניתן לומר שהתלמידות מפגינות עניין ורצון ללמוד גם אם יש פטפוטים והסחות דעת במהלך השיעורים. המורות המלמדות את הקבוצות האחרות מתחילת השנה מגדירות את הקבוצות כך: "התלמידות משועממות ממדעים ומתקשות בנושא, זקוקות לצורת למידה שונה ומעניינת יותר עבורן, אם כי יותר מדי עצמאות עלול לגרום להן להרגיש שאין חוקים." (נטע שרם) ו"מפטטות כל השיעורים, מתעניינות בנושא אך לא תמיד מחכות לקבלת התשובה וממשיכות לדבר." (זהבה קאשי).

הציונים האחרונים שהתקבלו עבור התלמידות היו בבוחן בנושא אנרגיה, הממוצע היה נמוך מהמצופה ועמד על 65. למרות שכל השכבה עברה את יחידת ההוראה, בחרתי להציג כאן תוצאות של 17 תלמידות שהיוו את קבוצת הלמידה שלי, אותה ליוויתי בחודשים שקדמו להוראת היחידה. בחירה זו נעשתה כדי שאהיה בטוחה שהתלמידות עובדות לפי ההנחיות שלי ובנוסף לא קיבלו עזרה מהמורות האחרות.

2.2 ידע קודם הנדרש מהתלמידים

יחידת הוראה זו יצאה לפועל, לאחר שהתלמידות למדו לזהות יצורים חיים על פי מאפייני החיים: הזנה, נשימה, רבייה, הפרשה, גדילה והתפתחות, תקשורת עם הסביבה, תנועה והמבנה התאי (י. קשתן, נ. קינן, ש. טיומני ור. מינץ, 2011).

2.3 רצף ההוראה שתוכנן מראש והשינויים שנעשו

רצף השיעורים התפרש על פניי תשעה שיעורים בני 45 דק'. אולם מכיוון שבבית הספר נהוגה שיטת "חציים", לפיה התלמידות לומדות כל מקצוע לאורך חצי מיום הלימודים, כל מפגש שלי עם התלמידות הוא למעשה באורך של שעתיים וחצי (לא כולל הפסקות). לכן, המחקר התפרש על פני ארבעה מפגשים (במקור תוכננו שלושה, אך החלטנו להאריך את היחידה עקב בקשת התלמידות).

במהלך המחקר התלמידות עבדו בקבוצות בזוגות. כל זוג קיבל אוגדן ובו כל דפי העבודה והמטלות שעליהן לבצע במהלך יחידת ההוראה. הציון לתלמידות התבסס על פי שלושה קריטריונים: מהלך העבודה שלהן (האם הן עובדות בצורה רצינית ומוסדרת): ציון קבוצתי, תשובות בדפי העבודה ובדפי ההערכה (ציון אישי), מילוי מפות מושגים (ציון אישי). חשוב לציין שהציונים המופיעים בפרק התוצאות של עבודה זו אינם משקפים את הציונים שניתנו לתלמידות ותפקידם הוא ליצור סולם הערכה עבורי בכדי שאוכל להעריך את תוצרי הלמידה. הציונים לתלמידות ניתנו על ידי המורות האחרות וכללו משקל גדול למהלך העבודה של התלמידות. בחרתי שלא להציג תוצאות אלו בעבודה זו מכיוון שהרגשתי שאין להם משמעות בנושא שברצוני לבדוק.

רצף ההוראה מבוסס על עבודה קבוצתית עצמאית של התלמידות ולא על הנחיית המורה. התלמידות התקדמו בקצב שלהן ונעזרו במורה בכל פעם שנתקלו בקושי. רצף ההוראה לא תוכנן על פי הסכמה הנהוגה עבור הוראת המדרג הביולוגי והתלמידות לא נתקלו בסכמה זו במהלך יחידת ההוראה שכן המטרה העיקרית היא שהתלמידות יקשרו בעצמם את היחסים בין רמות המדרג הביולוגי. בכדי לעשות זאת יחקרו התלמידות מספר תופעות ויקשרו ביניהן בעזרת מטלות אורייניות.

המושגים העיקריים שילמדו ביחידה זו: תאים, יצורים חד תאיים ורב תאיים, רקמות, איברים, מערכות בגוף.

במהלך יחידת ההוראה המורות הנוספות הביעו דאגה שהתלמידות לא מבינות לעומק את שיטת כתיבת מפת המושגים ולכן בתחילת השיעור השני הוספה יחידת הוראה שמטרתה חידוד יכולות כתיבת מפת מושגים. יחידת הוראה לא עסקה ישירות בנושא המדרג הביולוגי אך כן נגעה בנושא היצורים החד תאיים (חיידקים). ראו נספח מס' 1.

בנוסף, בשל בחינות הבגרות בביולוגיה שנערכו בתאריכים בהם נלמדה יחידת ההוראה לא הייתה באפשרותנו להשתמש במעבדה עבור חלק מהשיעורים. לכן ויתרנו על דף עבודה שכלל הוראות תצפית במיקרוסקופ ברקמות שונות (נספח מס' 2) ובמקומו עובדה נפח של דף עבודה אחר שהיה מתוכנן מראש והוספו לו תמונות הממחישות כיצד נראות רקמות שונות (מספח מס' 3).

2.4 כלי הערכה

בעבודה זו נעשה שימוש בכלי המחקר הבאים:

1. שאלות אמריקאיות הבוחנות ידע והבנה של התלמידים בנושאים שנלמדו. בכלי זה ייעשה שימוש שלוש פעמים במהלך יחידת ההוראה: בתחילת השיעור הראשון ככלי להערכת הידע הראשוני של התלמידות, בתום השיעור

השני בכדי לבדוק את ההתקדמות של התלמידות ובתום השיעור השלישי בכדי להעריך עד כמה התלמידות מסוגלות לענות על שאלות ברמות אלו.

2. מפות מושגים: על פי (Ruiz-Primo, 2004) מפות מושגים הן גרף המורכב מצמתים ומקוים נושאי תוויות. הצמתים הינם מושגים מתחום תוכן מסוים ואילו הקוים מסמנים שקיים קשר בין במושגים והתוויות מאפיינת את טיב הקשר. צירוף של שני מושגים וקו מקשר נקרא קישור (באנגלית: proposition). זהו כלי הבוחן את יכולת האינטגרציה של הלומד בין מושגים שונים: ככול שלומד משרטט מפת מושגים מורכבת ועשירה יותר ניתן להסיק שהוא יותר שולט בידע. בנוסף זהו כלי המאפשר לבדוק גם תפיסות שגויות. החוקרות סלמן וליפלנדר (D. Sellmann and A. Lieflander, 2015) השתמשו במפות מושגים בכדי למפות תפיסות שגויות של תלמידים בנושא ההתחממות הגלובלית ורעד וירדן (L. Raved and A. Yarden, 2014) השתמשו במפות מושגים בכדי לבדוק יכולות חשיבה מערכתית בקרב תלמידי ביולוגיה בנושא מערכת ההובלה.

התלמידות שירטטו ארבע מפות מושגים במהלך יחידת ההוראה (שלוש קשורות לנושא ואחת נוספת שמטרתה לאפשר תרגול של עבודה במפות מושגים): בתחילת יחידת ההוראה ובתום השיעור השני מפת מושגים על פי רשימה של מושגים שתיתנן להן. הן יוכלו להוסיף מושגים משל עצמן או לא להשתמש. רשימת המושגים שניתנה להן הייתה שונה מעט מפעם לפעם (בהתאם למה שנלמד באותו שיעור) אולם השתדלתי מאוד לשמור על הנושא הכללי דומה ועל היחס בין מושגים מרמת המיקרו (תאים, חיידקים, חד תאיים וכו') לבין מושגים מרמת המאקרו זהה. מפות המושגים נותחו בעזרת מחוון (טבלה מס' 1) שנכתב בהשראת המחוון שכתבו רעד וירדן. בדומה לרעד וירדן השתמשתי גם בנתונים מספריים מסוגים שונים בכדי להעריך את ההבנה של התלמידות. חלוקת הציונים התבססה על המשקל שלדעתי הגיע לכל קריטריון.

כל קריטריון קיבל בין 10-20 נקודות, כאשר אחוז גבוה של קשרים מבניים (קשרים שהכילו משפטי קישור כמו: "מורכב מ...., בנוי מ.... וכן הלאה) נתן את הציון היחסי הגבוה ביותר (20 נק') מכיוון שהבנה מבנית של המדרג הביולוגי היא המטרה העיקרית של המחקר הזה. הציונים הנמוכים ביותר ניתנו על מושגים שהתלמידה רשמה ולא היו מצוינים בבנק המושגים ועל מספר מושגי צומת בעלי שני קישורים בלבד (10 נק').

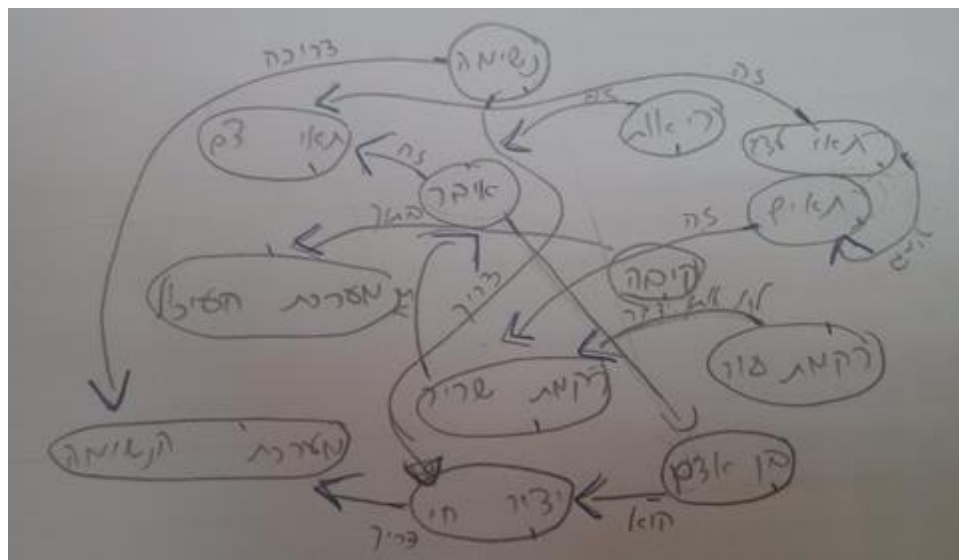
העקרון שהנחה אותי בכתיבת המחוון היה שמפת מושגים מסועפת יותר המכילה קשרים מפורטים (שהמשפט המקשר ביניהם הוא מדויק ונכון יותר) משקפת למידה משמעותית והבנה עמוקה יותר של הנושא מאשר מפת מושגים במבנה "שמש" או "רשימה" (Kinchin, 2013) ולכן נתתי דגש רב למושגים בעלי שניים או שלושה קשרים מושגים אחרים. כמו כן היה לי חשוב מאוד לראות את ההבנה של המדרג הביולוגי ולכן קשרים מבניים קיבלו גם הם ציון גבוה. בנוסף, בחרתי לתת עד 15 נקודות למפות מושגים שהכילו הרבה קשרים מעשיים/פונקציונאליים (קשרים שהכילו ביטויים כמו: "מאפשר ל...., מונע מ...., גורם ל...." וכן הלאה

טבלה מס' 1: מחוון להערכת מפות המושגים

100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0	ניקוד מקסימאלי	
ומעלה 20		עד 20		עד 15		עד 10 מושגים		עד 5 מושגים		0	15	מספר מושגים במפה
ומעלה 20 %					עד 20%					0	10	אחוז מושגים שהתלמידה המציאה
עד 100%		עד 80%		עד 60%		עד 40%		עד 20%		0	10	אחוז מושגי צומת בעלי 2 הסתעפויות ויותר
ומעלה 40		עד 40%				עד 20%				0	15	אחוז מושגי צומת בעלי 3 הסתעפויות ויותר
עד 100%		עד 80%		עד 60%		עד 40%		עד 20%		0	15	שימוש במושגי מיקרו (%) מתוך סך מושגי מיקרו)
ומעלה 40		עד 40%				עד 20%				0	20	אחוז קשרים מבניים (האיבר בנוי מרקמות)
ומעלה 40		עד 40%				עד 20%				0	15	אחוז קשרים מעשיים (גורם ל... מאפשר... מונע...)
											100	ניקוד מירבי

להלן דוגמה של מפת מושגים של אחת התלמידות והדגמה על הניקוד עליה:

תמונה מס' 1: מפת מושגים של תלמידה



טבלה מס' 2: ניקוד למפת מושגים בתמונה מס' 1

קריטריון	מספר/אחוז ערכים במפה	ניקוד	דוגמה/הסבר
מספר מושגים במפה	13	9	מספר המושגים בהן התלמידה השתמשה:
אחוז מושגים שהתלמידה המציאה	0	0	
אחוז מושגי צומת בעלי 2 הסתעפויות ויותר	69	8	לדוג' המושגים: תאי עצב, תאים, נשימה, תאי דם, איבר, רקמת שריר, בן אדם, יצור חי ומערכת הנשימה.
אחוז מושגי צומת בעלי 3 הסתעפויות ויותר	23	12	לדוג' המושגים: איבר, יצור חי
שימוש במושגי מיקרו	60	9	לדוג' המושגים: תאי עצב, תאים, תאי דם.
אחוז קשרים מבניים	16	8	"קיבה בתוך מערכת העיכול" "תאי עצב בתוך תאים"
אחוז קשריים מעשיים	25	12	"יצור חי צריך מערכת נשימה" "נשימה צריכה מערכת נשימה" "יצור חי צריך נשימה"
ציון סופי	58		

3. שאלות המצריכות אסטרטגיות חשיבה מסדר גבוה: בכדי לבחון את רמת ההבנה ולהשוות את תוצאות מפות המושגים של התלמידות לנתונים אחרים, התלמידות התבקשו לענות על שאלות המצריכות אסטרטגיות חשיבה מסדר גבוה. במסמך מנחה לכותבי תכניות לימודים (צ. יועז, נ. אבולפיה, ע. בן דוד, ש. ברזלי, ר. גרבר, ג. עורבי, ד. פרידמן, ג'. קוהאן-מס, 2009) מגדירים הכותבים אסטרטגיות חשיבה כפעולות קוגניטיביות ממוקדות, כמו שאילת שאלות, השערה, השוואה, הסקה ועוד אשר מטרתן לשרת תהליכי חשיבה. תהליכי חשיבה הם תהליכים מורכבים כגון פתרון בעיות, והבניית מושג וביצועם כרוך בהפעלת אסטרטגיות חשיבה. להלן רשימת אסטרטגיות החשיבה שהתלמידות הצטרכו להפעיל בכדי לענות על השאלות בעבודה זו, ומטרתיה של כל אסטרטגיה:
- א. הסקה – התלמידים יפיקו רעיונות ותובנות חדשים מבוססים על ידע.

- ב. השוואה – מאפשר הבנה טובה של רכיבי הידע וההבדלים בינם, להגיע להכללות על מושגים חדשים, ארגון מידע, ניתוח רכיבי מידע וזיהוי הקשרים בינם.
- ג. טיעון – הצדקת טענות באמצעות הסברים.
- ד. הצדקת הידע והערכות – בחירה בין חלופות וקבלת ההחלטות מנומקות.
- ה. מיזוג (אינטגרציה) – ליצור קשרים משמעותיים בין רכיבי מידע שונים.

בטבלה מס' 3 מצורף המחווך שבניתי לשאלות אלו ובו מצורפות כל השאלות שהתלמידות נשאלו במהלך המחקר, אסטרטגית הלמידה המתבטאת בהן, ודרגות ניקוד שונות לתשובות התלמידות.

טבלה מס' 3: מחוון שאלות המעריכות חשיבה מסדר גבוה

דף עבודה	אסטרטגית חשיבה	השאלה	תשובה מלאה	0	ניקוד תשובות		
					1-4	5-7	8-10
האם שמרים נושמים	הסקה	מה ניתן להסיק לגבי שמרים מהניסוי? (נשימה)	ניתן להסיק ששמרים מבצעים נשימה. בבקבוקון שהכיל שמרים חיים ניתן היה לראות שהצטבר גז פד"ח. מקורו של גז זה הוא בתהליך הנשימה שמבצעים השמרים, בבקבוקונים שהכילו שמרים מתים לא הייתה הצטברות של פד"ח. ניתן אם כן להסיק ששמרים הינם יצורים חיים.	אין התייחסות לנשימה. אין נימוק.	אין מסקנה נכונה, אין התייחסות לביקורת ולטיפול. יש קביעה נכונה ללא נימוק. "שמרים הם יצורים חיים כי הם תססו בבקבוק.", "שמרים נושמים.", "שמרים יצורים חיים."	יש מסקנה נכונה, אך הנימוק הוא חלקי ולא מדויק. "שמרים הם יצורים חיים כי הם נושמים."	מסקנה נכונה עם השערה עתידית המבוססת על ממצאים מהטיפול ומהביקורת. "שמרים נושמים בגלל שבבקבוק בו היו שמרים מומתים לא הצטבר פדח ואיפה שהיו שמרים חיים כן הצטבר. מכאן ששמרים הם כנראה יצורים חיים."
על שמרים וחברים	השוואה	על פי הטבלה שמילאתן, מה המשותף לאמבות, חיידקים ושמרים?	אמבות, חיידקים ושמרים הם יצורים חיים המבצעים את כל מאפייני החיים, אולם הם מורכבים מתא בודד אחד.	אין תשובה.	תשובה פשטנית שאינה מתבססת על מה שנעשה בטבלה. "הם יצורים חיים", תשובה שמתייחסת רק לגורם אחד "הם נושמים"	התייחסות לשני מרכיבים ולא לתופעה הכוללת: "הם נושמים, אך אין להם ריאות"	התייחסות לתופעה הכוללת: "הם לצורים חד תאיים שמקיימים את מאפייני החיים ללא איברים או מערכות איברים."
	השוואה	אילו עוד הבדלים בין אמבה וכלב גיליתם כאשר מילאתן את הטבלה?	כלב הוא יצור רב תאי ואמבה היא יצור חד תאי. אך שניהם יצורים	אין תשובה.	כלב הוא כלב ואמבה היא אמבה. אין התייחסות	כלב מורכב מהרבה תאים	תשובה שנותנת גם התייחסות למה שמרכיב יצורים רב

			חיים.		למאפיינים של כל יצור	ואמבה מתא אחד.	תאיים לעומת חד תאיים: איברים, רקמות ומערכות.
	הצדקת הידע והערכתו/טי עון	תמר טוענת שכל היצורים החיים נושמים ולכן לכולם יש איברים המאפשרים להם לנשום. גם ליצורים חד תאיים. לילי טוענת שליצורים חד תאיים אין איברים. מי משתיהן צודקת? נמקו את תשובתכן			אחת מהבנות צודקת והשנייה טועה. אין נימוק וניכר שאין הבנה.	קושי בהתמודדות עם המורכבות: ליצורים חד תאיים אין איברים ובכל זאת הם נושמים.	תשובה מלאה שכוללת התייחסות למרכיב מבני כל שהוא: תאים מרכיבים רקמות, רקמות מרכיבות איברים וכו'.
רקמות ותאים	השוואה	האם כל הרקמות זהות זו לזו?	לא. קיים מספר רב של רקמות בעלות תפקידיפ וצורה שונים.		תשובה שגויה. או תשובה שניכר ממנה שאין הבנה של המושג רקמות.	תשובה חלקית, אין הפרדה בין המושגים תאים ורקמות	תשובה מלאה. ניכר שיש הבנה שלתאים יש תפקידים פונקציונאליים שונים ועל כן גם הרקמות יהיו בעלות צורה שונות.
		אם לא מדוע הן שונות לדעתך?					
	טיעון	תמר טוענת ששמרים הם יצורים הרבה יותר פשוטים מעכברים. האם את מסכימה עם הטענה הזאת? נמקי את תשובתך והתבססי על מה שלמדת בשיעורים האחרונים.	שמרים הם יצורים הרבה יותר פשוטים מעכברים מכיוון שהם מורכבים מתא אחד בלבד. עכברים הם יצורים רב תאיים ולכן יכולו איברים, המורכבים מרקמות של תאים ומסודרים		נימוק שמראה על הבנה נמוכה. אין התייחסות לשום מרכיב מבני.	התייחסות חלקית למרכיב מבני.	התייחסות מדויקת למרכיב מבני אחד לפחות.

				במערכות.			
יש הבנה שתאים ברקמה אחת של הגוף משפיעים על שאר הגוף.	ניכרת הבנה חלקית	אין הבנה של הקשר בין הרקמה לבין שאר הגוף. אין הבנה של חשיבות התאים המרכיבים את הרקמה.		כן, מכיוון שתאי הכבד המרכיבים את הרקמה אחראים על פירוק חומרים שאינם רצויים לגוף. ללא פעולה זו חומרים אלו נשארים בגוף ועלולים להזיק לתאים/רקמות/איברים אחרים.	ירדן אומרת שאם רקמת תאי הכבד נפגעת ייפגעו גם איברים אחרים בגוף והיצור כולו יהיה חולה. האם לדעתכן היא צודקת? נמקו את תשובתכם.	טיעון ואינטגרציה	

4. ניתוח והצגת הנתונים: בחרתי להציג את הנתונים בשתי דרכים, הראשונה היא נתונים ממוצעים של הקבוצה כולה. בצורה זו אציג גם את הנתונים הממוצעים עבור כל קריטריון במחווך בכל אחת ממפות המושגים וגם את התוצאות הכמותיות הממוצעות של כל שאלה מרמת חשיבה גבוהה. דרך זו תאפשר להבין מהם קוי המגמה העיקריים, מהם החולשות והחוזקות העיקריים שבהן נתקלו התלמידות ומה הערכים הקבוצתיים.

הדרך השנייה תהייה להציג את אותם הנתונים עבור שלוש תלמידות באופן ספציפי. מתוך קבוצה של 17 בחרתי שלוש תלמידות שמייצגות עבורי את ההטרוניות של הכיתה. על ידי מעקב על שלושתן יהיה ברור יותר התהליכים שהתלמידות עברו בהתאם לנקודת המוצא של כל אחת. התלמידות שבחרתי הן:

איה – תלמידה חזקה מאוד, שלא פעם נראה כי "מקדימה" את הכיתה ואת המורה בהבנה שלה ובנקודה בחומר בה היא נמצאת. מקומה החזק לעיתים מוריד את הרצון שלה ללמוד כאשר היא מרגישה שעבודה או נושא מסוימים אינם לרמתה והיא פשוט לא משתתפת בהם. ברוב המקרים שזה קרה ניסיתי להחזיר אותה לכיתה אולם היא התעקשה שמשעמם לה וביקשה לקרוא ספר. למרות החששות שלי שהתנהגות כזאת תפגע בה בסופה של דבר, לא קיבלתי את הרושם שחומר לימודי מסוים חסר לה ואם כן היא הייתה ניגשת אליי בהפסקה, שואלת 2-3 שאלות ופותרת בעצמה את החלקים שחסרים לה.

הדס – הדס היא תלמידה בעלת מוטיבציה מאוד גבוהה, אולם מכוונת ציונים יותר מאשר ידע והבנה. חשוב לה מאוד לדעת תמיד "מה בדיוק צריך לכתוב במבחן" והמאמצים שלה הולכים לכיוון הזה במקום לנסות להבין את החומר ברמה גבוהה יותר. היא מתקשה להישאר מרוכזת בשיעורים הארוכים (כפי שפורט, בית הספר מתנהל בשיטת ה"חציימים") וכשמאבדת את הריכוז מתקשה לחזור ולהשלים את החומר. בעבודה עצמית היא בעלת מוטיבציה גבוהה, אבל גם חייבת לקבל אישור וחיוזוק מהמורה על כל שאלה שלה. השאלות שלה במהלך יחידת ההוראה התמקדו בעיקר בלבדוק "האם מה שכתבתי נכון?" מאשר לשאול על טבע המבנה הביולוגי עצמו.

אילה – תלמידה בעלת מוטיבציה לא קבועה ללמידה. לפעמים לומדת ומשתדלת להיות חלק מהשיעור ולפעמים מפריעה ומתעלמת מהעבודות שיש לעשות. תוצאות התוצרים שלה הם בהתאם. נוהגת להתלונן הרבה שאינה מבינה את החומר הנלמד אך גם לא עושה מאמצים כנים לעמוד בקצב. טוענת שלא אוהבת מדעים ושלא מבינה במקצוע כלום בעוד שבמקצועות אחרים מרגישה יותר נוח. יכול להיות שלאילה יש הפרעת קשב וריכוז, ככל שאני יודעת היא לא אובחנה וגם לא מועמדת לאבחון. עם זאת אין בכוונתי לומר שהיא עצלנית, בעיני לאילה יש קושי במקצוע המדעים והיא אינה יודעת כיצד להתמודד איתו ולכן בוחרת שלא להתמודד. אני מרגישה שרוב האחריות היא דווקא עליי ושעליי להתאים את השיעורים כך שגם אילה תרגיש בנוח בהם ותקבל ממני את התמיכה לה היא זקוקה.

להרגשתי, שלוש התלמידות האלו משקפות בצורה מדויקת יותר את החלוקה הדיכוטומית שנהוג לעשות לתלמידים: חזק או חלש ויותר מהכל הן משקפות את האתגר שעומד בפני המורה בכיתה הטרונגית.

2.5 חומרי הלימוד

2.5.1 שיעור ראשון (1-3) – מבוא ליחידת הוראה

מטרות השיעור:

1. התלמידות יתנסו בשרטוט מפת מושגים.
2. התלמידות יתנסו בעבודה עם מיקרוסקופ.
3. התלמידות יכירו תא חי ויציירו אותו.
4. התלמידות יתנסו בעבודת חקר: ינסחו השערת מחקר.

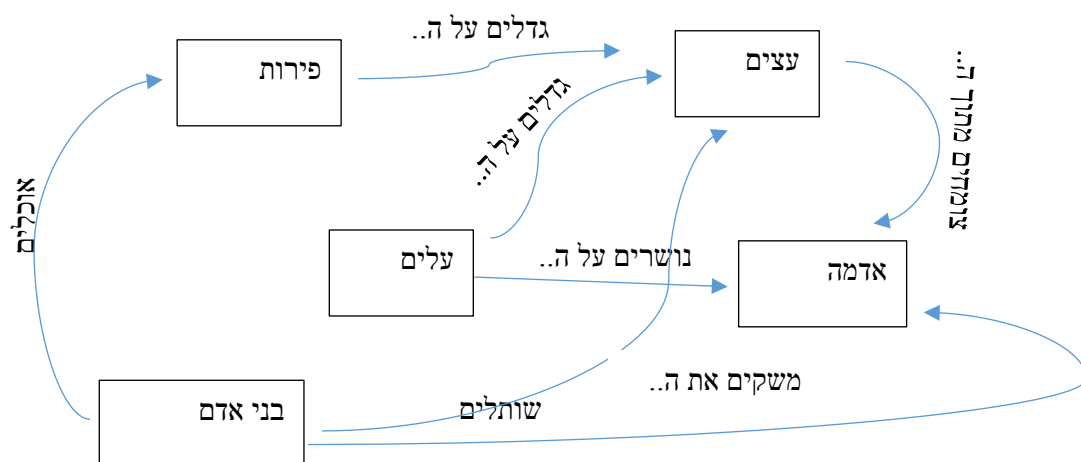
נושאי השיעור:

נושא	פעילות
1. פתיחה+הסבר על מפת מושגים	שרטוט מפת מושגים על הלוח – פעילות כיתתית
2. מבדק ידע קודם	עבודה אישית. ראה נספח מס' 4.
3. הכרות עם המיקרוסקופ	פעילות בזוגות, "מיקרוסקופ האור" ראה נספח מס' 5
4. צפייה בתאי רקמת הלחי	פעילות מעבדה בזוגות, "תצפית בתאי לחי" ראה נספח 6

מהלך השיעור:

1. פתיחה+ הכרות עם מפות מושגים: המורה תסביר לתלמידות מה הולך להתרחש בשבועיים/שלושה הקרובים: את הנושאים הבאים בביולוגיה התלמידות ילמדו בצורה עצמאית, זאת אומרת שהתלמידות יתחלקו לקבוצות קטנות ויעבדו בצורה עצמאית על פי הוראות באוגדן. בתום כל שיעור תהיה מעין עבודת כיתה, כמו בוחן. כמובן שהמורה כאן בכדי לעזור, לענות על שאלות ולסייע בכל מה שצריך, אבל לא בכדי להגיד מה התשובה הנכונה. המורה תדגיש שהציון ינתן על פי הקריטריונים שפורטו.

המורה תסביר על כלי מפת המושגים: מפת מושגים היא דרך להסביר כיצד שני גורמים ומעלה קשורים זה לזה. ותיתן דוגמה פשוטה על הלוח:



המורה תדגיש לתלמידות את העקרונות הבאים:

- א. בין שני מושגים יתקיים משפט קצר בעזרת קישור החץ.
 - ב. לא כל המושגים חייבים להתקשר זה לזה, אך לכל מושג חייב להיות קשר אחד למושג אחר.
- לאחר שהמורה הרגישה שהתלמידות הבינו את העקרון היא תבקש מהן שיציעו נושא לבניית מפה משותפת על הלוח. התלמידות יציעו את המושגים ואת הקשרים בינם.
2. לאחר שנראה שהתלמידות הבינו את תהליך בניית מפת המושגים היא תבקש מהן לענות באופן אישי על דף העבודה הראשון (ראה נספח מס' 4). דף זה ישמש ככלי להערכת הידע הראשוני של התלמידות, לפני תחילת יחידת הלימוד והוא כולל שמונה שאלות אמריקאיות בנושא המדרג הביולוגי וגם מטלת שרטוט מפת מושגים על פי עשרים ושתיים מושגים. יש לתת לתלמידות כחצי שעה להשלים את דף העבודה. כשהתלמידות יסיימו יעברו לחלק הבא.
 3. הכרות עם המיקרוסקופ – התלמידות יקראו קטע קריאה על מיקרוסקופ האור (ב. אילון, ע. ירדן וז. שרץ, 2013), יכירו את חלקיו וכיצד בעזרת השימוש במיקרוסקופ התאים נגלו לאדם (נספח 5). המורה תעבור בין התלמידות ותסייע במה שצריך.
 4. צפייה בתאי רקמת הלחי – התלמידות יציירו את תאי רקמת הלחי ויעבדו עם המיקרוסקופ על פי ההוראות (נספח 6). צפוי שבקטע זה יהיה לתלמידות קשה לעבוד עם המיקרוסקופ.

2.5.2 שיעור שני (4-7) – היכרות עם שמרים, יצורים חד ורב תאיים

מטרות השיעור:

1. התלמידות יפיקו מפות מושגים בנושא שאינו קשור ליחידת הלימוד
2. התלמידות יחקרו שמרים במעבדה ויסיקו ששמרים מבצעים נשימה.
3. התלמידות יחקרו שמרים במידע ברשת ויסיקו ששמרים הם יצורים חיים חד תאיים.
4. התלמידות יציינו מהם הגורמים הדומים והשונים בין יצורים חד תאיים לרב תאיים.

נושאי השיעור:

נושא	פעילות
1. קטע אוריינות "האמנם ים המוות"	שרטוט מפת מושגים
2. ניסוי בשמרים	פעילות מעבדה בזוגות, "הכרות עם שמרים" ראה נספח 7
3. מיצורים חד תאיים ויצורים רב תאיים	עבודה בזוגות, "שמרים וחברים" ראה נספח 8
4. צפייה ברקמות שונות מן החי ומן הצומח	עבודה בזוגות "רקמות תאים" נספח 3
5. הערכת למידה: מפת מושגים ושאלות סגורות.	עבודה אישית. ראה נספח 9

מהלך השיעור:

1. התלמידות יעמידו ניסוי העוסק בנשימת שמרים. מדובר בניסוי מעט מורכב ולרוב לא נוהגים לעשותו עם תלמידי כיתה ז'. את החלק הראשון של הניסוי, בו נבדקת השפעת פד"ח הנפלט בנשיפה על מי סיד יבצעו התלמידות בהדרכת המורה. המענה על השאלות יהיה כיתתי, כך תוכל המורה לוודא שהתלמידות אכן מפרידות בין תוצאה למסקנה ומבינות כיצד לבצע את הניסוי. בהמשך המורה תשאל את התלמידות: אם לזוג אחד הייתה מתקבלת תוצאה שונה: מי הסיד שננשפו עליהם לא הפכו לעכורים (בעוד לשאר הכיתה כן) האם ניתן היה להסיק מסקנה שונה ממה שהסקנו?
המורה תקיים דיון קצר בנושא חשיבותם של חזרות.
2. המורה תקרא את ההוראות לפני תחילת העבודה ותוודא שכל התלמידות מקשיבות ומוכנות לעבוד ברצינות. במהלך העבודה התלמידות ימלאו דוח מעבדה ויענו על שאלות (ראו נספח 7).
3. לאחר שסיימו את הניסוי, יעבדו התלמידות על מטלת חקר הכוללת שימוש במיומנות אוריינות מדעית וחיפוש מידע (נספח 8). תפקיד המורה בשלב זה הוא לעודד את התלמידות לחפש את המידע לבדן, לסמוך על המידע שהן מוצאות ולנסח בעצמן את התשובות.
4. התלמידות יקרו על רקמות שונות ותפקידן ויגדירו מהי רקמה (ראו נספח 3).
5. התלמידות יענו על שאלון ההערכה וישרטטו מפת מושגים על פי מושגים שניתנו להן מראש (ראו נספח 9).

2.5.3 שיעור שלישי (8-10): הקשר בין רקמות ותאים לבין איברים ומערכות

מטרות השיעור:

1. התלמידות יגדירו מהי רקמה.
2. התלמידות יבטאו את הידע שרכשו בשיעור במפת מושגים ובמענה על שאלות
3. התלמידות יגדירו בעזרת מידע שחיפשו בעצמן את המושגים איבר ומערכת.
4. התלמידות יקשרו בין מידע בנושא קדחת צהובה לבין המושגים איברים ומערכות.
5. התלמידות יסבירו כיצד מחלה פוגעת ברמת התא, הרקמה, האיבר והאורגניזם
6. התלמידות ידגו מיומנויות מתחום החקר.
7. התלמידות יבטאו באופן מלא סידור של המדרג הביולוגי, מרמת התא ועד האורגניזם בעזרת מפת מושגים.

נושאי השיעור:

נושא	פעילות
1. הכרות עם איברים ורקמות.	משימת אוריינות ראה נספח 10
2. הערכה מסכמת	ראה נספח 11

מהלך השיעור:

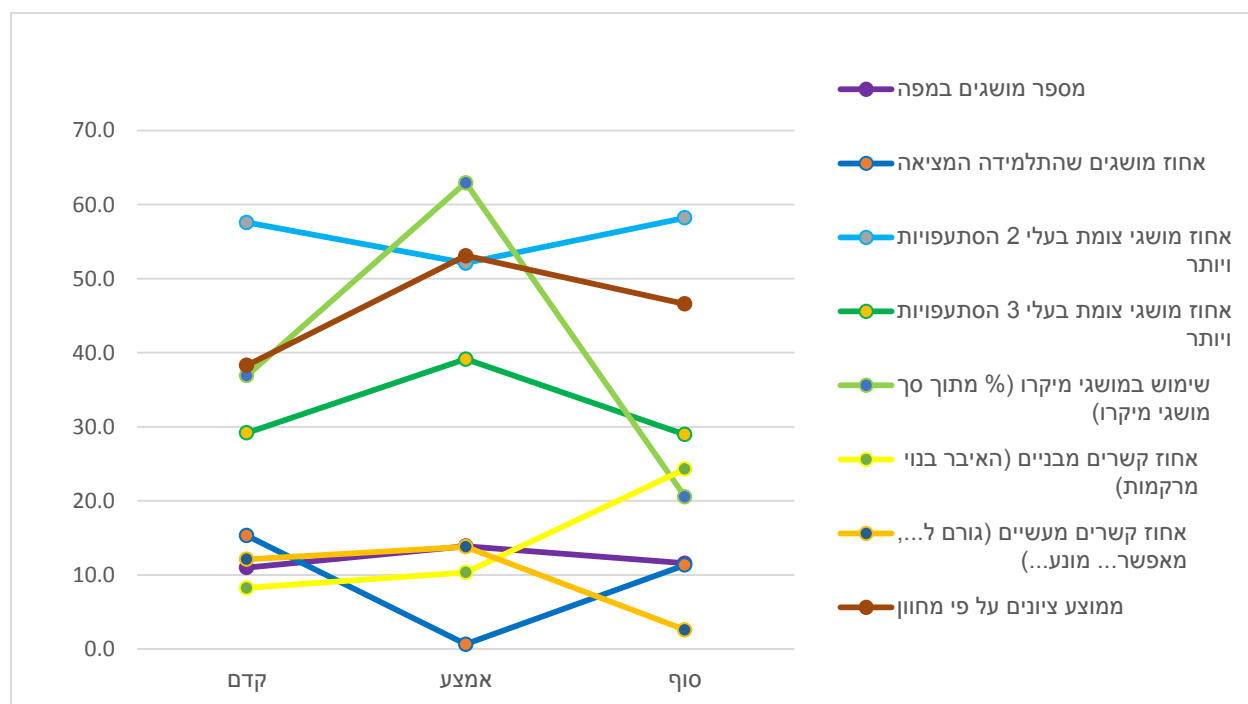
1. התלמידות יעבדו על מטלת "גילוי הגורם לקדחת הצהובה" (ראו נספח 10)
2. התלמידות יענו על שאלון הערכה מסכמת הכולל שאלות ידע ושרטוט מפת מושגים (ראה נספח 11)

בפועל בגלל חיסור של תלמידות ותלמידות שנדרש להן יותר זמן למילוי המטלה, אורך יחידת ההוראה הוארך לארבעה שיעורים. לא שיניתי את חלוקת השיעורים לארבעה בעבודה בגלל שלא היה שינוי מהותי בסדר, פשוט התווסף שיעור נוסף שמטרתו הייתה לאפשר השלמות למי שהזדקקה.

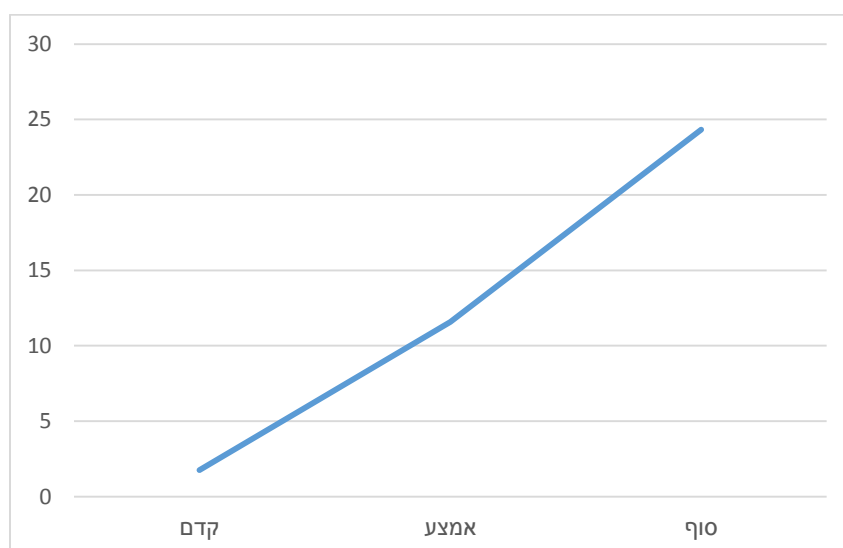
3. תוצאות

3.1 נתונים ממצועים של מפות מושגים בתחילת היחידה, במהלכה ובתומה.

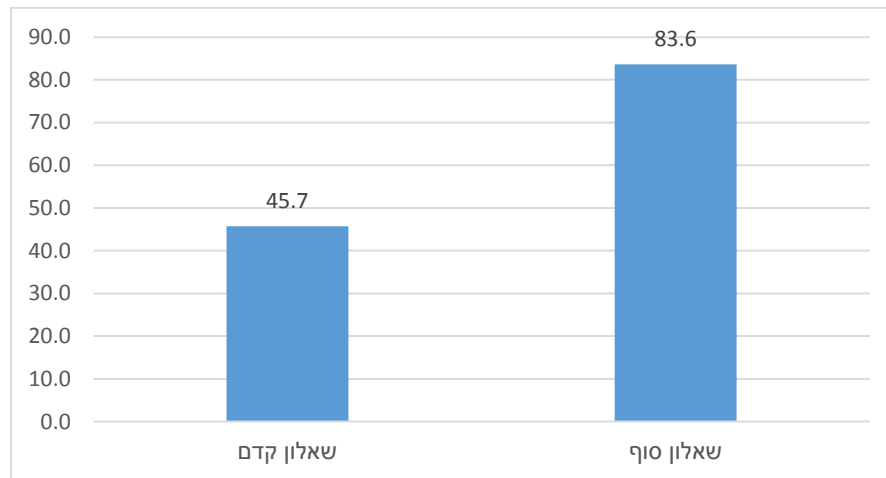
גרף מס' 1: נתונים ממצועים עבור מפות המושגים בשאלון הקדם, אמצע וסוף היחידה



גרף מס' 2: נתונים ממצועים עבור אחוז השימוש בקשרים מבניים במהלך היחידה



גרף מס' 3: ממוצעי שאלוני הקדם והסוף



גרף מס' 4: ניקוד ממוצע לשאלות הפתוחות



בכדי להדגים כיצד חולק הניקוד מוצגות להלן שלוש דוגמאות של תשובות של תלמידות והניקוד שניתן עליהן על פי המחווה. נבחרו תשובות שקיבלו ניקוד שווה למומצע הקבוצתי עבור השאלה.

שאלה: מה ניתן להסיק לגבי שמרים מהניסוי? נמקו את תשובתכם

תשובה: "שמרים הם יצורים חיים כי במים המורתחים הם מתו."

תשובה זו קיבלה 5 נקודות, מחצית ממלוא הנקודות מכיוון שיש מסקנה נכונה, אך אין התייחסות לגורמים שמהם אנו מסיקים שהשמרים מתו. לא ניתן לקבוע שגורם כל שהוא הוא יצור חי על פי המוות שלו, מה גם שהתלמידה לא התייחסה לגורם הנשימה כלל.

שאלה: האם כל הרקמות זהות זו לזו? אם לא, מדוע הן שונות לדעתך?

תשובה: "לא, מכיוון שלכל רקמה יש תפקיד אחר, כמו באיברים שונים: אחד למוח, אחד לכבד וכו'..."

תשובה זו קיבלה 7 נק' מתוך 10, מכיוון שתלמידה הכירה בכך שיש רקמות שונות מכיוון שהן בעלות תפקידים שונים, אולם משתמע מתשובתה שכל איבר מורכב מרקמה אחת בלבד ומכאן נובעים ההבדלים בין הרקמות השונות. כמו כן חסרה התייחסות לתאים מהם מורכבת כל רקמה ושקובעים את תפקידה, צורתה ותפקודה.

שאלה: אילו עוד הבדלים בין אמבה וכלב גיליתן כאשר מילאתן את הטבלה?

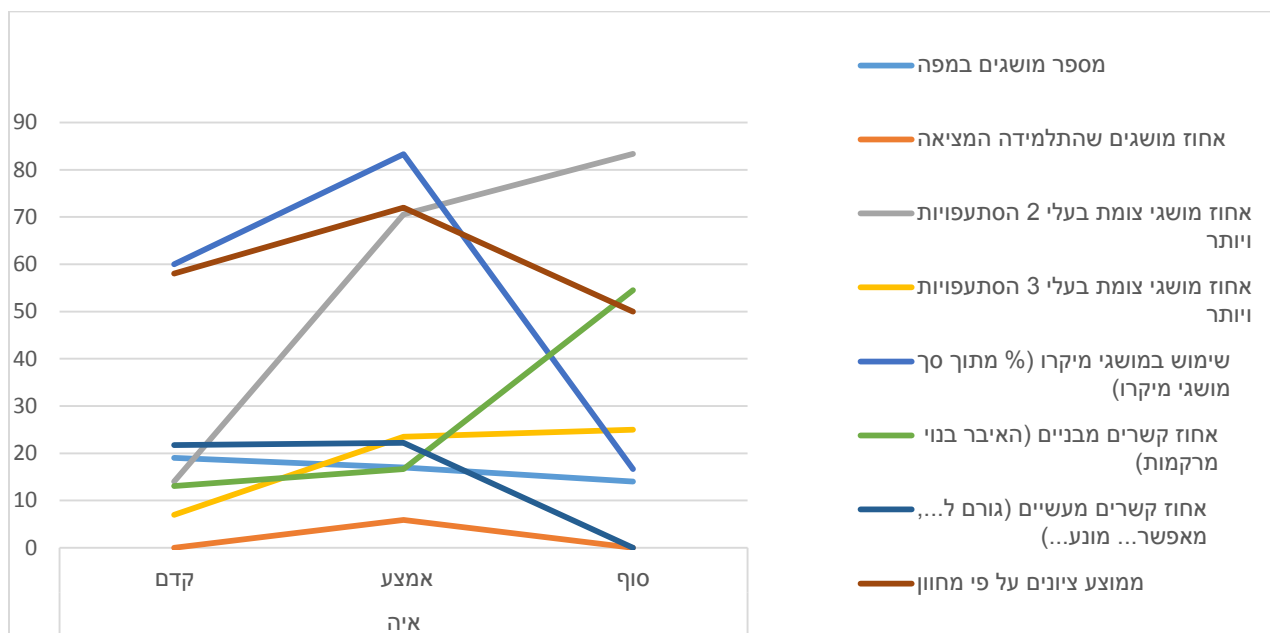
תשובה: "כלב הוא יצור רב תאי ואמבה היא יצור חד תאי."

תשובה זו קיבלה 2 נק' מתוך 10 (ממוצע 2.1) מכיוון שלמרות שהיא נכונה, אין בה התייחסות למרכיבים שממנו מורכב יצור רב תאי ולפונקציונאליות שלהם.

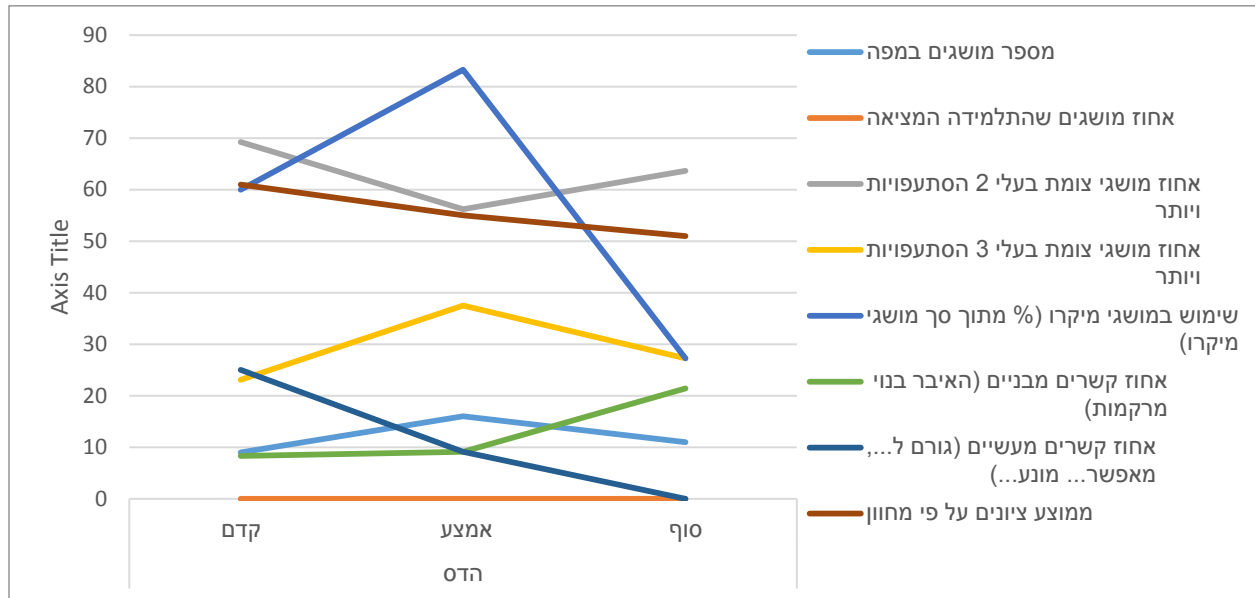
3.2 פירוט תוצאות של התלמידות איה, הדס ואילה

הגרפים (5-7) הבאים יציגו תוצאות גולמיות כפי שהפקתי אותם ממפות המושגים של שלוש תלמידות (כפי שפורט בפרק 2.4).

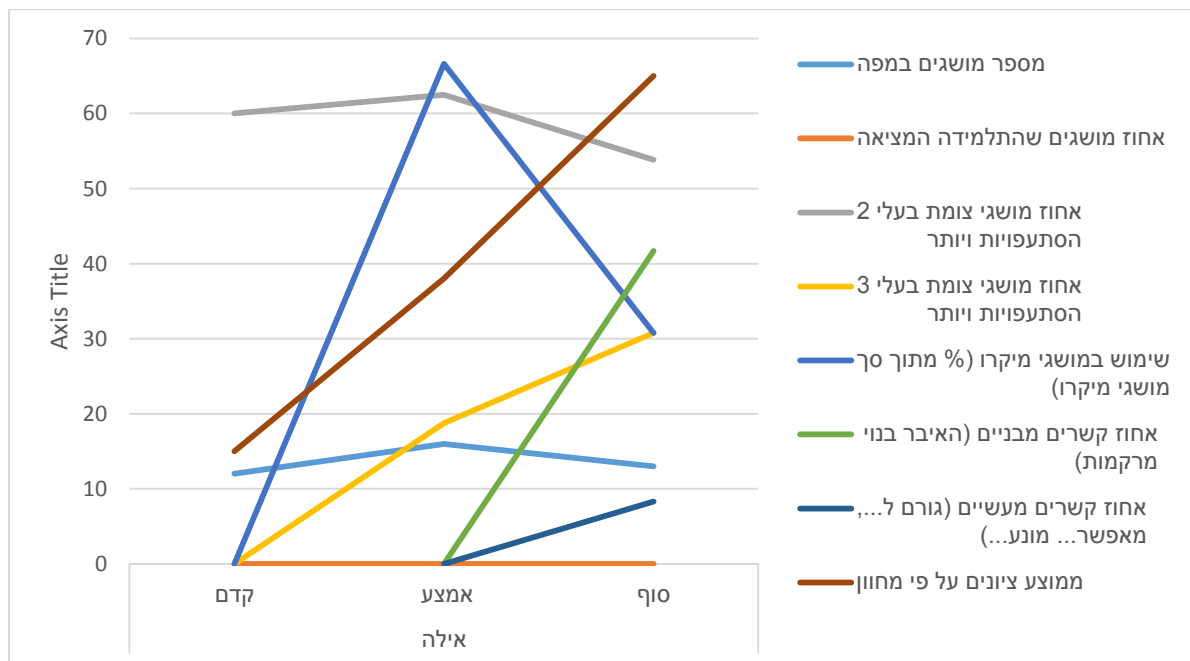
גרף מס' 5: איה



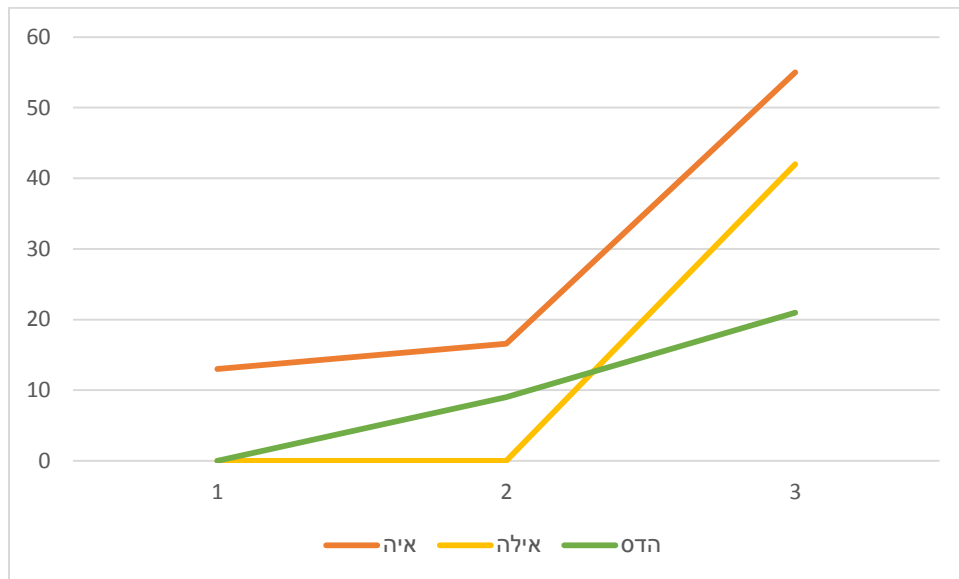
גרף מס' 6: הדס



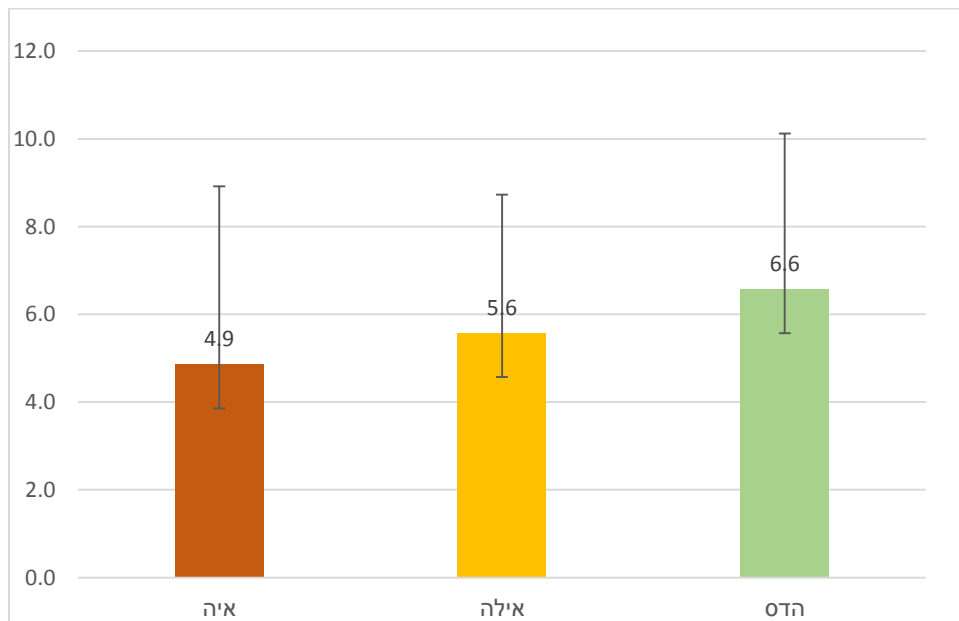
גרף מס' 7: אילה



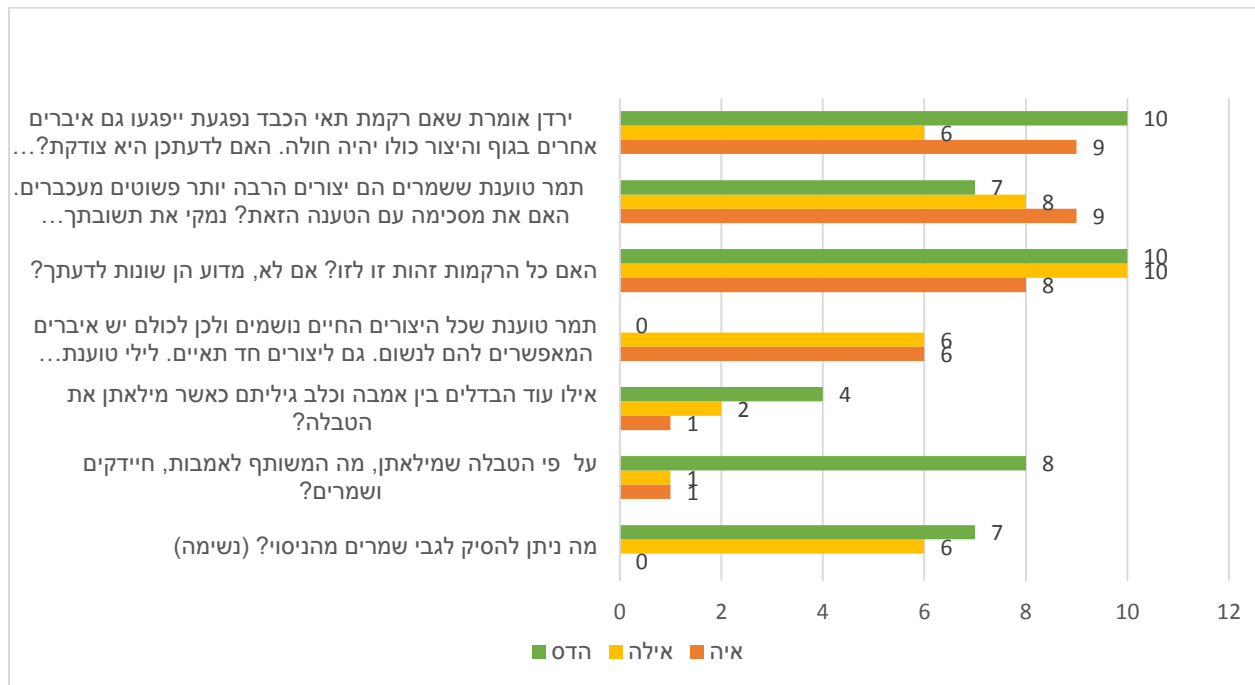
גרף מס' 8 – אחוזי הקשרים המבניים במפות המושגים של איה, הדס ואילה



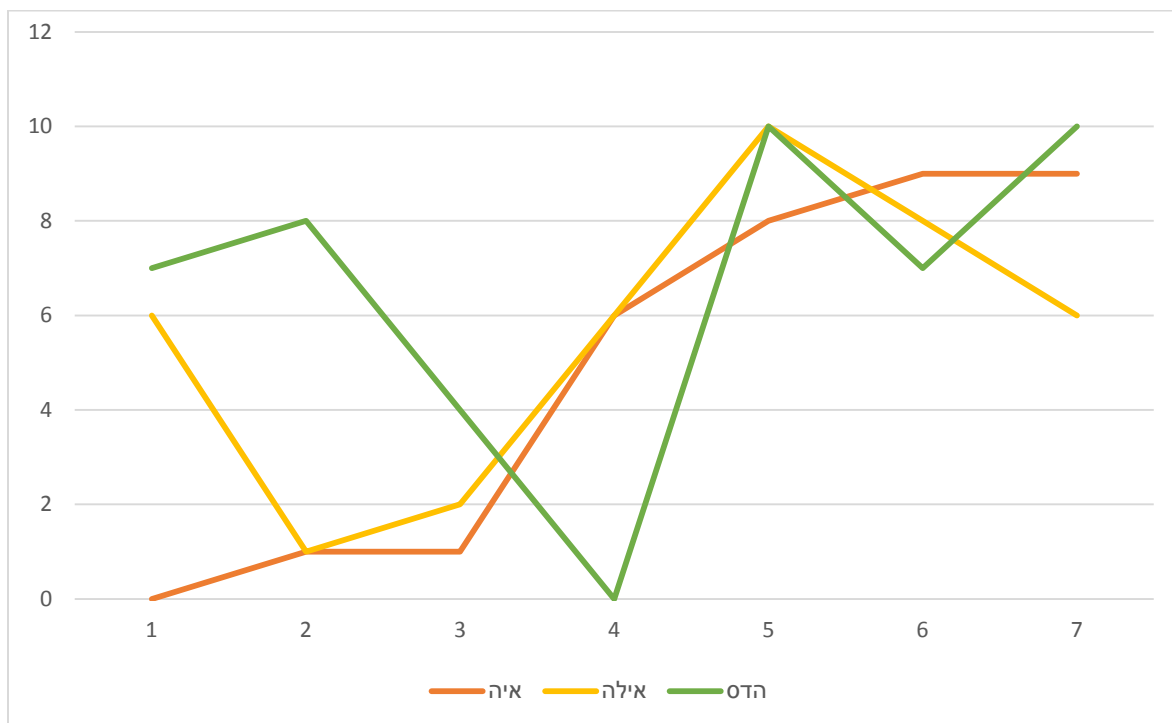
גרף מס' 9: ניקוד ממוצע של שלושת התלמידות בשאלות השונות



גרף מס' 10: ניקוד שלושת התלמידות בשאלות השונות



גרף מס' 11 – ניקוד התלמידות בשאלות השונות, תצוגה קוית



3.3 הסבר מילולי של התוצאות

תוצאות ממוצעות של כל תלמידות הקבוצה:

1. במפות המושגים ניכר כי בעוד ערכי הניקוד עבור הקריטריונים השונים ירדו במהלך יחידת ההוראה, אחוז הקשרים המבניים עלה באופן ממוצע (גרפים 1-2).
2. התוצאות הממוצעות של מפת המושגים במהלך היחידה (האמצעית על פי הסדר) היו הגבוהות ביותר ממוצע הציונים בין שאלון הקדם ושאלון הסוף (שאלות רב ברירה) עלה כמעט פי 2 (גרף מס' 3).
3. באופן ממוצע התלמידות התקשו בשאלות שדרשו רמות חשיבה בתחום ההשוואה ("מה משותף לאמבה, חיידקים ושמרים על פי הטבלה?"), "אילו עוד הבדלים קיימים בין כלב ואמבה?" והסקת מסקנות מהניסוי ("מה ניתן להסיק לגבי שמרים מהניסוי?"). ניתן לראות בגרף מס' 4.
4. התלמידות קיבלו ניקוד ממוצע גבוה על שאלות הדורשות התייחסות לטיעונים ואינטגרציה ועוסקות בקשרים בין מרכיבים שונים במדרג הביולוגי ("תמר טוענת ששמרים הם יצורים הרבה יותר פשוטים מעכברים. האם את מסכימה עם הטענה הזאת? נמקי את תשובתך", "ירדן אומרת שאם רקמת תאי הכבד נפגעת ייפגעו גם איברים אחרים בגוף והיצור כולו יהיה חולה. האם לדעתכן היא צודקת? נמקו את תשובתכם"). ניתן לראות זאת בגרף מס' 4.

תוצאות של שלושת התלמידות איה, אילה והדס:

1. במפות המושגים של שלושת התלמידות ניכרת עלייה משמעותית באחוז הקשרים המבניים (גרפים מס' 5-8).
2. בעוד הממוצע הכללי של מפות המושגים של איה והדס ירד, הממוצע הכללי של אילה עלה (גרף 7).
3. במפות המושגים של הדס חלה ירידה אחוז מושגי הצומת, אחוז מושגי המיקרו ואחוז המושגים המעשיים בין מפת המושגים הראשונה לאחרונה. (גרף 7).
4. במפות המושגים של איה חלה ירידה באחוז הקשרים המעשיים (גרף 6) בשאר הקריטריונים חלה עלייה.
5. במפת המושגים של איה הממוצע הכללי ירד, אולם חלה עלייה בהסתעפות המפות (אחוז מושגי צומת), ועלייה בשימוש במושגי מיקרו.
6. שלושת הבנות שילבו כ-0% מושגים שלא ניתנו להן בבנק המושגים.
7. הדס קיבלה תוצאות גבוהות יחסית בשאלות הסקת מסקנות, השוואה, טיעון ואינטגרציה.
8. אילה קיבלה תוצאות גבוהות יחסית בשאלות הטיעון.
9. איה קיבלה תוצאות גבוהות יחסית בשאלות הטיעון, טיעון ואינטגרציה והשוואה.

4. דיון

בכדי להפיק את המירב מהתוצאות בהתאם לשאלות החקר אענה על כל שאלה בנפרד. בנוסף אעלה לדיון נקודות שיש להתייחס אליהן, אך לא נכללות בשאלות החקר.

האם הלמידה העצמאית ביחידת הוראה זו מאפשרת לתלמידות הבנה מרמה גבוהה של נושא המדרג הביולוגי?

כן. העבודה עצמאית של התלמידות, הלמידה דרך מענה על שאלות וחשיבה מבוססת נתונים שהושגו בדרך עצמאית הוכיחה את עצמה כדרך יעילה להוראה של נושא זה. תוצאות מפות המושגים מדגימות כיצד תלמידות הגיעו בעצמן למדרג הביולוגי ללא שצפו בסכמת החיצים המקובלת וללא שנדרשו לציירה באופן מפורש. בתשובות לשאלות התלמידות קיבלו את הציונים הגבוהים בשאלות שדרשו מהן להדגים כיצד רמות שונות במדרג הביולוגי משפיעות זו על זו.

עם זאת יש לשים את הדעת על ההבדלים בין השאלות עצמן – התלמידות קיבלו נקודות נמוכות על שאלות שדרשו מהן להגיב על נושא כללי ולקלוע לבדן לנקודות המשמעותיות בו (למשל השאלה: "מה ניתן להסיק על שמרים מהניסוי?") ולעומת זאת קיבלו נקודות גבוהות על שאלות שדרשו מהן להתייחס לטיעונים מסוימים בגוף השאלה. יכול להיות שאם התלמידות היו נדרשות לענות על שאלה זו כאשר היא מנוסחת בדרך אחרת (למשל: מה עלול להתרחש כאשר יש פגיעה ברקמת הכבד?) הן היו מתקשות ולא מצליחות לגעת בכל מרכיבי התשובה הנכונה.

לכן, בעיני העובדה שהתלמידות הצליחו לייצר בעצמן את המדרג הביולוגי מתוך סט מושגים שניתנו להן היא התשובה העיקרית לכך שהתרחשה כאן הבנה ברמה גבוהה ולמעשה סינתזה של ידע חדש בקרב התלמידות.

האם למידת חקר כפי שהיא באה לידי ביטוי ביחידת הוראה זו היא מענה הולם לקושי של תלמידים בהבנת רעיון המדרג הביולוגי?

בכדי לענות על שאלה זו אנסה להגדיר מה היו הקשיים של התלמידות כפי שהם התבטאו בכיתה: חוסר מוטיבציה לעבוד, הרגשת עומס ולחץ מגודל המטלה וההיקף שלה ומעבר לחשיבה מבנית/פונקציונאלית לעומת מענה על שאלות אמריקאיות. שני הקשיים האחרונים נפתרו במהלך העבודה, בעיקר בכך שיכולתי לעבור בין התלמידות ולתווך להן את המטלה ואת החומר. התיווך התבטא בעיקר בחזרה על שאלות, שאילת שאלות מנחות, מיקוד המידע ומתן משוב בונה חיובי או שלילי. לעומת זאת מטלה זו השאירה את התלמידות שלא רוצות ללמוד חשופות וללא יכולות להעלם במהלך השיעור מכיוון שמכולן נדרשה עבודה. חשוב לי לציין שבתלמידות שלא רוצות ללמוד הכוונה היא לתלמידות שבחרו לא לעשות את העבודה, גם בזוגות, גם בהנחייה, גם עם אוזניות וממש התנגדו כך. אין לי קו מאפיין לקבוצה הזאת, מלבד זה שהבעיה אינה נובעת משיעורי המדעים אלא ממשוהו אחר שלי אין יכולת לפתור. הצעתי להן להשתתף, הפצתי בהן וגם הזכרתי שלעבודה יש ציון סופי. אלו שעדיין בחרו לא לעבוד לא עבדו, אלה שכן החליטו להצטרף (הרוב מתוך קבוצה של 8 בנות) עבדו והפיקו תוצרים שהראו על למידה.

כל מה שתיארתי עד כה עונה למעשה על השאלה - בהינתן תלמיד שרוצה ללמוד, למידת חקר מונחית הדורשת מהתלמיד לחפש מידע אך מספק פיגומים לרוב נותנת מענה לתלמידים ללמוד ומאפשרת התמודדויות עם הקשיים של התלמידים.

האם התלמידות יציגו הבנה של המדרג הביולוגי בתוצרים שלהם?

כן. התלמידות הפיקו תוצרים המגלמים את המדרג הביולוגי. לרוב לא את כולו, או לא באופן רצוף אבל ניכר שהתלמידות יכולות הפיק סכמת חיצים אם יידרש מהן הדבר.

האם השימוש במפת מושגים ככלי הערכה יקל על התלמידות בהבעת הידע שלהן?

האם השימוש במפות מושגים הוא כלי הערכה המשקף רמות הבנה גבוהות של התלמידות בנושא הנלמד?

לא בכל מקרה. ניתן לראות אצל הדס שתוצאות מפת המושגים שלה דווקא ירדו במהלך יחידת ההוראה. כמובן שאין להסיק מכך שהיא איבדה חומר, או שהבנתה ירדה ככל שהיא התקדמה ביחידות ההוראה, אלא שפשוט כלי זה לא היה הכלי המיטבי עבורה בשביל לבטא את הידע שלה. מפת המושגים הסופית שלה הייתה פחות מסועפת וכללה פחות מושגים אולם היא עדיין ביטאה הבנה של המדרג הביולוגי וביטאה קשרים מבניים.

לעומת זאת אילה כן הביעה את ההבנה שלה במפות מושגים יותר מסועפות ועשירות ואילו הניקוד הסופי על תשובותיה לשאלות היה נמוך מזה של הדס בנקודה. וגם מפות המושגים של איה, שאמנם הציון הכללי שלהן ירד, אבל הראו עלייה במידת הסיעוף וכמות המושגים שהן הכילו.

על פי הדרך בה תיארת את התלמידות בפרק 3.4 של עבודה זו עלול להיווצר הרושם שמפת מושגים היא כלי עבור תלמידות שיותר חשוב להן ללמוד מאשר להגיע לציונים הגבוהים, אולם בעיני הדבר הוא לא כך. הדס היא תלמידה שזקוקה לסוג שונה של פיגומים ומתקשה יותר כאשר היא לא מקבלת הנחיה צמודה. שאלות הן כלי ממקד עבורה והיא מבינה בדיוק על מה עליה לענות ולמה עליה התייחס. כלי כמו מפת מושגים אינו ברור לה כי אין לו תשובה אחת נכונה ולמעשה אין לו גבול. אני לא חושבת שזה מעיד כל חולשה (או לפחות א נכון בעיני לכנות תכונה זו כחולשה) אלא מעיד בעיקר על הדיפרנציאליות שעלינו להגיש לתלמידים שלנו בכדי שיביעו את היעד וההבנה שלהם בדרך הנכונה ביותר. אין כוונה להוריד את הסטנדרטים ולתת משימות קלות כדי להעלות ציונים, אלא לשלב עוד סוגים של שאלות, עוד אתגרים, עוד דרכים לייצוג מידע בכדי שכל תלמיד ירגיש שיש לו שפה להביע את עצמו.

האם עבודת חקר מגבירה את העניין וההנאה מהלמידה?

לא הצגתי תוצאות עבור שאלה זו ולכן ההתייחסות שלי אליה יכולה להיות חלקית בלבד. להרגשתי התלמידות שברון שיתפו פעולה, עבדו בשמחה, דרשו את תשומת ליבי כשהרגישו שהן פותרות שאלה בצורה נכונה והאוירה בכיתה הייתה מעשירה, שמחה ועסוקה.

5. סיכום ורפלקציה

5.1 תיאור הראציונאל האיש

כאשר לימדתי במקביל כיתות ז'-יא' נוכחתי לראות כי סוגיית רמות הארגון הביולוגיות נלמדת ביעף בכיתה ז' אך מהווה עדיין מכשול בכיתות הגבוהות יותר. נתקלתי כמה וכמה פעמים בשאלות כמו: "היכן התאים נמצאים?", "האם התאים מקיפים את האיבר, או ממלאים אותו?" וכדומה. לדעתי, עדיף להתמקד בנושא זה ולבסס בו הבנה מעמיקה מאשר להמשיך הלאה לאחר לימוד שטחי על פי הדירוג ההיררכי הקבוע, אולם כמורה חדשה במערכת לא ידעתי כיצד לעשות זאת.

כאשר התחלתי לתכנן את יחידת הוראה שאלתי את עצמי קודם איך הייתי רוצה שהכיתה שלי תראה, איך הייתי רוצה שהתלמידות שלי יראו בשיעור. התשובה לכך ברורה לי: אני רוצה כיתה בה התלמידות מנסחות שאלות, מתנסות בעבודת מעבדה, מייצרות תופעות ועוקבות אחריהן ולבסוף מחברות אותן למושגים המדעיים. בכיתה כזו לא ניתן ללמד את נושא רמות הארגון הביולוגי דרך הצבת סכמת החיצים הקבועה – ללימוד שכזה אין משמעות שם, הוא אינו מותיר חותם על התלמידות.

עבודת תכנון יחידת ההוראה לא התבצעה כמטלה אקדמאית, אלא יותר כהשראה יצירתית ומכאן כנראה שנובעים הרבה מהפגמים במחקר. הרגשתי מוצפת משלל הידע הרב שהציף אותי ודוגמאות למחקרים שעליהם קראתי וניסיתי להפיק יחידה שמותאמת לתלמידות שלי ובעיקר מבוססת על החזקות שלי ושל התלמידות: בעיני תפקיד המורה בחטיבת הביניים הוא קשה לאין שיעור מתפקיד המורה בתיכון מכיוון שבחטיבה המוטיבציה נמוכה בהרבה (לפחות מהניסיון שלי) ובעיני החוזק שלי כמורה הוא לגייס תלמידות ברמה האישית ללמידה ולא דווקא דרך עמידה מול הכיתה, לכן רציתי ליצור יחידת הוראה שמאפשרת לי להקדיש תשומת לב לכל תלמידה, מאפשרת לתלמידות ללמוד ולעבוד בנחת, ביחד (ולעיתים ברעש), וגם מאפשרת דרכים שונות להבעת הבנה. כשמיקדתי את העקרונות האלו היה לי קל יותר לבנות את הבסיס לעבודה: הערכה על ידי מפות מושגים ושאלות חשיבה מרמה גבוהה בכדי לאפשר לתלמידות ללמוד בצורה קונסטרוקטיביסטית ולא להיות מוגבלות על ידי תשובה אחת, או דרך אחת להביע הבנה. בכדי להשתמש בכלים אלו בצורה הנכונה השתמשתי במגוון מקורות כפי שהם – מפורטים בחלק המבוא והסקירה הספרותית, אבל עלי להודות שהניסיון (המועט) שלי היה מקור הנחיה משמעותי עבורי, שכן רציתי לעצב יחידת הוראה שתהיה נוחה לי.

5.2 השלכות לעתיד

ניתן לומר שהבעיה שיצאתי לפתור בתחילת הדרך בתכנון יחידת ההוראה שהוצגה כאן נפתרה אולם להרגשתי נוספו עליה עוד הרבה בעיות. המשמעות היא שאם תיכננתי לענות על צורך בפתרון מעמיק יותר להוראת המדרג הביולוגי אז התשובה היא שכן. על פי החוויה שלי והתוצאות יחידת ההוראה שפיתחתי היא כלי יעיל, גם אם מסורבל במידה להוראה להבנה של נושא המדרג הביולוגי. אולם יחידות הוראה כאלו לא יכולות להתקיים בחלל, הן צריכות להיות חלק רצוף מהלמידה כך שהתלמידים לא יופתעו כאשר הם ניצבים מול מפות מושגים או כלפי עבודה עצמית בה הם גם

מקנים לעצמם את החומר הלימוד וגם מוערכים על עבודתם. אנסה לפרוט את השאלות שעולות מהעבודה שמתוארת כאן בצורה יותר מפורטת:

- א. כיצד ניתן לשלב מפות מושגים בצורה יותר יעילה בהוראה? שימוש ככלי הערכה או סיכום של החומר.
- ב. מהו המינון והשילוב הנכון של דרכי הערכה חלופיות (כמו מפות מושגים) בהוראה באופן רגיל?
- ג. כיצד ניתן לגייס את כל התלמידים בכיתה לעבודה, גם כאשר יש צורך בשיעור פרונטלי?
- ד. כיצד ניתן לשלב את נושא המדרג הביולוגי בנושאי הלימוד הבאים על כדי לקשור אליו את הנושאים החדשים?
- ה. כיצד ניתן ליצור יחידות עבודה עצמית שאינן מצריכות עבודה כה רבה מצד המורה?

5.3 דברים שלמדתי על עצמי כמורה

המחקר שעשיתי החזיר אותי לכך ששוב, מבחינת גישת ההוראה, התיאוריה שמובילה אותי היא ללא ספק התיאוריה הקונסטרוקטיביסטית. מכיוון שיש הרבה גישות בתוך זרם האם הקונסטרוקטיביסטי אחדד ואומר שכל דרך הוראה בה התלמיד בונה בעצמו את הידע בהכוונת המורה היא נכונה בעיני ואיני יכולה לצמצם זאת לגישה אחת, כלי הערכה אחד או שיטה אחת. במילים אחרות, אחד הדברים שלמדתי על הוראה במהלך העבודה הזאת הוא שאין דרך אחת ללמוד ואין דרך נכונה אחת להביע ידע. עלי כמורה לספק מגוון של דרכים בכדי שהתלמידים שלי יוכלו ללמוד בשפה ששהם מבינים.

אם זאת, עלי להגיד שהופתעתי במהלך המחקר הזה מכמה משמעותי היה עבורי דווקא השלבים התכנוניים שהצליחו להגדיר עבורי את מהלך העבודה ולכוון אותי כשלא הייתי בטוחה. כך למשל, הגדרת הרציונל וניסוח המטרות היו עבורי מאוד משמעותיים, כמו גם כתיבת המחווה ועבודה לפיו והניתוח הסטטיסטי של התוצאות. כאשר עבדתי בצורה מסודרת על פי כל אלו הרגשתי שדברים נופלים למקומם מראש ומסתדרים בצורה הנכונה ביותר עבורי. ההשפעה של עבודה כזאת הגיעה בתחילת שנת הלימודים הנוכחית כאשר היה לי נורא קל להבין מהו הרעיון הגדול שאני רוצה ללמד את התלמידים שלי ומהן המטרות שברצוני להשיג.

העבודה הסטטיסטית גם אם מייגעת הוכיחה את עצמה כי כך יגולתי לראות דברים שלא ראיתי בדרך אחרת. כאשר ניתחתי את הנתונים וספרתי קשרים הצלחתי באמת לראות את השינוי בהבנה שחל בקרב התלמידות.

החזון שלי לעתיד כפי שהוא נובע מעבודה זו הוא:

- תמיד לחשוב קדימה ולדמיין איך אני רוצה שהכיתה תהיה.
- לפרוט למטרות אופרטיביות שישרתו אותי בהמשך את מה שאני רואה.
- להעזר במטרות האלו ולדבוק בהן כשעולה דילמה הוראתית (תלמידים אומרים שקשה, לא רוצים לנסות, הרבה עבודה עבורי וכו').
- להעריך את התלמידים על פי קריטריונים קבועים מראש. לחלוק עם התלמידים את הקריטריונים האלה.
- לגוון את דרכי הלמידה וההוראה ולהציע לתלמידים דרכים שונות ללמוד.

- לסמוך עליהם בלמידה שלהם ולהעביר את אחריות הלמידה אליהם.

זו רשימת כלים בסיסית, אולם היא נקנית בעבודה קשה ואני יכולה להעיד על עצמי שהמסר של הלמידה הקונסטרוקטיביסטית התחדד והתעצם אצלי בצורה הדרגתית, מהתנסויות בהוראה, ששיאן היה במחקר שמתואר כאן.

- Bloom, B., Englehart, M. Furst, E., Hill, W., & Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. New York, Toronto: Longmans, Green.
- C. A. CHINN, B. A. MALHOTRA. (2002). Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *Science Education*, 175 - 217.
- D. C. Edelson, D. N. Gordin and R. D. Pea. (1999). Addressing the challenges of inquiry based learning through technology and curriculum design . *The Journal of learning sciences*, 8(3&4), 391-450.
- D. D. Minner, A. J. Levy and J. Century. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? *Journal of Research in Science Teaching* , 47(4):474-496.
- D. Sellmann and A. Lieflander. (2015). Concept maps in the classroom: a new approach to reveal students' conceptual change. *The Journal of Education Research*, 108:250-257.
- G. Marbach-Ad and R. Stavy. (2000). Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *Journal of Biological Education*, 34(4):200-205.

- Kinchin, I. (2013). Concept mapping and the fundamental problem of moving between knowledge structures. *Journal for Educators, teachers and trainers*, 4(1)96-106.
- L. Raved and A. Yarden. (2014). Developing seventh grade students' systems thinking skills in the context of the human circulatory system. *Frontiers in Public Health*, 1-11.
- NRC. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: The National Academies Press.
- P. A. Kirschner, J. Sweller and R. E. Clark. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not work: An Analysis of the Failure of Constructivist,. *Educational Psychologist*, 41(2): 75–86.
- Ruiz-Primo, A. M. (2004). Examining concept maps as an assessment tool. *Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- Vijapurkar, J., Kawalkar, A., & Nambiar, P.,. (2014). What do cells really look like? an An Inquiry into Students' Difficulties in Visualising a 3-D Biological Cell and Lessons for Pedagogy. *Research in Science Education*, (44):307-333.
- ב. אילון, ע. ירדן וז. שרץ. (2013). *חוקרים מערכות חיים א'*. Rehovot, Israel: Weizmann Institute of Science
- י. קשתן, נ. קינן, ש. טיומני ור. מינץ. (2011). מדעי החיים לכיתה ז'. תל אביב: מט"ח - המרכז לטכנולוגיה חינוכית.
- ל. קורמן ראב"ד, ר. כהן וע. ירדן. (2010). ערכת הוראה, למידה והערכה (ה.ל.ה.) בנושא'תא מבנה ותפקוד'. משרד החינוך.
- משרד החינוך, ה' ל'. (2014). *תכנית הלימודים במדעי החיים לכיתה ז': טיוטא*. משרד החינוך.

אסטרטגיות. (2009). צ. יועז, נ. אבולפיה, ע. בן דוד, ש. ברזלי, ר. גרבר, ג. עורבי, ד. פרידמן, ג'. קוהאן-מס ירושלים: חשיבה מסדר גבוה - מסמך מנחה למתכנני תכניות לימודים ארציות ומקומיות ולמפתחי חומרי למידה משרד החינוך, המזכירות הפדגוגית, האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים.

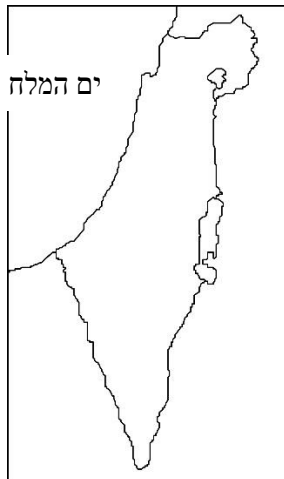
ר. כהן וע. ירדן. (2009). תפיסות של תלמידי חט"ב בנושא התא החי - מעל עשור שנים לפרסום תכנית הלימודים החדשה. קריאת ביניים, 14:14-29.

7. נספחים

7.1 נספח מס' 1: דף עבודה בנושא ים המלח לחזרה על מיומנות כתיבת מפת מושגים



האמנם ים המוות?



ים המלח הוא המקום היבשתי הנמוך ביותר על פני כדור הארץ, ואחד מגופי המים המלוחים ביותר בעולם. **מי ים המלח** מלוחים פי עשרה מימי הימים והאוקיינוסים. כך למשל, **מליחות** ים המלח היא 34% בעוד מליחות הים התיכון היא 3.5% בלבד. **הטמפרטורות הגבוהות** סביב ים המלח וה**מליחות הגבוהה של הקרקע** ושל המים הופכות אותו לסביבת חיים קיצונית.

מאז ומתמיד נחשב ים המלח לסביבת חיים קיצונית **ליצורים חיים**. שפות שונות ים המלח מכונה "ים המוות", והשם משקף את הדעה הרווחת שאגם זה אינו מאפשר קיום חיים. גם היום רבים ממדריכי הטיולים מציינים בפני התיירים המבקרים באיזור כי באגם אין יצורים חיים כלל.

בשנות השלושים של המאה העשרים גילה החוקר בנימין אלעזרי וולקני כי למרות סביבת החיים הקיצונית, בים המלח חיים **יצורים זעירים** שאי אפשר להבחיןם ללא שימוש באמצעי הגדלה כגון **מיקרוסקופ**. על היצורים הזעירים החיים בים המלח נמנים **אצות זעירות וחיידקים** וכולם **עמידים למלח**. מספרם של יצורים אלו עשוי להיות גדול מאוד כתוצאה מהעדר של **בעלי חיים** גדולים יותר הניזונים מהם.

בשנת 2011 חוקרים ישראלים וחוקרים גרמנים צללו לקרקעית ים המלח וחשפו קבוצות נוספות של יצורים זעירים שחלקם כלל אינם מוכרים למדע. גילוי זה מחזק את הטענה כי אפשר למצוא יצורים חיים בכל מקום על פני כדור הארץ.



עליכן ליצור מפת מושגים על פי הקטע שקראתן על ים המלח.

הוסיפו עוד מושגים מהטקסט למפת המושגים שלכן וקשרו בינם לבין המושגים שכבר קיימים במפה. נסו להשתמש בכמה שיותר מושגים.

7.2 נספח מס' 2: דף עבודה שלא חולק לתלמידות בנושא רקמות

תצפית בתאים בעזרת מיקרוסקופ אור

בעבודה זו תצפו ותציירו תאים ממקורות שונים: תאים מעלי הבצל, תאי צמח היהודי הנודד, תאים של רקמת בע"ח ותאי דם אדומים.

התבוננו בדגימות שקיבלתן ושהכנתן מבעד למיקרוסקופ.

עבור כל דגימה ציירו שני ציורים: כיצד נראה הדבר בעין רגילה וכיצד נראה הדבר מבעד למיקרוסקופ.

עבור כל ציור של דגימה במיקרוסקופ ציינו באיזה הגדלה מדובר.

1. התבוננו בציורים שציירתן. האם יש רווחים גדולים בין התאים?

2. האם יש סוג תאים יוצא דופן מבין יתר התאים שבחנתן מבחינת הצפיפות בין התאים?

3. קראו את הקטע הבא וענו על השאלות

רקמות תאים

רקמת תאים היא קבוצת תאים בעלי מבנה דומה ותפקוד משותף. דוגמה לרקמה היא למשל השכבה החיצונית של גלד הבצל העוטפת אותו מכל צדדיו. רקמה זו נקראת אפידרמיס (אפי - עליון, דרמיס - עור) רקמת האפידרמיס היא רקמת חיפוי המשמשת להגנה על שכבות התאים שמתחתיה. רקמת אפידרמיס קיימת גם בחלקים אחרים של הצמח - כמו העלה והשורש, גם בגופם של בעלי חיים ניתן למצוא אפידרמיס.

א. האם בתצפיות שביצעתן עכשיו ראיתן עוד רקמות?

ב. מה מאפיין בתאים המסודרים ברקמה?

ג. אילו עוד סוגים של רקמות קיימים? חפשו ברשת והביאו דוגמה לעוד רקמה אחת והסבירו מה תפקידה.

7.3 נספח מס' 3: דף עבודה בנושא רקמות כפי שהתלמידות ביצעו

רקמות תאים

רקמת תאים היא קבוצת תאים בעלי מבנה דומה ותפקוד משותף. קיימים סוגים שונים של רקמות. בגוף האדם בלבד קיימים כ-260 סוגים שונים של רקמות.

בתמונה בצד ימין ניתן לראות דוגמה לרקמת תאי מזופיל בעלה. תפקידם של תאים אלו הוא לבצע פוטוסינתזה (תהליך בו הצמח מייצר לעצמו מזון מאור השמש ומפחמן דו חמצני). הפוטוסינתזה מתרחשת בעזרת חלקיקים קטנים מאוד (מולקולות) של חומר ירוק הנקרא כלורופיל. כל תא של רקמת המזופיל מכיל אלפי מולקולות של כלורופיל ומכאן צבעו הירוק של העלה.

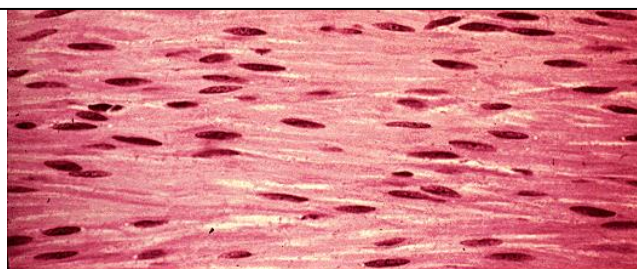
כל איבר מורכב מרקמה אחת או יותר המסודרות זו על גבי זו. כך למשל על רקמת המזופיל נמצאת רקמת אפידרמיס. רקמה דקה ושקופה שתפקידה להגן על רקמת המזופיל.



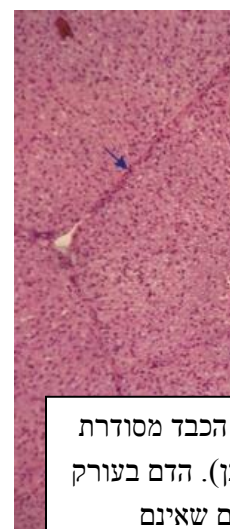
לפניכן תמונות של רקמות נוספות. הביטו בהן וענו על השאלות.



רקמת תאי שריר. תנועת השרירים מתרחשת על ידי התכווצות, הרפייה והתארכות של רקמה כזו העטופה בסוג אחר של רקמת סחוס. מקבץ של מספר רקמות תאי שריר עטופות בתאי סחוס במבנה גלילי יוצר את השריר את



רקמת תאי עצב ממוח של עכבר. תפקיד תאי העצב הוא להעביר מידע באמצעות אותות חשמליים לאיזורים שונים בגוף.



הכבד מסודרת (נ). הדם בעורק ש שאינם ברקמה והדם

1. סמנו נכון/לא נכון:

- א. בשמרים ניתן למצוא רק רקמת תאי שריר נכון/לא נכון
- ב. התאים ברקמה מסוימת יהיו שונים זה מזה. נכון/לא נכון
- ג. ביצור רב תאי, כמו עכבר למשל נצפה למצוא מספר רב של רקמות. נכון/לא נכון
- ד. לכל תא ברקמה מסוימת יש תפקיד שונה. נכון/לא נכון
- ה. ברוב הרקמות המוצגות בתמונות, התאים צמודים זה לזה. נכון/לא נכון

- ו. אין יצור חי שאין לו רקמות. נכון/לא נכון
 - ז. לרקמת המזופיל תפקיד בהגנה על תוכן העלה. נכון/לא נכון
 - ח. הפוטוסינתזה מתרחשת על ידי התאים המרכיבים את רקמת המזופיל. נכון/לא נכון
 - ט. תאים מרקמת שריר ומרקמת מוח זהים לזה. נכון/לא נכון
 - י. כל התאים ברקמה מסוימת זהים זה לזה. נכון/לא נכון
2. האם כל הרקמות זהות זו לזו? אם לא, מדוע הן לדעתך הן שונות זו מזו?
 3. תמר טוענת ששמרים הם יצורים הרבה יותר פשוטים מעכברים. האם את מסכימה עם הטענה הזאת? נמקי את תשובתך והתבססי על מה שלמדת בשיעורים האחרונים.
 4. ירדן אומרת שאם רקמת תאי הכבד נפגעת ייפגעו גם איברים אחרים בגוף והיצור כולו יהיה חולה. האם לדעתך היא צודקת? נמקו את תשובתכם.

7.4 נספח מס' 4: הערכת ידע קודם

מה מרכיב יצורים חיים?

תלמידות יקרות, דף עבודה זה נועד רק כדי שנוכל ללמוד על עצמנו עד כמה תכנית הלימודים שלנו יעילה. אין צורך להלחץ, זה בסדר גמור אם אתן לא יודעות את התשובות הנכונות.

נסו לענות לפי מה שנראה לכן הגיוני, ואל תחששו שאתן עושות משהו לא בסדר!

חלק א' – ענו על השאלות הבאות

1. סמנו את המשפט הנכון מבין המשפטים הבאים:

- א. רוב הצמחים בנויים מתאים
- ב. רק בעלי חיים בנויים מתאים
- ג. רק חיידקים בנויים מתאים
- ד. כל היצורים החיים בנויים מתאים

2. סמנו את המשפט בו המרכיבים מסודרים על פי הגודל:

- א. תא, מערכת, איבר, גוף (יצור חי)
- ב. תא, איבר, מערכת, גוף (יצור חי)
- ג. מערכת, תא, איבר, גוף (יצור חי)
- ד. מערכת, איבר, תא, גוף (יצור חי)

3. רקמה בגוף חי היא:

- א. קבוצת תאים בעלי תפקיד משותף ומבנה דומה
- ב. תפירה של חתך בעור שנועדה לזרוז ריפוי פצע
- ג. כל קבוצת תאים המחוברים ביניהם
- ד. אוסף תאים מסוגים שונים ומצויים באותו איבר

4. מהי מערכת ביצורים חיים?

- א. קבוצה של איברים קרובים זה לזה.
- ב. איבר המורכב משני חלקים (למשל ריאות).
- ג. מספר יצורים דומים זה לזה (למשל כלבים, זאבים ושועלים).
- ד. מספר איברים בעלי תפקיד משותף.

5. האם חיידק הוא יצור חי?

- א. כן. הוא מקיים את כל מאפייני החיים.
- ב. כן. יש לו מערכת נשימה זעירה המתאימה למימדיו.
- ג. לא. מכיוון שהוא אינו מקיים את כל מאפייני החיים.
- ד. לא. מכיוון שאין לו מערכת נשימה.

חלק ב' – מפת מושגים

בחלק זה עליכן לשרטט מפת מושגים כפי שלמדתן. לרשותכן עשרים מושגים בנושא יצורים חיים וממה הם מורכבים.

המושגים: חיידקים, מערכת העיכול, איבר, מערכת הובלה, קיבה, עלים, פרה, רקמת שריר, ריאות, יצור חד תאי, יצור חי, בן אדם, תאי דם, שורשים, רקמת עור, כנפיים, תאי עצב, תאים, פטריות, מערכת הנשימה, נשימה.

אתן יכולות להשתמש בכולם או בחלקם.

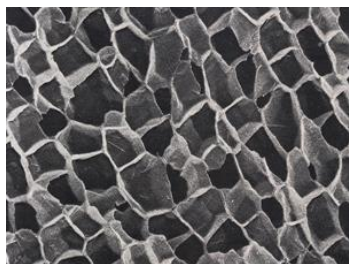
7.5 נספח 5: דף עבודה בנושא מיקרוסקופ

מיקרוסקופ האור



רוברט הוק, 1635-1703

באמצע המאה השבע עשרה פיתח המדען האנגלי רוברט הוק מיקרוסקופה הבנוי משתי עדשות בתוך צינור. הוק התבונן מבעד למיקרוסקופ שבנה בפיסת שעם* שאותה פרס לפרוסות דקות מאוד. הוק היה הראשון שדיווח שהשעם נקבובי ובנוי מיחידות מבנה בסיסיות אשר חוזרות על עצמן באחידות רבה. במועד מאוחר יותר התבונן הוק בעזרת המיקרוסקופ שפיתח גם בעלים של צמחים ובחרקים. הוק הוא זה שהגדיר את המונח תא. הוא השתמש במונח זה לתיאור יחידות השעם והיחידות מהם בנויים עלי הצמחים.



מימין: פקק שעם כמו זה שממנו פרס הוק פרוסות לצפייה במיקרוסקופ. משמאל: תאי שעם כפי שהם נראים בהגדלה פי 200.

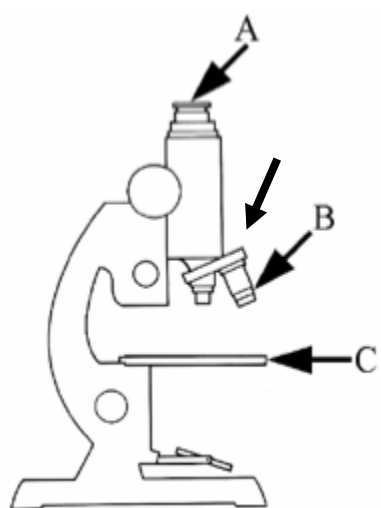
מבנה המיקרוסקופ

מיקרוסקופ האור בנוי משתי מערכות של עדשות מגדילות: **עדשת העין ועדשת העצם**. עדשת העין היא קבועה ואת עדשת העצם ניתן להחליף בסיבוב **תוף העדשות**. את הדוגמאות פורסים לפרוסות דקות מאוד, כך שהאור יוכל לעבור דרכן ומניחים על זכוכית שקופה. מקור האור מאיר על הדוגמה המונחת על **גבי שולחן** המיקרוסקופ מבעד לפתח מיוחד. כדי לראות תמונה ברורה יש לשנות את המרחק בין העדשות לבין הדוגמה המונחת על שולחן המיקרוסקופ בעזרת בורג **הכיוונון הגס** ובורג **הכיוונון העדין**.

כיצד נדע פי כמה הוגדלה הדוגמה? עדשת העין מגדילה לרוב פי 10, ועדשות העצם מגדילות עד פי 100. כושר הגדלה של כל עדשה רשום עליה וכך אפשר לחשב את כושר ההגדלה של המיקרוסקופ. כך למשל אם עדשת העצם מגדילה פי 10 ועדשת העין מגדילה שוב פי 10, הדוגמה נראית פי 100 מגודלה המקורי.

שאלות:

1. מה ראה רוברט הוק במיקרוסקופ וכיצד הוא כינה יחידות אלו?
- 2.
3. האם לדעתכן ההמצאה של הוק תרמה הרבה לאדם?
4. השתמשו בניידים שלכם וחפשו מידע על שעם. מהו שעם והאם זהו יצור חי?
5. לפניכן שרטוט של מיקרוסקופ. על פי מה שקראתן, נסו להתאים בין שמות החלקים השונים שלו לקווים המסומנים:



חלקי המיקרוסקופ: עדשת העין, תוף העדשות, עדשות העצם, שולחן המיקרוסקופ

6. הסתכלו במיקרוסקופ בכיתה וחשבו מהן ההגדלות שניתן להשיג בעזרתו.

7.6 נספח 6: תצפית התאים מרקמת החיפוי של הלחי

ציוד וחמרים: קיסמי עץ או כפיות פלסטיק נקיות, מיקרוסקופ אור, זכוכיות נושאות, זכוכיות מכסות, צבע מתילן כחול, נייר סופג.

מהלך העבודה:

1. טפטפו טיפת מתילן כחול על זכוכית נושאת נקייה.
2. גרדו בעדינות את החלק הפנימי של הלחי בעזרת קיסם או כפית.
3. שימו מעט מהרקמה שגירדתם בטיפת הצבע שעל הזכוכית נושאת.
4. הציבו זכוכית מכסה על הזכוכית נושאת בסמוך לטיפת הצבע והניחו לה ליפול בעדינות ולכסות את הטיפה.
5. ספגו את עודפי הצבע בעזרת נייר סופג.
כעת בידכם תכשיר תאים צבוע מרקמת החיפוי הפנימית של הלחי.
6. התבוננו בתכשיר מבעד למיקרוסקופ. כווננו תחילה להגדלה הקטנה ביותר ולאחר שתבחינו בתאים העבירו להגדלה הבינונית.
7. ציירו ציור מפורט ככל האפשר של מה שאתן רואות. ציינו ליד הציור את גודל ההגדלה בה השתמשתן.

7.7 נספח 7: ניסוי נשימה בשמרים

הכרות עם שמרים

ציוד וחמרים: 2 בקבוקונים (ארלנמיירים) קטנים, קשית, טוש, כוס כימית רחבה, מבחנה אחת רחבה מאוד עם פקק, בקבוק מי סיד צלולים (סגור), משורה, פיפטה, 2 בלונים, קערת מים פושרים, מדחום, תרחיף שמרים מרוכז, גזייה, סוכר, 2 כפיות.

שימו לב! במגש שקיבלתן תמצאו בקבוק מסומן "מי-סיד". בקבוק זה חייב להיות סגור כל הזמן. פתחו אותו רק כאשר תתבקשו להוציא ממנו נוזל. סגרי מיד אחרי השימוש.

חלק א': כיצד משפיע פחמן דו חמצני הנפלט בנשיפה על מי סיד.

1. שפכו 2 מ"ל מי סיד לתוך מבחנה (השתמשי בפיפטה). סגרו מיד את בקבוק מי-הסיד בפקק.
2. נשפו **בוהירות** אוויר לתוך מי הסיד שבמבחנה בעזרת הקשית. הקפידו שהקשית תהיה טבולה בתוך מי הסיד. המשיכו לנשוף דרך הקשית עד שתראו כי חל שינוי במי הסיד.

3. מהי התוצאה בניסוי?

4. מהי המסקנה שלכן מהניסוי?

חלק ב':

1. סמנו 2 בקבוקונים (ארלנמיירים) שווי-גודל באותיות א' וב'. כתבו על כל אחד מהבקבוקונים שם של נציגה מהקבוצה.
2. השתמשו במשורה בכדי לשפוך לבקבוקונים את החומרים הבאים. הקפידו לשטוף את המשורה בין שימוש לשימוש לבקבוקון א' הכניסו 20 מ"ל תרחיף שמרים + כפית סוכר.
- לבקבוקון ב'. הכניסו 20 מ"ל תרחיף שמרים מורתח + כפית סוכר
3. הלבישו על כל אחד מן הבקבוקונים בלון ריק, והכניסו את שני הבקבוקונים להדגרה בתוך קערה המכילה מים פושרים (בטמפרטורה כ- 37°C) למשך כ-30 דקות.

4. בינתיים, ענו על השאלות הבאות:

א. על פי מה שידוע לכן, מתי נעשה בשמרים שימוש?

ב. מה ההבדל בין השמרים בקבוקון א' לבין בקבוקון ב'?

ג. האם לדעתכן להבדל בין הבקבוקונים תהייה השפעה על השמרים?

אם עברה חצי שעה המשיכו בניסוי:

5. הוציאו את הבקבוקונים מן המים, בזהירות, אל תגעי עדיין בבלונים! רשמו בטבלה הבאה באיזה מהבקבוקים הבלון התנפח ואיזה סוג שמרים הוא הכיל (התעלמו בינתיים מהעמודה הרביעית)

בקבוקון	תוכן הבקבוקון	מצב הבלון	מצב מי הסיד בתום הניסוי
א			
ב'			

6. בשלב זה, עליכן לעבוד בזריזות: קראו את המשך ההוראות בטרם תבצעו כדי שלא יחול עכוב מיותר:

- הכניסו לכל אחת מן המבחנות המסומנות 2 מ"ל מי-סיד (בעזרת הפיפטה).
- סגרו היטב את פתח הבלון (ע"י סיבוב הבלון), כך שאויר לא יפלט ממנו עם שחרורו מן הבקבוק שאליו הוא מחובר.
- נתקו את הבלון מן הבקבוק והקפידי שהבלון ישאר סגור. הכניסו את פתח הבלון אל תוך מבחנת מי הסיד המתאימה, ושחררי בזהירות את המחסום שבפתח הבלון, כך שהוא יוכל לפלוט את תכולתו לתוך המבחנה-פעלו בזריזות, וכסו מיד את המבחנה בפקק.

7. חזרו לטבלה ומלאו את העמודה הרביעית.

8. נסחו במילים שלכן את תוצאות הניסוי:

5. מה קרה בבקבוקון א':

6. מה קרה בבקבוקון ב':

9. מה ניתן להסיק לגבי שמרים מהניסוי? העזרו גם במסקנה מחלק א' של ניסוי זה

7.8 נספח 8: שמרים וחברים

שמרים וחברים

בניסוי הקודם שביצעתם הכרתם את השמרים. במטלה זו עליכם לחפש מידע ברשת בכדי לענות על שאלות. השתמשו בטלפונים הניידים שלכם למטרה זו בלבד.

1. האם על פי המסקנה אליה הגעתם בניסוי הקודם ניתן לומר ששמרים הם יצורים חיים? נמקו את תשובתכם.

2. העזרו ברשת וענו על השאלות הבאות. קראו היטב את השאלה!

- שמרים הם יצורים חיים. נכון/לא נכון
- שמרים בנויים מתאים. נכון/לא נכון
- שמרים הם יצורים חד תאיים. נכון/לא נכון
- יצורים חד תאיים מכילים איברים כמו קיבה, וכבד אך מימדהם קטנים מאוד. נכון/לא נכון
- חרקים הם גם יצורים חד תאיים. נכון/לא נכון
- יצורים חד תאיים אינם ניזונים מכיוון שאין להם מערכת עיכול. נכון/לא נכון
- יצורים חד תאיים יכולים להתרבות, על אף שאין להם מערכת רבייה. נכון/לא נכון
- מערכת בגוף היא אוסף של איברים בעלי תפקיד משותף. נכון/לא נכון.

3. סמנו V במקום המתאים בטבלה. למשל, כלב הוא יצור רב תאי, בעל מערכת עיכול, בעל ריאות, נושם וניזון.

יצור חי	רב תאי	חד תאי	בעל מערכת עיכול	בעל ריאות	נושם	ניזון
כלב	V		V	V	V	V

						שמרים
						אמבה
						דג
						חיידקים
						צמחים

4. על פי הטבלה שמילאתן, מה המשותף לאמבות, חיידקים ושמרים?

5. במה הם שונים מכלבים, דגים וצמחים?

6. לאיזה קבוצה שייכים בני האדם?

7.9 נספח 9: הערכה שנייה

מה מרכיב יצורים חיים?

חלק א' – שאלות רבות ברירה

ענו על השאלות הבאות על פי החומר הנלמד בשני השיעורים הקודמים.

1. סמנו את המשפט הנכון מבין המשפטים הבאים:

- א. רוב הצמחים בנויים מתאים
- ב. רק בעלי חיים בנויים מתאים
- ג. רק חיידקים בנויים מתאים
- ד. כל היצורים החיים בנויים מתאים.

2. רקמה בגוף חי היא:

- א. קבוצת תאים בעלי תפקיד משותף ומבנה דומה
- ב. תפירה של חתך בעור שנועדה לזרז ריפוי פצע
- ג. כל קבוצת תאים המחוברים ביניהם
- ד. אוסף תאים מסוגים שונים ומצויים באותו איבר

3. ענו נכון/לא נכון על המשפטים הבאים:

- | | |
|--|--------------|
| א. שמרים וחיידקים אינם יצורים חיים | נכון/לא נכון |
| ב. שמרים נושמים | נכון/לא נכון |
| ג. לשמרים אין רקמות בגלל שהם מורכבים רק מתא אחד | נכון/לא נכון |
| ד. לכלבים אין רקמות מכיוון שרקמות קיימות רק בבצל | נכון/לא נכון |
| ה. רקמות מרכיבות את התאים | נכון/לא נכון |

4. סמנו את המשפט הנכון מבין המשפטים הבאים:

- א. רוב הצמחים בנויים מתאים
- ב. רק בעלי חיים בנויים מתאים
- ג. רק חיידקים בנויים מתאים
- ד. כל היצורים החיים בנויים מתאים

5. סמנו את המשפט הנכון:

- א. יצורים רב תאיים ויצורים חד תאיים דומים בכך ששניהם בעלי מערכת עיכול ומערכת נשימה.
- ב. יצורים רב תאיים ויצורים חד תאיים משתמשים בקיבה בכדי לעכל מזון.
- ג. יצורים רב תאיים בניגוד ליצורים חד תאיים הם יצורים חיים.

ד. יצורים רב תאיים ויצורים חד תאיים דומים בכך ששניהם מורכבים מתאים, אולם ליצורים רב תאיים יש איברים שלחד תאיים אין.

6. מדוע הבלון שהלבשתן מעל הבקבוקן עם השמרים המורתחים לא התנפח?

7. דגנית ביצעה בשיעור המדעים שלה ניסוי על נשימת שמרים. בכדי לבדוק האם השמרים נושמים הלישה דגנית בלון על בקבוק המכיל שמרים וסוכר. אולם בעוד הבלונים של כל חברותיה לכיתה התנפחו בניסוי, הבלון של דגנית לא התנפח. דגנית הסיקה מכך ששמרים אינם נושמים. מה דעתך על קביעתה של דגנית? נמקי את תשובתך.

חלק ב' – צרו מפת מושגים מהמושגים שבמסגרת. באפשרותכן לא להשתמש בכל המושגים המצוינים כאן או להוסיף מושגים שאינם רשומים.

המושגים: תאים, שמרים, מיקרוסקופ, שעם, בצל, יצורים חיים, חיידקים, הגדלה, נשימה, רקמה, שריר, איברים, אפידרמיס, ניסוי, תצפית, איבר, גוף האדם, בעלי חיים, רב תאיים, חד תאיים

7.10 נספח 10: קדחת צהובה

בסוף המאה התשע עשרה סבלו חיילי ארצות הברית שלחמו באיזורים הטרופים של מרכז אמריקה ממחלה הנקראת 'קדחת צהובה'. חיילים אלו סבלו מחום ומבחילות, הקיאו נוזלים שחורים ועורם קיבל גוון צהבהב שעל שמו נקראה המחלה. מחלה זו פוגעת בעיקר ברקמת תאי הכבד

(הפטוציטים). תאים אלו מהווים כ-75% ממסתו של הכבד אחראים במדה רבה על פעילותו של הכבד כמנקה הרעלים של הגוף. הדם אשר מגיע לכבד ממערכת העיכול נספג בתאי הכבד, שם חומרים רעילים שנצרכו עם המזון מפורקים. הדם עוזב את הכבד כאשר הוא מסונן מחומרים מזיקים. הקדחת הצהובה גורמת למוות של תאי הכבד, דבר שמפעיל פעילות מוגברת וקיצונית של המערכת החיסונית של הגוף אשר תוקפת את התאים החולים.



מיקום הכבד בגוף האדם

רופא צעיר בשם וולטר ריד (Walter Reed) נשלח בראש קבוצת חוקרים לחקור את המחלה. הצעד הראשון של ריד היה לבחון את הדרכים המקומיות להילחם במחלה. מכיוון שהמחלה עברה מאיזור לאיזור הניחו החוקרים שהמחלה מועברת מאדם לאדם. על מנת להלחם בה נהגו לבודד את החולים, להרתיח את הכביסה ולחטא את כלי האוכל, אולם אמצעים אלו לא מנעו את התפשטות המחלה. רופא קובני בשם קארלוס פינדליי (Carlos Findlay) שיער שהמחלה עוברת מאדם לאדם על ידי יתושים. ריד החליט לבצע ניסוי ולבחון השערה זו. באותה תקופה סברו שרק בני אדם סובלים מקדחת צהובה, לכן ריד ביצע את ניסוייו בבני אדם שהתנדבו לניסוי. המתנדבים חולקו לשתי קבוצות. מתנדבים מהקבוצה הראשונה לבשו במשך 20 יום בגדים מזוהמים של חולים במחלת הקדחת הצהובה, ישנו על המצעים שלהם ואכלו מכלי האוכל שלהם. באותו זמן הם היו מוגנים מפני עקיצות יתושים בעזרת



וולטר ריד

כילות. מתנדבים מקבוצה השנייה לבשו בגדים נקיים, ישנו במיטות נקיות ולא נחשפו לחולים במחלה, אך לא היו מוגנים מפני עקיצות יתושים.



נקבת יתוש האדם, הנפוץ באזורים בהם הייתה הקדחת הצהובה רווחה

כעבור שלושה שבועות התברר כי אף מתנדב מהקבוצה הראשונה לא חלה בקדחת הצהובה, בעוד רבים מהקבוצה השנייה סבלו ממנה.

ענו על השאלות הבאות:

1. על פי מה שקראתם, איזה רקמת תאים היא הרקמה העיקרית ממנה מורכב הכבד?
2. הכבד הוא חלק ממערכת העיכול (אם כי הוא בעל תפקידים נוספים). חפשו מידע על מערכת העיכול ברשת וענו: מהי תפקידה של מערכת זו בגופם של בעלי חיים?
3. אילו עוד איברים מכילה מערכת זו?
4. איזה עוד מערכות איברים אתן מכירות? מאיזה איברים הם מורכבים?
5. השלימו כן/לא במקומות המתאימים בטבלה הבאה:

מספר הקבוצה	חשיפה לאנשים חולים	חשיפה ליתושים	חולים בתום בניסוי
קבוצה 1			
קבוצה 2			

6. לפי תוצאות הניסוי של ריד, מה גרם להתפשטות הקדחת הצהובה?
7. האם ריד היה יכול לבצע את הניסוי רק עם קבוצת מתנדבים אחת? הסבירו את תשובתכם.

7.11 נספח 11: הערכה שלישית.

מה מרכיב יצורים חיים?

חלק א' -שאלות רבות ברירה.

1. סמנו את המשפט בו המרכיבים מסודרים על פי הגודל:
 - א. תא, מערכת, איבר, גוף (יצור חי)
 - ב. תא, איבר, מערכת, גוף (יצור חי)
 - ג. מערכת, תא, איבר, גוף (יצור חי)
 - ד. מערכת, איבר, תא, גוף (יצור חי)
2. מהי מערכת ביצורים חיים?
 - א. קבוצה של איברים קרובים זה לזה.
 - ב. איבר המורכב משני חלקים (למשל ריאות).
 - ג. מספר יצורים דומים זה לזה (למשל כלבים, זאבים ושועלים).
 - ד. מספר איברים בעלי תפקיד משותף.

3. סמנו נכון/לא נכון על המשפטים הבאים:
- מערכות בגוף הן מספר תאים בעלי תפקיד משותף.
 - איברים מורכבים מרקמות תאים.
 - כבד הוא דוגמה לרקמת תאים.
 - בדרך כלל, תאים מסודרים ברקמות.
 - איבר הוא קבוצה של רקמות היוצרות מבנה המותאם לביצוע תפקיד מסוים.
 - כבד הוא דוגמה לאיבר.
 - יצורים רב תאיים מכילים מערכת אחת.
 - יצורים חד תאיים מכילים מספר רב של מערכות.
 - יצורים חד תאיים מכילים מספר רב של איברים.
 - מערכות מכילות מספר איברים.

4. סמנו את המשפט הנכון:
- איבר יכול להכיל מספר רב של רקמות.
 - איבר מורכב משתי רקמות בלבד.
 - כבד הוא איבר השייך למערכת החיסון.
 - רקמות שאינן מכילות תאים מרכיבות מרכיבות מספר מועט של איברים.

5. מהו תפקידה של מערכת העיכול?
- מערכת שתפקידה לנקות את הדם בגוף.
 - מערכת שתפקידה לפרק את המזון שנכנס לגופנו בכדי להפכו לאנרגיה ולחומרי גלם לבניין הגוף.
 - מערכת שמאפשרת התמודדות עם ארועים קשים.
 - מערכת שתפקידה הוא לייצר תאי כבד.

חלק ב': שרטוט מפת מושגים

חלק ב' – צרו מפת מושגים מהמושגים שבמסגרת. באפשרותכן לא להשתמש בכל המושגים המצוינים כאן או להוסיף מושגים שאינם רשומים.

המושגים: מערכת, גוף האדם, יתוש, איבר, תאים, חד תאיים, מערכת העיכול, רקמות, אפידרמיס, רב תאיים, מאפייני החיים, בצל, תאי כבד, יצורים חיים, כבד.

