



קרן רוטשילד קיסריה



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

ייצוגי ידע ככלי למידה של רעיונות מרכזיים בביולוגיה

מגישה: רויטל בן דבש

מנחות: ד"ר גילת בריל

ד"ר רונית רוזנשיין

אוקטובר 2013

חשוון תשע"ד

תוכן עניינים

1	מבוא
3	מטרות היוזמה
3	תיאור הפיתוח
4	אוכלוסיית הנבדקים
4	נושא הלימוד וההוראה
5	רצף ההוראה
6	תיאור הערכת היוזמה
7	דרך ההערכה
11	תוצאות
11	מטרה 1 – התלמידים יעשו שימוש נכון בייצוגי ידע
23	מטרה 2 – התלמידים יבנו ידע באמצעות ייצוגי הידע
23	קישור בין רמת מיקרו למאקרו
23	קישור בין ידע קודם לידע חדש
25	דברים נוספים שעלו מתוך התוצאות
25	בניית ייצוגי ידע במקצועות אחרים
25	למידה חופשית ויצירתית
27	דיון
30	ביבליוגרפיה
31	נספחים
31	נספח 1 - כיצד משפיע ריכוז הסובסטרט על קצב הפעילות האנזימאטית?
32	נספח 2- כיצד משפיעים הטמפרטורה וה- PH על קצב הפעילות האנזימאטית?
33	נספח 3- כיצד משפיע ריכוז האנזים על קצב הפעילות האנזימאטית?
34	נספח 4 - מבדק ייצוגי ידע
35	נספח 5 – פירוט ניתוח כמותי – שימוש נכון בייצוג הידע
36	נספח 6 - תמלול ראיונות אישיים

מבוא

לאחר תוצאות תלמידי ישראל במחקר הבינלאומי Pisa 2000 שהתקיים בשנת 2002 הוכנה תכנית התערבות במשרד החינוך שנועדה לחזק את האוריינות של התלמידים וכן לשפר את תפקודם בסביבות עתירות מידע. (חוזר מנכ"ל, 2005). על פי אתר הפיקוח של משרד החינוך, תכנית הלימודים מתבססת על שלושה צירים מרכזיים: ציר התוכן, ציר אסטרטגיות חשיבה ולמידה וציר ערכים. משרד החינוך החל לשים דגש על מיומנויות הלמידה של התלמיד, על אופן הבניית הידע שלו ועל שיטות הלמידה שהוא רוכש ומשתמש בהקשרים שונים. האוריינות נהייתה לחלק בלתי נפרד מתכנית הלימודים והמורה למדעים נאלץ ללמד תכנים מדעיים תוך שילוב משימות הדורשות מן התלמידים שימוש במיומנויות קריאה, עיבוד, איסוף וייצוג נתונים, כתיבה ועוד.

בעידן הנוכחי שטף המידע בנושאי מדע הולך וגובר והנגישות למדע קלה יותר משהייתה בעבר. הוראת מיומנויות למידה, חשיבה, חקר ופתרון בעיות, לצד תכנית הלימודים, מקבלת משנה חשיבות. הוראה מכוונת של מיומנויות חשובה להקניית כלים שיאפשרו לתלמידים למיין את המידע הרב, להבחין בין עיקר לטפל, להפעיל ביקורת על מהימנות המידע, לערוך מחקר עצמאי, לשאול שאלות, לעבד את המידע שרכשו, להפיק ביעילות ידע חדש, לייצגו ולהציגו. כל אלו מהווים חלק חשוב בתהליך של פיתוח אוריינות מדעית. (ספקטור-לוי, שרץ ואלון, 2006). חלק ממיומנויות הלמידה הנדרשות מן התלמידים שייכות לתחום המכונה **"תקשורת מדעית טכנולוגית"**. קבוצת מיומנויות הלמידה ל"תקשורת מדעית טכנולוגית" כוללת שיטות לאיסוף מידע ממקורות שונים, מיון וארגון המידע, טכניקות קריאה יעילה, עיבוד נתונים, ייצוג ידע מדעי והצגתו בכתב ובעל פה. (ספקטור-לוי, שרץ ואלון, 2006) בעבודתי אתמקד במיומנות לייצוג הידע המדעי.

מחקרים מראים שהקניית מיומנויות למידה תורמת לא רק ליכולת התלמידים לנהל את המידע, אלא גם להבנת התכנים הנלמדים. (Spiegel & Barufaldi, 1994). לבחינת הבנת התלמידים מספר גישות. לפי הגישה הייצוגית, הבנה באה לידי ביטוי במיקום של מושג הנלמד בהקשרים שונים על ידי התלמיד. (Mayer, 1989). אולם, על פי הגישה הביצועית, הבנה הינה היכולת לחשוב ולפעול בגמישות. (Wiske, 1998). משימות הדורשות מן הלומד ליצור תוצר חדש גורמות לתלמיד צורך בחידוד ויצירת הבנה מעמיקה של רעיונות מדעיים בדרך שאינה רק תקשורת מול המורה או מול תלמידים אחרים. (McDermott, 2010). כאשר התלמידים יוצרים בעצמם תוצרים הייחודיים להם, תוך תהליך היצירה של התוצר הם בונים ומחדדים לעצמם את ההבנה שלהם בנושא הנדון. נוסף על כך, דרך בנייה של ייצוג הידע התלמיד מפתח יכולות מטה-קוגניטיביות. התלמידים יכולים ללמוד ולפתח מיומנויות חשיבה מסדר גבוה כמו חשיבה ביקורתית, הבניית רעיונות מדעיים ואף עימות עם תפיסות שגויות המושרשות בהם. (Baker, et al., 2008).

בעבודתי אתמקד **במיומנות למידה מסוג ייצוג ידע מדעי**. למרות שמדובר במיומנות חשובה ומרכזית מחקרים רבים שעסקו בה לא הגדירו בדיוק מהי. בכדי להגדיר את המושג אשלב עקרונות שהופיעו במספר מאמרים. ייצוג ידע הוא אמצעי לארגון פיסות מידע הקשורות זו בזו

בדרך המבטאת רעיון כלשהו, במטרה לשקף מסקנה או תובנה. קיים הבדל בין ייצוג ידע למבנה מידע. בייצוג ידע יש משמעות לאופן ההצגה ולידע המוצג. ייצוג ידע הוא האופן שבו מידע מאוחסן ומעובד. האופן בו תלמיד מייצג ידע מעיד על נקודת המבט האישית שלו על הידע שרכש.

תלמידים קולטים מידע מהמורה או במהלך פעילות עצמית ועליהם ליצור קשרים שונים בין רעיונות ובין מושגים וליצור מהם ייצוג ידע (טבלה, סיכום, גרף, תרשים, מפת מושגים וכיו). תלמידים שונים יוצרים ידע המובנה בצורה המתאימה להם לפי תפיסתם את העולם. (Davis, Shrobe and Szolovits, 1993).

לייצוגי הידע 5 תפקידים חשובים:

- דרכים שונות לייצוג אותו הידע: חייבת להיות אנלוגיה מסוימת בין ייצוג הידע לידע עצמו. כאשר התלמיד יוצר ייצוג ידע נכון הוא יוצר את הקישור שבין פיסות המידע שברשותו ובכך יוצר ידע.
- שיקוף תהליך החשיבה: התלמיד בורר ובוחר בדרך המתאימה ביותר לייצוג הידע מתוך חשיבה, הפעלת שיקול דעת וביקורת עצמית.
- הבעת מקטעי נימוק: בייצוג הידע התלמיד מביע רעיון מסוים. עליו לחשוב ולהחליט באילו פיסות מידע להשתמש, אילו מסקנות עליו להסיק מהן ומה עליו להציג או להשמיט.
- ארגון מידע בצורה קלה לצורך הסקת מסקנה נכונה: ייצוג הידע הוא שפה לתקשורת בין אנשים. על התלמיד לעשות בו שימוש כך שגם הוא וגם אחרים יוכלו להפיק מידע ולהסיק מסקנות מתוך ייצוג הידע.
- מקום לביטוי אישי, דרך להבעה עצמית: הבחירה בייצוג הידע היא מעבר לייצוג הידע עצמו. הבחירה מעידה גם על דרך הראייה והתפיסה של האדם את העולם וכיצד הוא יוצר קשרים. תפיסות שונות יובילו לאופי הסקה שונה שיובילו לייצוגי ידע שנים גם עבור אותו הידע.

הוראה בשילוב ייצוגי ידע מגוונים מקנה ראייה רחבה ומורכבת יותר על המדע בפרט ועל העולם בכלל. ייצוגי הידע משמשים הן לתרגול (בכיתת לימוד) והן למחקר (חוקרים נאלצים לייצג את המידע שצברו באמצעים שונים להבהרת רעיון במאמרם). (Davis, Shrobe and Szolovits, 1993).

מטרות היוזמה

1. התלמידים יעשו שימוש נכון בייצוגי הידע.
2. התלמידים יבנו ידע דרך ייצוגי הידע.

תיאור הפיתוח

"אני לא מבין מה הבעיה עם בני אדם. הם לא לומדים מתוך הבנה, הם לומדים באיזו דרך אחרת – שינון בעל פה או משהו כזה. הידע שלהם כל כך שביר!" כך מתאר ריצ'רד פיינמן את הלמידה בספרו "אתה בטח מתלוצץ, מיסטר פיינמן" ואני נוטה להסכים עמו. מתוך ניסיוני בכיתה ומשיחות עם מורים שונים ניכרת בעיית הרגלי הלמידה של התלמידים בימינו. התלמידים דורשים יותר ויותר שיסכמו להם ויתמצתו את החומר, שיכתיבו להם מה לרשום בתשובה והם פחות עסוקים בהבנה של הנושא הנלמד, ביצירת קשרים בין רעיונות שונים ובהטמעת עקרונות מדעיים.

דבר דומה חשתי על עצמי במהלך הלימודים במכון ויצמן בתכנית רוטשילד – קיסריה. שמתי לב כי הקורסים הכי משמעותיים עבורי היו אלה שבהם נדרשנו לבצע עבודה כלשהי תוך שימוש בעקרונות ורעיונות אותם למדנו בקורסים שונים. ככל שהעבודה הייתה יותר גדולה ומפרכת כך היא נחקקה לי יותר בזיכרון. במסגרת כל העבודות שלנו אנו נדרשים לעשות שימוש במיומנויות "תקשורת מדעית טכנולוגית". אנו קוראים מאמרים, אוספים ומארגנים מידע ומייצגים אותו בצורה הטובה ביותר בה ניתן להביע רעיונות או תובנות.

ביוזמה זו אני רוצה ליצור סביבת למידה כיתתית המתאפיינת בדרך למידה המלווה את כל הנושאים: **למידה בשימוש בייצוגי ידע מגוונים.**

אני מאמינה כי בדרך הוראה זו ניתן לעודד את התלמידים ללמידה משמעותית. אני מאמינה שבדרך למידה כזו אוכל לראות אותם משחזרים שוב ושוב את הידע שלמדנו בכיתה ובונים עמו רעיונות חדשים כפי שבדרך כלל הם אינם מנסים לעשות ובכך גם ישפרו את ההבנה של הנושא.

שימוש בייצוגי ידע כחלק משיעורי מקצועות המדעים מהווה סגנון הוראה בגישה קונסטרוקטיביסטית. על פי הגישה הקונסטרוקטיביסטית, תהליך הלמידה מתבצע כאשר הלומד שותף להבניית הידע שלו תוך התנסות פעילה עם הסביבה. התלמיד שותף לבניית הידע, איסוף, ארגון ועיבודו ובכך הופך אותו ממידע לידע. (מידזנסקי, 2008). מידזנסקי (2008), בהתבסס על פאפרט (1991), טוענת כי התיאוריה הקונסטרוקטיביסטית מתמקדת בעיסוק בבנייה של תוצר מוחשי בעל משמעות לאדם הבונה אותו או לסובבים אותו. אחת הדרכים לרכוש מיומנות ולפתח אותה בקרב תלמידים היא בעזרת גישת השוליינות הקוגניטיבית. על פי גישה זו דרך הקניית המיומנות אצל התלמיד מתבצעת בצורה בה המורה מספק לתלמידים משימות לצד כלים שיסייעו לו ברכישת המיומנות ובתרגולה בשלבים. הכלים האלו מכונים "פיגומים". על פי הגישה, על המורה קודם להציף באופן מפורש ומכוון את המיומנות ואסטרטגיית החשיבה המאפיינת אותה

ואט ואט תוך שהוא מכוון את תלמידיו, המורה מסיר את ה"פיגומים" ובכך עוזר פחות ופחות לתלמיד. לבסוף התלמיד נדרש לעשות שימוש במיומנות הנרכשת לבדו. (Collins, Brown and Newman 1989).

במהלך ההוראה שלי אני מרבה להשתמש בתרשימי זרימה לא רק כסיכום של נושא אלא גם בהוראת התוכן המדעי עצמו. בדרך כלל תלמידים אחדים מבקשים ממני אם הם יכולים לכתוב זאת בצורה של סיכום ולא כתרשים כפי שמופיע על הלוח. תופעה זו שחוזרת על עצמה בכמה כיתות ובכמה שכבות גיל מחדדת בי את המחשבה שהתלמידים זקוקים להוראה של ייצוגי ידע מגוונים. עליהם להכיר אותם, לדעת להשתמש בהם בצורה נכונה ולהתחבר אליהם (כל תלמיד לפי הייצוג שמתאים לו). אלו הם כלים שישמשו אותם גם בחיי היום יום, בשאר מקצועות הלימוד וגם באוניברסיטה בלימודי המשך שלהם. לדעתי אין מספיק מענה ואין מספיק מתן תשומת לב להתייחסות מפורשת למושג ייצוגי ידע בכיתת הלימוד.

ביוזמה שפיתחתי כל הפעילויות סבבו סביב ייצוגי הידע המגוונים וחשיבותם להבנה של המידע המדעי עצמו. ייצוגי הידע משמשים אותנו לייצוג של ידע אך גם ללמידה לשם הבנה מעמיקה שלו. אני מאמינה שכל מיומנות יש לפתח לאורך זמן, ומיומנות חדשה כמו ייצוגי ידע דורשת הכרות מעמיקה קודם לשימוש בה באופן שוטף בכיתה. על כן במהלך כל השנה עשיתי שימוש בייצוגי הידע בהקשרים שונים של תוכן הלימוד ואף בתחומים מדעיים מחוץ לתכנית הלימודים במטרה ליצור אווירה לימודית ברורה עבור התלמידים. המטרה הראשונית הייתה שתלמידים ידעו מהם ייצוגי הידע הקיימים וכיצד לעשות בהם שימוש. רק לאחר מכן הם התבקשו להשתמש בכלי למידה עצמית של תכנים חדשים.

אוכלוסיית הנבדקים

כיתה י' מופ"ת בבית הספר מקיף כללי אמי"ת ע"ש גוטוירט שדרות. למרות שמדובר בכיתה מופ"ת, זוהי כיתה הטרוגנית מאוד המונה 22 תלמידים הלומדים במקצוע ביטכנולוגיה ברמת 5 יח"ל.

נושא הלימוד וההוראה

יחידת לימוד להוראת נושא "הגורמים המשפיעים על קצב פעילות האנזים".

ידע קודם הנדרש מהתלמיד :

- הכרות עם מבנה האנזים (חלבון, מבנה ראשוני, שניוני ושלישוני, מבנה מרחבי, אתר פעיל)
- הכרות עם אופן הפעילות האנזימטית (תצמיד אנזים-סובסטרט, תוצר, השינויים בכמויות המרכיבים לאורך הפעילות האנזימטית)

רצף ההוראה

היוזמה עוסקת בשימוש במיומנות של בניית ייצוגי ידע. שימוש במיומנות כזו דורשת מהתלמיד הכרות בשלב הראשון עם הדרכים השונות לייצוגי ידע ובשלב שני להתנסות בבניית ייצוגי ידע בעצמו. כל מיומנות יש לרכוש לאורך זמן ולאפשר לתלמיד לתרגל אותה. בשל כך היוזמה הועברה בכיתה במספר שלבים :

שלב ראשון - חשיפה לייצוגי הידע השונים : בניית ייצוגי ידע למאמר מעובד "ממה עושים בירה".

המאמר הנבחר עוסק בנושא שנלמד בתחילת השנה כדי שתחום התוכן לא יהיה זר עבור התלמידים. מטרת השיעור לחשוף אותם לייצוגי ידע ולא לידע חדש.

במהלך השיעור התלמידים קראו מאמר מעובד המכיל מידע רב על אופן הכנת בירה. התלמידים נדרשו לבחור קטע מסוים/רעיון כלשהו מתוך המאמר ולהציג את המידע בכל צורה שירצו. בסוף השיעור יצרנו על הלוח תרשים מסכם של דרכים בהן התלמידים ייצגו את הידע ואפיינו כל דרך לפי המבנה והמטרה בייצוג הידע. הוספנו תוך דיון דרכים נוספות לייצוגי ידע שתלמידים לא עשו בהן שימוש.

שלב שני - התנסות בבניית ייצוגי ידע : ההתנסות נפרשה על פני כמה שיעורים בנושאים שונים. שימוש בכלי כמו מיומנות בניית ייצוג ידע מצריכה מהתלמיד להכיר היטב את הכלי ולדעת לעשות בו שימוש נרחב בכמה נושאים ולכן הם התנסו במיומנות בשיעורים רבים ומגוונים.

השיעורים עסקו בבניית ייצוגי ידע לכתבות שונות מתוך כתבי עת מדעיים. התלמידים התבקשו לבחור כתבה אחת וליצור ייצוג ידע המציג את המידע שהופיע בכתבה. בסוף השיעור התנהל דיון על אופן הכנת הייצוג ועל התאמת כל ייצוג לסוג הידע אותו מייצגים. בסוף הדיון התקבל אוסף מאפיינים נדרשים לכל ייצוג ידע.

בנוסף, חלק מהשיעורים עסקו בבניית ייצוגי ידע כדרך להתכונן למבחן בית ספרי בביוטכנולוגיה. התלמידים התבקשו ליצור ייצוגי ידע שונים לכל הנושאים שנלמדו השנה. נושאי החומר הלימודי נכתבו על הלוח והתלמידים בחרו את המושגים/התהליכים שהבינו פחות ותוך כדי חזרה למבחן הם יצרו ייצוגי ידע שונים לנושאים האלו. בסוף השיעור התנהל דיון על אופן הכנת הייצוג ועל התאמת כל ייצוג לסוג הידע אותו מייצגים.

שני השלבים הראשונים של התהליך נועדו ליצור אווירת למידה כיתתית סביב מיומנות ייצוגי ידע. אני רואה בלמידה כזו ובמיומנות זו מטלה שאינה פשוטה עבור התלמידים. מיומנות יש לרכוש לאורך זמן ולהתנסות בה בהקשרים שונים טרם השימוש בה בצורה נכונה ולכן רק לאחר שהתלמידים רכשו והתנסו במיומנות הם יישמו אותה בנושא הנבדק (אנזימים).

שלב שלישי - שימוש בייצוגי ידע כחלק מתהליך הלמידה :

- קטע 1 : השפעת ריכוז הסובסטרט על פעילות האנזים – עבודה בליווי המורה (נספח 1)
- קטע 2 : השפעת הטמפרטורה וה- PH על פעילות האנזים – עבודה עצמית בסיוע המורה (נספח 2)
- קטע 3 : השפעת ריכוז האנזים על קצב פעילות האנזים – עבודה עצמית (נספח 3)

השלב השלישי בתהליך הלמידה מאורגן בצורה המקנה לתלמידים שלבי תמיכה (פיגומים) שונים. על פי התיאוריה של השוליינות הקוגניטיבית, תחילה המורה והתלמידים מבצעים יחדיו את המשימה עד שבשלב האחרון התלמידים מבצעים אותה לבדם. את הנושא של השפעת גורמים שונים על האנזימים התלמידים לא למדו בשיעור פרונטלי אלא דרך ההתנסות בייצוגי ידע בלבד.

שלב רביעי – מבדק : (נספח 4)

קטע מספר 4 עוסק בנושא השפעת מעכבים על פעילות האנזים. זהו נושא חדש עבור התלמידים אליו לא נחשפו ולא למדו אותו קודם. המבדק נועד לבחון כיצד התלמידים עושים שימוש בייצוגי הידע כחלק מתהליך למידה של נושא חדש.

תיאור הערכת היוזמה

ליוזמה הוגדרו שתי מטרות שונות שכל אחת מהן דורשת דרך הערכה שונה.

מטרה 1 – התלמידים יעשו שימוש נכון בייצוגי ידע

בכדי להעריך את יכולת התלמידים לעשות שימוש נכון בכלי של ייצוגי הידע אנתח את הנתונים הבאים :

- מטלות שהגישו בשלבים 1-2 (בנושאים שונים)
- מטלות שהגישו לאורך השיעורים בנושא אנזימים (שלב 3)
- תוצאות המבדק

מטרת ההערכה היא להראות אם קיימת התקדמות בשימוש בייצוג הידע בצורה נכונה ומתאימה לידע המוצג. לכן בחרתי להתמקד ב- 4 תלמידים שהיו פעילים לאורך כל התהליך, שנכחו בכל השיעורים והגישו את כל המטלות הנדרשות.

דרך ההערכה

א. את התוצרים אעריך באופן כמותי בכדי להשוות את התקדמות התלמידים לאורך רצף ההתנסות בשימוש בייצוגי ידע. ההערכה הכמותית תתבצע על בסיס קריטריונים מתוך הספרות (מתוך המחקר של ספקטור-לוי, שרץ ואלון, 2006).

התוצרים יבדקו לפי 3 קריטריונים המתוארים בטבלה :

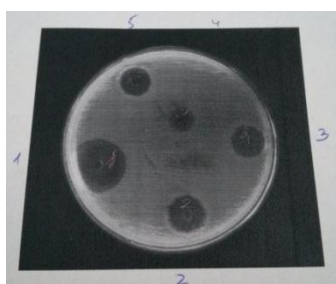
קריטריון	קיים בצורה מלאה 2 נקודות	קיים באופן חלקי 1 נקודות	לא קיים כלל 0 נקודות
ידע מדעי	- הידע המדעי נכון. - מתואר כל הידע הנדרש להבנת ייצוג הידע.		
מיומנות	- ייצוג הידע מתאים לסוג הידע המתואר (מבנה, תהליך, השוואה כו'). - כל מרכיבי ייצוג הידע נמצאים בו בצורה נכונה.		
איכות התוצר	- יש הקשרים נכונים בין מרכיבי ייצוג הידע. - ייצוג הידע מאפשר הבנה של רעיון כלשהו.		

הניתוח הכמותי מתייחס ל- 3 מימדים : ידע מדעי, מיומנות ייצוגי הידע ואיכות התוצר. לכל אחד מהמימדים ישנם 2 קריטריונים שלכל אחד מהם ניקוד מקסימאלי של 2 נקודות. לאחר מילוי הטבלה עבור כל מטלה בנפרד של כל תלמיד מחושב סה"כ הניקוד בכל מימד.

ב. על מנת להדגים את התקדמות התלמידים ולהעמיק בתהליכים שעברו בשימוש בייצוגי הידע את אותם התוצרים אעריך גם באופן איכותני.

הדגמת אופן הניתוח הכמותי : (מטלת שלב 1-2 של ע.ק)

בשלב 1-2 התלמידים קיבלו טקסטים שונים ממקורות שונים והתבקשו ליצור להם ייצוגי ידע (על כל הטקסט או על חלק ממנו). התלמידה ע.ק יצרה ייצוג ידע בצורה של טבלה המציגה את הידע שהופיע בקטע בצורה של תמונה מתוך ניסוי של בדיקת עמידות חיידקים לאנטיביוטיקה (פלאקים).



ייצוג הידע שהתלמידה יצרה :

טבלת ניתוח ייצוג הידע :

קריטריון	ע.ק.
הידע המדעי נכון	1
ידע מדעי	1
ידע מדעי	2
ייצוג הידע מתאים לסוג הידע המתואר	1
מיומנות	0
כל מרכיבי "יצוגי הידע נמצאים בצורה נכונה	0
מיומנות	1
קיימים הקשרים נכונים בין מרכיבי "יצוגי הידע	0
איכות התוצר "יצוג הידע מאפשר הבנה של רעיון כלשהו	0
איכות התוצר	0
סה"כ	3

הסבר הניתוח הכמותי :

ידע מדעי – הידע המדעי שהתלמידה הציגה אינו נכון בצורה מלאה. היא אמנם התייחסה לעמידות השונה של החיידקים אך לא בצורה מדויקת.

לדוגמא, בעיגול 1 נראה שהחיידקים אינם עמידים לאנטיביוטיקה ולכן הפלאק המתקבל גדול יחסית. בטבלה, התלמידה ציינה שהחיידקים עמידים וכמות החיידקים שמתים גבוהה. אין התאמה בין המידע המדעי המדויק לבין מה שכתבה.

בנוסף, התלמידה לא ציינה בייצוג הידע למה התכוונה כאשר רשמה בקריטריונים מספרים בין 1-5. רק לאחר שנשאלה בכיתה אמרה שמדובר במספור הפלאקים שבאוויר שהופיע בטקסט שקיבלה. כלומר, גם לא מופיע כל המידע הדרוש להבנת הרעיון המדעי בייצוג הידע שלה.

מיומנות – נראה שהתלמידה רצתה ליצור השוואה בין הפלאקים השונים שהתקבלו בניסוי. השוואה יכולה להתאים לסוג המידע שמוצג בטקסט אך ההשוואה שיצרה התלמידה אינה ברורה מספיק ואינה מפורטת מספיק. חסרה התייחסות לקוטר הפלאק ולאחר מכן על כמות החיידקים שמתו, חסרה התייחסות למשמעות המספרים שנכתבו בטבלה.

איכות התוצר – ייצוג הידע שבנתה התלמידה לא היה ברור. קשה להבין למה התכוונה ולכן גם היה קשה להבין את הרעיון המדעי שמאחוריו. רק לאחר שהתבקשה להסביר מה עשתה הצלחתי להבין את הרעיון שניסתה להציג. כמו כן, חסרים הקשרים בין הטבלה לבין מה שהיא מציגה, לאיזה חלק מהטקסט הטבלה מתקשרת? מה הקשר בין הקריטריונים שנכתבו? מה משמעות המספרים?

מטרה 2 – התלמידים יבנו ידע באמצעות ייצוגי הידע

בכדי לבדוק מטרה זו אנתח מדגם של מטלות שונות של תלמידים שונים מתוך שלבים שונים לאורך היוזמה. ההערכה תהיה איכותנית בכדי להדגים כיצד בא לידי ביטוי בניית הידע של התלמידים דרך השימוש בייצוג הידע.

בכדי לבחון את הידע הנבנה אצל התלמידים, ההערכה תתמקד בנקודות הבאות:

- יצירת קשרים בין ידע קודם לידע חדש
- יצירת קשרים בין רמות מיקרו למאקרו
- יצירת קשרים בין נושאים שונים
- יצירת קשרים בין מושגים שונים
- יכולת התלמיד להביע רעיון ביולוגי בייצוג הידע

על מנת להבין טוב יותר את התלמידים והתהליכים שהם עברו אערוך ראיון אישי עם תלמידים ספציפיים שארצה לברר טוב יותר מה התהליך שהם עברו בבניית ייצוגי הידע.

הראיון הינו חצי מובנה. כל תלמיד שנבחר נשאל שאלות מעט שונות בהתאם לייצוגי הידע שבנה ובהתאם לתשובותיו לשאלות שהוכנו מראש. בעזרת הראיון אנסה לבדוק האם ייצוג הידע תרם להבנת התהליך? האם ניתן לבנות ידע בדרך זו? האם הנעשה בכיתה השפיע גם על הלמידה של התלמידים במקצועות אחרים?

הראיונות התקיימו לאחר תקופה של כחודש וחצי במהלכה לא נפגשתי כלל עם התלמידים עקב תגבורים במקצועות הברוויות קיץ ועקב פעילויות שונות שהתקיימו לקראת סוף השנה. בשל כך פתחתי את הראיון בבקשה מהתלמיד לתאר מה היה שונה בשיעורים האחרונים בביוטכנולוגיה בהשוואה לתחילת השנה כדי לראות מה הם זוכרים מהתהליך. תמלול הראיונות מצורפים בנספח 6.

השאלות שהוכנו מראש :

- תוכל לתאר לי מה היה שונה בדרך הלמידה שלנו בכיתה בשיעורים האחרונים? מה הרגשת בשיעורים האלה?
- כיצד אתה לומד בדרך כלל למבחן? כיצד אתה לומד חומר חדש?
- אני רוצה להראות לך ייצוג ידע שהכנת לי באחד השיעורים. תוכל להסביר לי אותו? איזה רעיון ביולוגי בא לידי ביטוי? מדוע בחרת בדרך זו? האם היית משנה בו משהו?
- (א. ו-ע.ק) אני רוצה להראות לך כמה ייצוגי ידע שהכנת במהלך השיעורים. האם אתה רואה איזה הבדל לאורך הזמן? מה הרגשת בכל שיעור?
- האם לדעתך ניתן לשלב את הכלי הזה במקצועות אחרים? כיצד? האם תוכל לנסות להדגים?

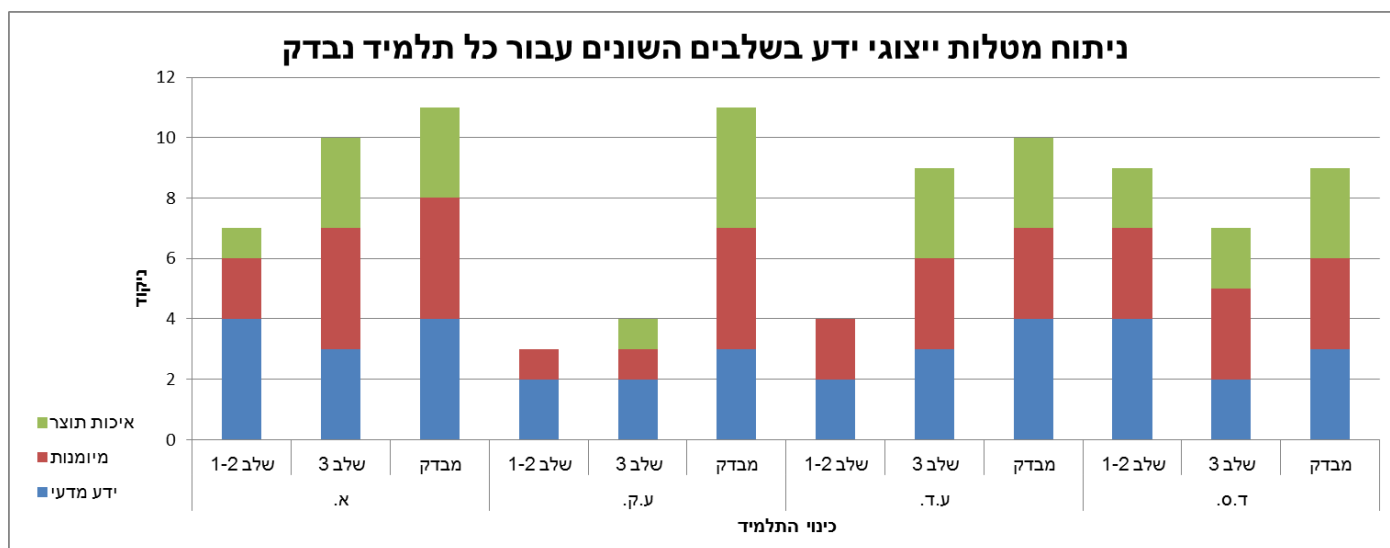
תוצאות

מטרה 1 – התלמידים יעשו שימוש נכון בייצוגי ידע

מטרה זו נבדקה תוך השוואת מטלות התלמידים (השוואה של כל תלמיד לעצמו) מהשלבים השונים של התהליך. נבדקו 4 תלמידים להם קיימות כל המטלות הדרושות ולגביהם עלו דברים מעניינים שברצוני להראות. על כן מדובר בתוצאות המתארות "חקר מקרה" ולא ניתן להשליך את התוצאות שהתקבלו על כל הכיתה כולה.

בשלב 1-2 נבחרה מטלה אחת מכל תלמיד מתוך מגוון מטלות בהן תרגלו שימוש בייצוגי ידע (כל מטלה הייתה על קטע שונה). בשלב 3 נבדקה מטלת ייצוג ידע על הקטע "השפעת ריכוז האנזים על קצב הפעילות האנזימאטית" (קטע אותו ביצעו לבד ללא סיוע המורה). בשלב 4 נבדקה מטלת ייצוג הידע במבדק העוסק ב"השפעת מעכב תחרותי ולא תחרותי על קצב פעילות האנזים".

עבור כל מטלה התבצע ניתוח כמותי ב- 3 מימדים שונים: ידע מדעי, מיומנות ייצוג הידע ואיכות התוצר. עבור כל מימד נבדקו שני קריטריונים שכל אחד מהם תרם ניקוד מקסימאלי של 2 נקודות. כלומר, עבור כל מימד ניתן ניקוד (ניקוד מקסימאלי לכל חלק 4 נקודות). פירוט אופן מתן הניקוד מופיע בפרק דרכי הערכה. בגרף המוצג מתוארים סיכום תוצאות הניתוח הכמותי עבור כל התלמידים הנבדקים בכל המטלות שהוגשו. פירוט הניתוח עבור כל תלמיד מצורף בנספח 5.



גרף 1

א. הוא תלמיד חזק בדרך כלל. הוא שקט מאוד ולא פעיל בכיתה אך יש לו ציונים טובים והוא עונה לשאלות שנשאלות בכיתה. ניתן לראות כי לאורך התהליך א. עשה שיפור בשימוש שלו בכלי ייצוגי הידע. הוא ידע להשתמש נכון בידע מתוך הטקסט ועם הזמן שיפר את המיומנות של בניית ייצוג ידע ואף יצר ייצוגי ידע איכותיים יותר.

ע. היא תלמידה חזקה מאוד ודומיננטית בכיתה. היא מגיעה להישגים גבוהים ופעילה מאוד בשיעורים. ניתן לראות בצורה די מפתיעה ולא צפויה כי התלמידה לא ידעה לעשות שימוש נכון בייצוגי ידע בתחילת התהליך. חלה קפיצה משמעותית באופן בניית ייצוג הידע במבדק.

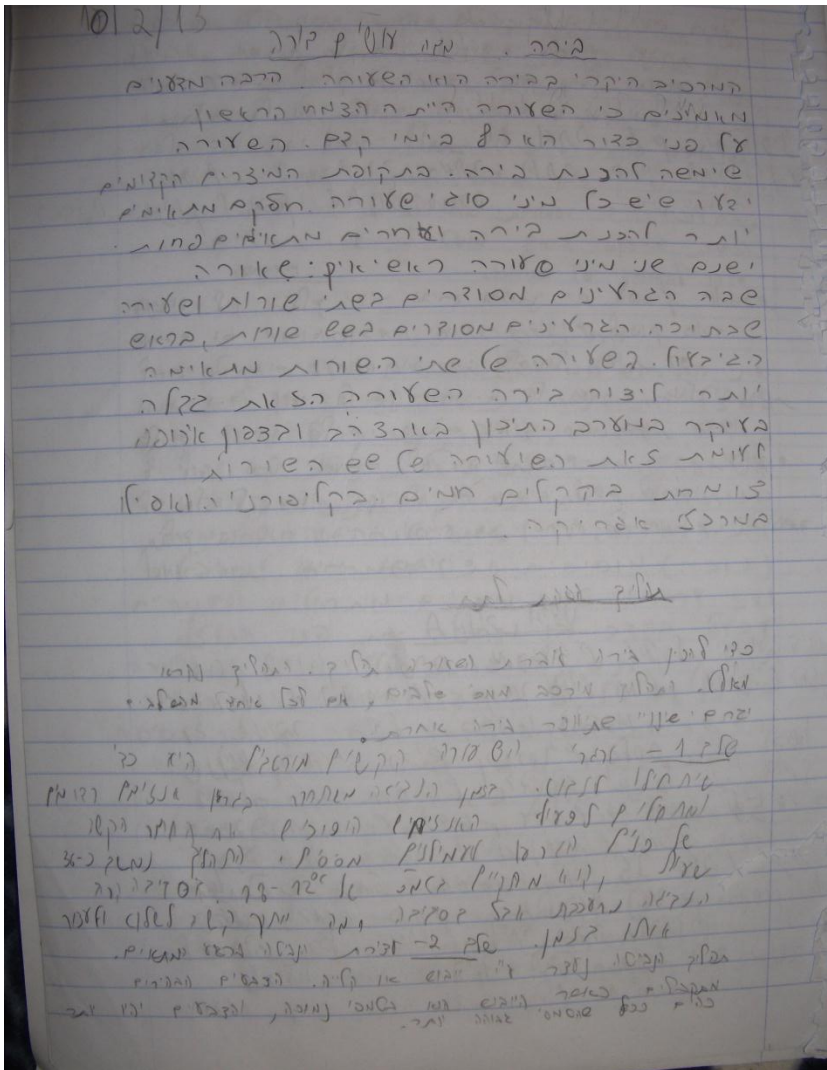
ע.ד. הוא תלמיד בינוני. לרוב לא משקיע בלימודים בזמן השיעור אך לומד לפני מבחנים ומגיע להישגים בינוניים. נראה כי בהתחלה התלמיד ניסה ליצור ייצוג ידע אך התקשה בכך. עם הזמן הוא עשה שיפור בשימוש בכלי.

ד.ס. היא תלמידה בינונית – חלשה בדרך כלל. מדובר בתלמידה שמנסה ומשתדלת אך בזמן המבחן לא מגיעה להישגים מעל לרמה בינונית. ניתן לראות שדווקא היא עושה שימוש די טוב בייצוגי הידע כבר מהשלב הראשון. נראה כי דווקא השיעור בו הדגמתי לתלמידים כיצד לבצע ייצוג ידע מסוג תרשים זרימה גרם לה הצליח בו פחות אך באופן כללי ניתן לומר כי כל המטלות שביצעה היו ברמה די טובה.

בהתבוננות על כלל התלמידים, בשלבים 1-2 ניתן לראות ש- 2 תלמידים ידעו לעשות שימוש בידע בצורה נכונה ואף הצליחו ליצור ייצוג ידע מתאים אך ברמה פשוטה עד בינונית. עם הזמן ניתן לראות אצל כמעט כל 4 התלמידים שיש שימוש טוב יותר במיומנות בניית ייצוג הידע ואף איכות התוצר שלהם השתפרה. בחלק מייצוגי הידע במבדק יש שילוב של כמה ייצוגי ידע שונים התורמים להבנה טובה יותר ומעמיקה יותר של הידע המובע בייצוג הידע.

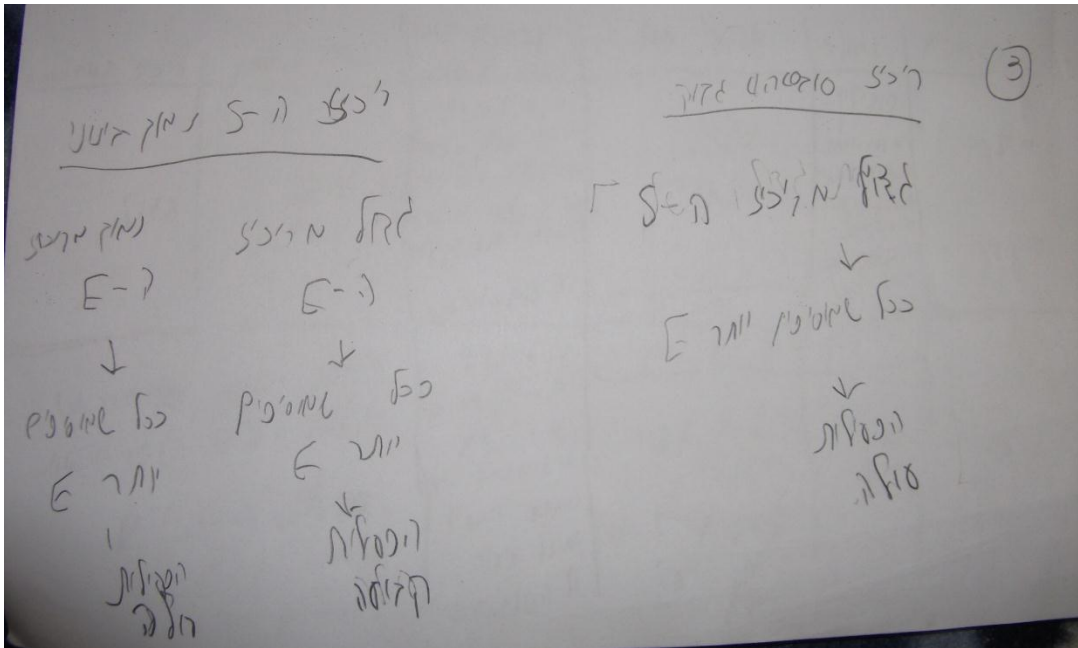
ייצוגי הידע של א.:

שלב 1-2



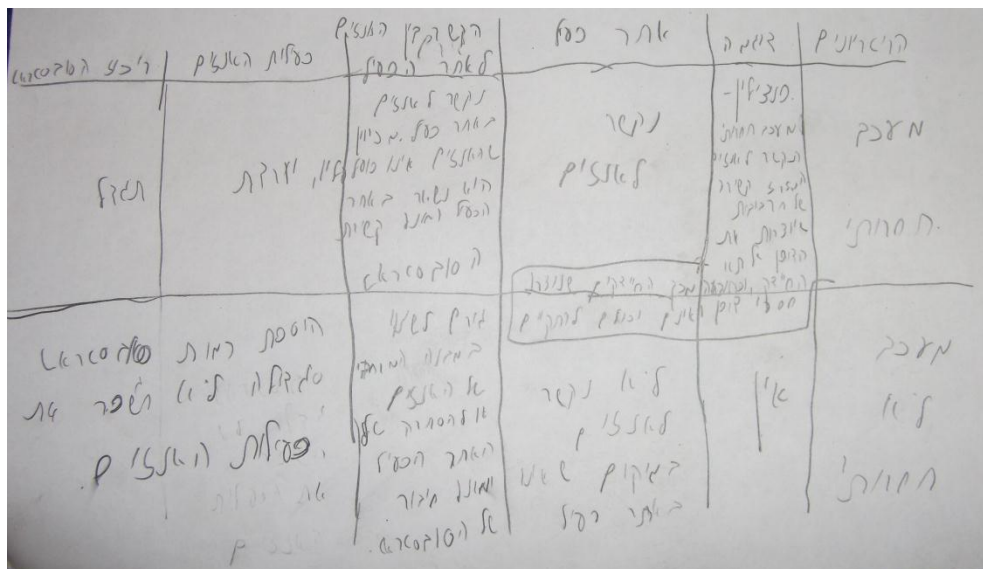
איור 1.א.

בשלב 1-2 א. בנה ייצוג ידע שהכיל סיכום ארוך מאוד על המאמר "ממה עושים בירה". נראה שהסיכום שלו הכיל את כל המידע שהופיע במאמר, א. לא הסיר פרטים כמעט כלל ואף חילק את הסיכום שלו לקטעים כפי שהמאמר חולק אך לא הייתה התייחסות לקשר בין הקטעים השונים, לא נראה שא. יצר משהו חדש ושונה בייצוג הידע ולא ברור מהו הרעיון המדעי העומד מאחורי ייצוג הידע. אמנם א. עשה שימוש במיומנות של בניית ייצוג ידע אך בצורה פשוטה מאוד ואף כמעט העתקה של הטקסט עצמו. בראיון א. התייחס לכך ואמר כי בשיעור הזה "היה מאוד ארוך ומשעמם. לא ממש השקעתי בלהבין יותר מדי כי לא היה לי חשק", "עשיתי סיכום במילים שלי מתוך מה שהיה כתוב שם. חלק גם ציטטתי מתוך הקטע עצמו".



איור 1.ב.

בשלב 3 א. בנה תרשים זרימה המתאר את השפעת ריכוז האנזים על קצב פעילותו. נראה שיש שימוש נכון רק בחלק מהידע המופיע בקטע. א. התבלבל בין הגורם המגביל כאשר ריכוז הסובסטר גבוה או נמוך. תרשים הזרימה בנוי היטב והוא מתאים לסוג הידע המופיע בקטע. ברור מהו הרעיון אותו א. רצה להעביר בייצוג הידע והוא יצר קשרים בין חלקים שונים של הקטע אם כי באופן חלקי.



איור 1.ג.

במבדק א. בנה טבלה המסכמת את ההבדלים בין מעכב תחרותי ללא תחרותי. א. עשה שימוש נכון ומדויק בידע שהופיע בקטע ואף התייחס לרמת המיקרו והמאקרו (קשר בין פעילות אנזימאטית לקישור לאתר הפעיל). הטבלה נבנתה בצורה טובה, ישנה התייחסות לקריטריונים רלוונטיים להשוואה בין המעכבים מסוגים שונים. ניתן להבין את הרעיון המובא בטבלה, אם כי יש חזרה לפעמים בחלק מהקריטריונים וחסר קשרים בין מרכיבים שונים של הטבלה. זהו ייצוג הידע הטוב ביותר שא. בנה.

א. עבר במהלך היוזמה שינויים רבים. הוא החל מסיכום פשוט מאוד של קטע ללא יצירת דברים חדשים והתקדם להתנסויות שונות ומגוונות (תרשימי זרימה וטבלאות). בייצוגי הידע שבנה רואים שיש שיפור ככל שהתנסה יותר בבניית ייצוגי ידע וניתן להבין יותר טוב את הרעיון המדעי שהציג.

ייצוגי הידע של ע.ק.:

שלב 1-2

5	4	3	2	1	קריאה
הקטע	הקטע	הקטע	הקטע	הקטע	הקטע
הקטע	הקטע	הקטע	הקטע	הקטע	הקטע
הקטע	הקטע	הקטע	הקטע	הקטע	הקטע
הקטע	הקטע	הקטע	הקטע	הקטע	הקטע

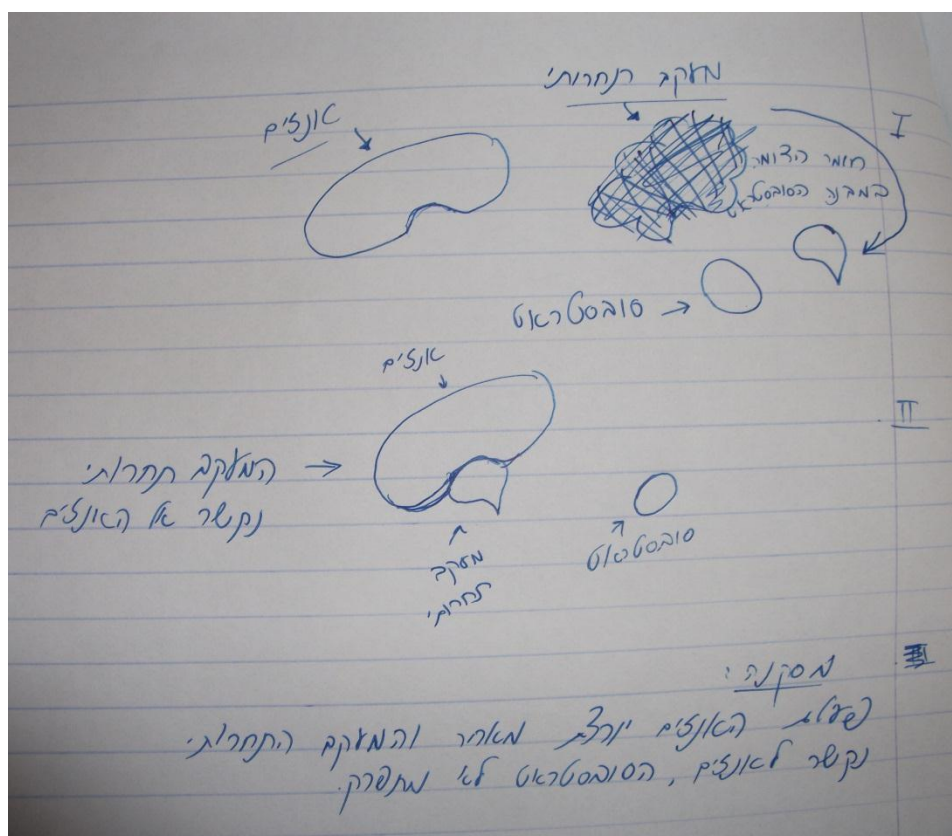
איור 2.א.

בניגוד לא. , ע.ק. נהגת לעשות שימוש בייצוגי ידע בדרך כלל. בשלב 1-2 ע.ק. יצרה ייצוג ידע בצורה של טבלה המסכמת את תוצאות הניסוי של היווצרות פלאקים במשטח חיידקים המכיל דיסקיות שונות הספוגות אנטיביוטיקות שונות. תוצאות הניסוי היו מתוארים בקטע הקריאה בצורה של תמונה וע.ק. יצרה את ייצוג הידע רק עבור אותה התמונה (התלמידים נדרשו לייצג ידע רק עבור חלק מסוים מהקטע קריאה). נראה שע.ק. ניסתה לעשות שימוש בייצוג ידע בטבלה אך לא ידעה כיצד לעשות זאת בצורה טובה וברורה. היא התייחסה לקריטריונים מועטים בלבד וכתבה מספרים בעמודות השונות מבלי להסביר למה הכוונה. רק לאחר שנשאלה בכיתה מה בנתה בדיוק היא הסבירה שנתנה מספר עבור כל פלאק שנוצר בתמונה ואז מילאה את הטבלה. במהלך השיחה איתה שאלתי אותה אם היא רוצה לנסות ליצור ייצוג ידע נוסף. בתגובה ענתה לי שהיא תמיד מכינה טבלאות כי כך היא מבינה הכי טוב. ע.ק. עשתה שימוש בידע המוצג בקטע אך באופן חלקי ולא בצורה מדויקת, היא לא התייחסה לקוטר הפלאק הנוצר ולמשמעותו, היא טעתה כאשר כתבה שבעמידות גדולה של החיידקים יש כמות גדולה של חיידקים שמתו. נראה היה שע.ק. מנסה לבנות ייצוג ידע והיא יודעת כיצד הוא אמור להיראות אך לא הייתה חשיבה על איך יש לבנות אותו בצורה המתאימה. בראיון עימה אמרה "טבלה זה מאוד עוזר לסכם את החומר ולעשות השוואות. יש סדר וארגון וזה ברור ומובן ופחות מלל. בהתחלה הייתי רגילה לטבלאות כי זה מה שאני רגילה מדרך כלל". כאשר שאלתי אותה על אפשרות ליצור ייצוגי ידע אחרים אמרה "לא חשבתי שזה יעזור לי לצייר בהתחלה. גם הייתי רגילה לטבלה כי תמיד השתמשו בה. שיטת הטבלה זה משהו שעשיתי כבר הרבה זמן. ציור לא חשבתי בהתחלה שיכול בכלל לסכם משהו אבל דווקא זה יותר נחמד".



איור 2.ב.

בשלב 3 ע.ק. בנתה ציור כדי להביע את הרעיון המופיע בקטע. היא הוסיפה גם חצים המקשרים בין הציור לבין החלקים הרלוונטיים בקטע. ע.ק. עשתה שימוש נכון בידע המופיע בקטע אך לא בצורה מספקת כדי להבין את משמעות הציור שלה. לא ברור מה הקשר בין מספר האנזימים והסובסטרטים שציירה לבין קצב הפעילות. ע.ק. יצרה חלוקה נכונה בין חלקי הציור אך לא קישרה בין החלקים השונים. נראה גם כי החצים שהוסיפה לקטע הקריאה הוסיפו סרבול לייצוג הידע ופחות תרמו לו. קשה להבין את הרעיון המדעי מאחורי הציור שלה בעיקר בשל חוסר בקשרים בין החלקים השונים של הציור ולידע שהופיע בקטע.



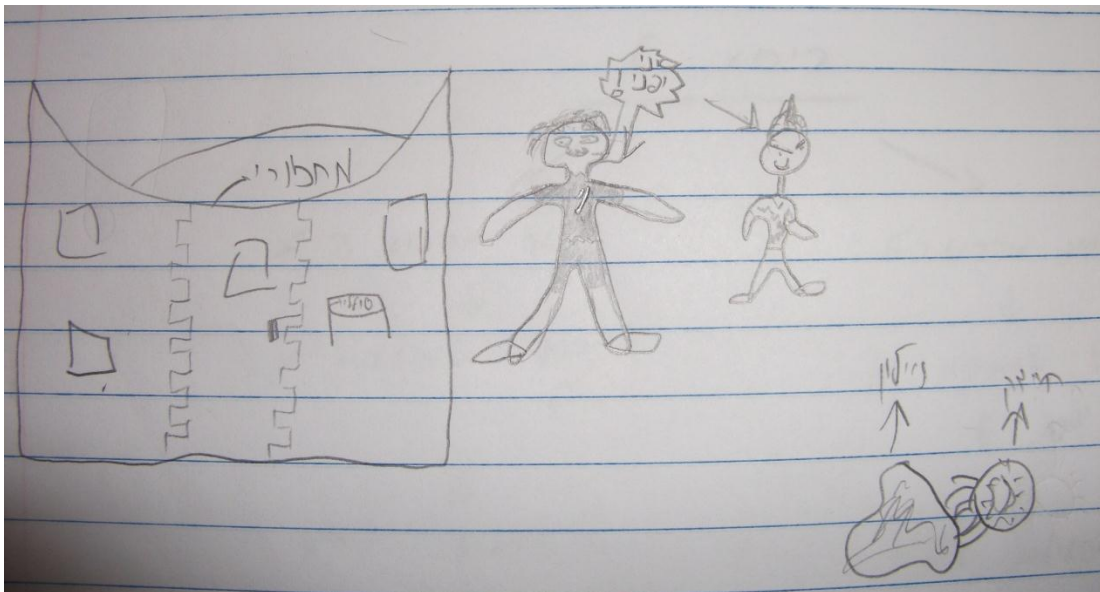
איור 2.ג.

במבדק ע.ק. יצרה ייצוג ידע חלקי (רק על מעכב תחרותי) מפאת חוסר זמן. התלמידה הוצאה במהלך אותו השיעור ולא הספקתי להשלים לה את המבדק. במבדק ע.ק. שוב ייצגה את הידע תוך ציור, אך הפעם נראה שיש שיפור משמעותי בהבנת הרעיון המדעי. יש שימוש נכון ומדויק בידע (רואים אפילו שבהתחלה היא טעתה ולאחר מכן מחקה את הציור הראשון ושינתה אותו – רואים כאן תהליך של בניית ידע) אם כי חסרה התייחסות למה קורה כאשר מוסיפים עוד סובסטרט. ייצוג הידע מתאים לתיאור הידע, ע.ק. ציירה את המעכב נקשר אל האנזים במקום הסובסטרט באתר הפעיל. יש הוספה של הסברים בצורה מילולית הפעם ולא תוך שימוש בחצים אל תוך הטקסט. ע.ק. אף הוסיפה בסוף מסקנה, מעין משפט המסכם עבודה את ייצוג הידע בצורה תמציתית. זהו ייצוג הידע הטוב ביותר שע.ק. בנתה במהלך היוזמה.

נראה שלאורך ההתנסות ע.ק., שהעידה על עצמה שבדרך כלל עושה שימוש בטבלאות, ניסתה להתמודד עם ייצוגי ידע מסוגים אחרים. היא התחברה יותר לציור ועם הזמן רואים שהיא למדה כיצד לעשות בציור שימוש טוב לצורך הבעה של רעיון ודרכו להביע את הידע בצורה טובה ונכונה.

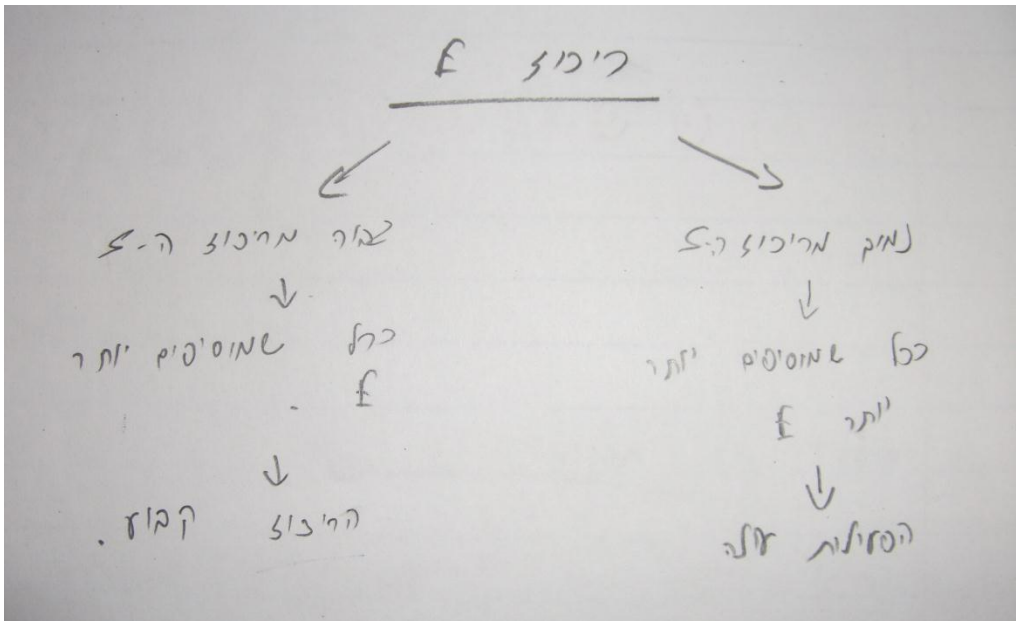
ייצוגי הידע של ע.ד.:

שלב 1-2



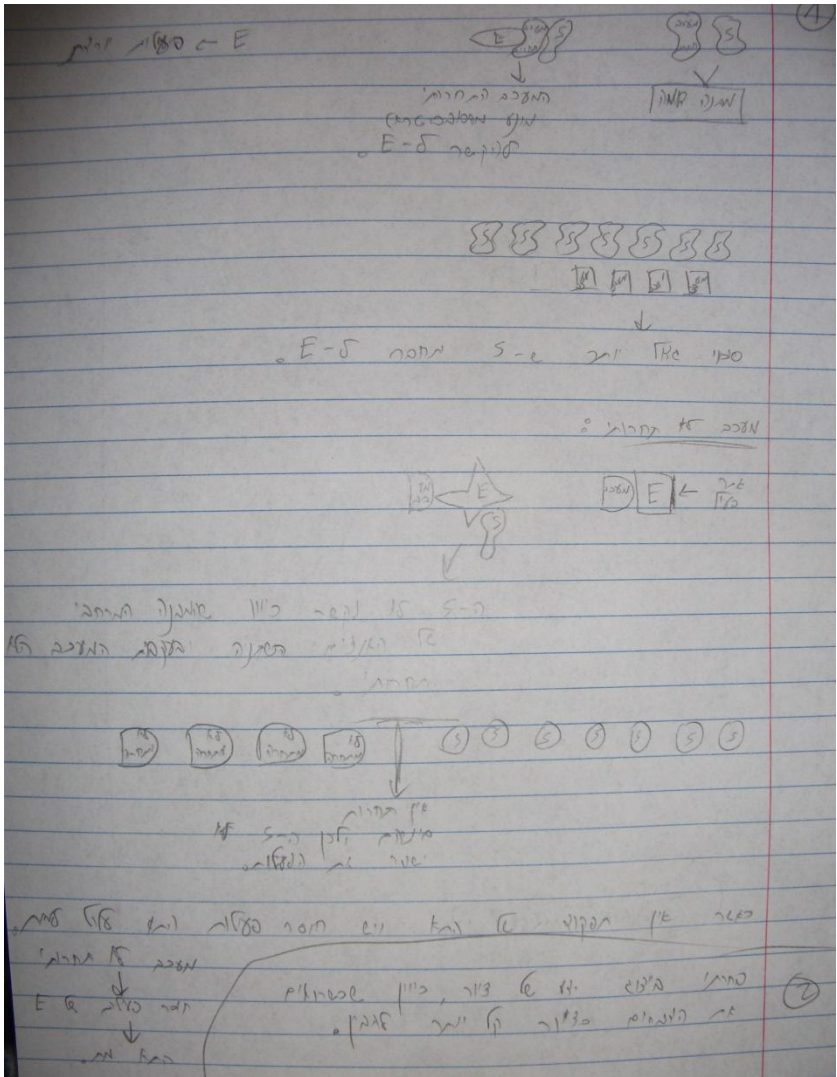
איור 3.א.

בשלב 1-2 ע.ד. יצר ייצוג ידע בצורה של ציור לכתבה "האם ישנם חיידקים שמפרקים פלסטיק?". נראה שע.ד. ניסה לעשות שימוש בידע שהוצג בקטע אך בצורה לא ברורה ובאופן חלקי. לא ברור כיצד נושא החיידקים שמפרקים פלסטיק קשור למבנה המחזורית המוכר להם מחיי היום יום. אין התייחסות לכל הידע הרלוונטי לייצוג הידע ואין קשרים בין מרכיבי ייצוג הידע השונים. נראה שע.ד. צייר 3 ציורים שונים שאין קשר ביניהם. כל זאת גורם לחוסר הבנה של הרעיון המדעי אותו רצה ע.ד. להעביר בייצוג הידע.



איור 3.ב.

בשלב 3 ע.ד. בנה תרשים זרימה. הידע המדעי בו עשה שימוש הוא נכון ומדויק אך חסרה התייחסות להפרדה בין התהליך בריכוז גבוה של סובסטרט לריכוז נמוך-בינוני. תרשים הזרימה בנוי בצורה ברורה ומובנת, יש הבנה של הרעיון המדעי אותו רצה להביע אם כי הוא חלקי ולא מכיל את כל הידע בקטע. נראה שבהשוואה למטלה הקודמת ע.ד. עושה שימוש טוב יותר בייצוג ידע בצורה של תרשים זרימה.



איור 3.ג.

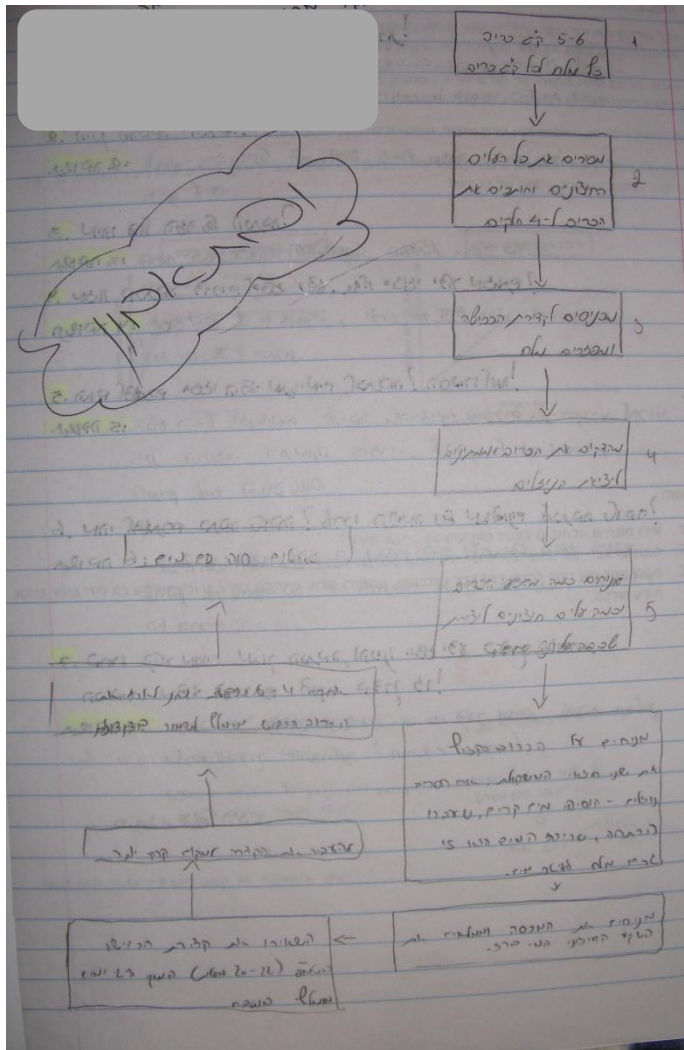
כל קובץ המועלה למרכז משאבים וירטואלי בהוראת המדעים והמתמטיקה נועד אך ורק לשימושם האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

במבדק ע.ד. בנה ייצוג ידע נרחב מאוד ועשה שימוש הן בציור, הן בהוספת חצים המזכירים תרשים זרימה והן במלל שהוסיף תוך כדי כל השילוב שעשה בייצוג הידע תרמו מאוד להבעת כל הידע שהוצג בקטע בצורה מלאה ונכונה. אך יחד עם זאת נראה שייצוג הידע מעט מסורבל וארוך. ברוב ייצוג הידע ניתן לראות ולהבין בבירור את הרעיון המדעי המובע אך בחלקו הרעיון פחות מובן. בזכות המלל שהוסיף בין ציור לציור יש בנייה של קשרים בין החלקים של ייצוג הידע והדבר נעשה בצורה טובה. כמו כן רואים שע.ד. יצר קישור בין רמת המיקרו ולמאקרו כאשר קישר בין פעילות האנזים לתפקוד התא ואף למוות של תא.

ע.ד. היה מאוד פתוח לרעיון של לבנות ציורים כדי להביע ידע אך בהתחלה רואים שלא הצליח להביע את הרעיון המדעי בעזרת ציור. אפשר לומר שכאשר נחשף לייצוגי ידע שונים הוא שילב בין כמה ייצוגי ידע ובנה מהם ייצוג ידע אחד נרחב ומובן יותר. עצם העובדה שהוא השתמש במאפיינים של תרשים זרימה בתוך ציור מרמזת על העובדה שבהתחלה הכלי של תרשימי זרימה היה חסר לו כדי לקשר בין מרכיבים שונים בציור.

ייצוגי הידע של ד.ס.:

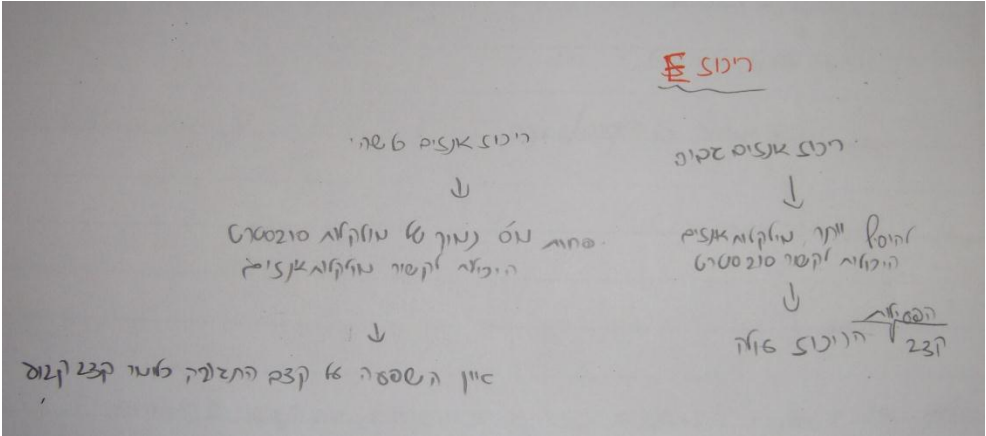
שלב 1-2



איור 4.א.

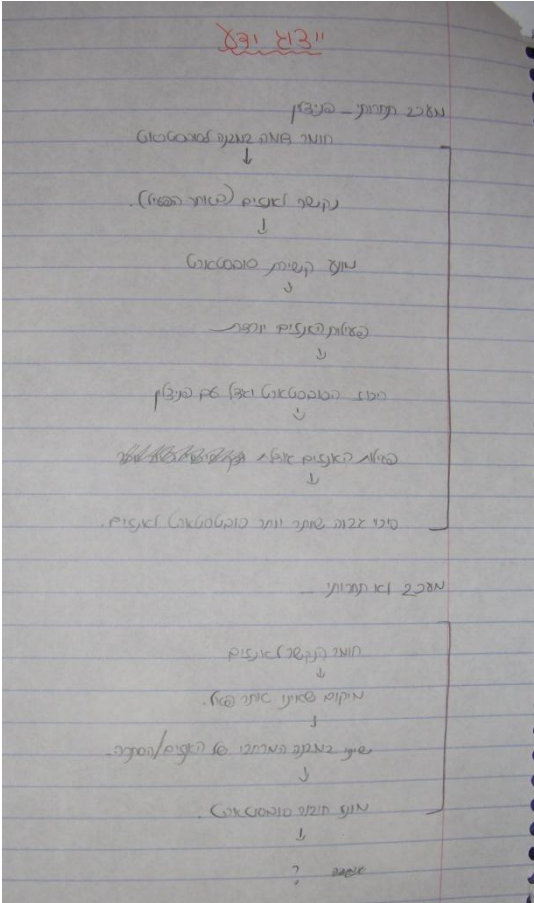
ד.ס. היא התלמידה היחידה מבין הארבעה שהתמידה בשיטת ייצוג הידע. כל ייצוגי הידע שבנתה לאורך כל התהליך היו בצורה של תרשימי זרימה.

בשלב 1-2 ד.ס. בנתה תרשים זרימה המתאר מתכון ליצירת כרוב כבוש מתוך טקסט "אמנות הכיבוש" העוסק בתסיסה. ד.ס. התייחסה לכל הידע המדעי הרלוונטי לייצוג הידע והיא בנתה תרשים זרימה ברור ומפורט. היא בנתה את תרשימי הזרימה בצורה של סדר כרונולוגי אך לא הוסיפה הרבה קישורים בין התהליכים השונים והרעיון המובע בתרשים הוא די דל בהתייחס לכתבה העוסקת בנושא תסיסה מיקרוביאלית.



איור 4.ב.

בשלב 3 דווקא חלה ירידה באיכות ייצוג הידע שבנתה ד.ס. נראה שהיא התייחסה רק לחלק מהידע המובע בקטע. אין הפרדה בין ריכוז סובסטרט גבוה לנמוך-בינוני ואין התייחסות לכל מרכיבי הידע הדרושים להבנת הידע. הידע שהציגה בחלקו לא נכון ולא מדויק, ניסוחיה לא ברורים ונראה שהיא מתבלבלת בין אנזים לסובסטרט. ייצוג הידע בצורה של תרשים זרימה מאוד דומה לשאר התלמידים (לכך אתייחס בדיון).



איור 4.ג.

במבדק ד.ס. שוב עשתה שימוש בתרשים זרימה. היא עשתה 2 תרשימים, כל אחד עבור מעכב מסוג אחר. כל הידע בו השתמשה הוצג בצורה נכונה אך בחלק השני חסרה סיומת של תרשים הזרימה, יש חץ בלי המשך (לא ברור מאיזו סיבה). ייצוג הידע מתאים לתיאור התהליך במקרה של קישור מעכב תחרותי לעומת לא תחרותי אך בחלק מהשלבים של תרשים הזרימה אין קשר

כל קובץ המועלה למרכז משאבים וירטואלי בהוראת המדעים והמתמטיקה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביוכימיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

נכון בין השלבים. ד.ס. הכניסה את הדוגמא לפניצילין ללא הוספה של הסבר מספק לקשר בינו לבין שאר התרשים. עם זאת יש הבנה של הרעיון המדעי אם כי באופן חלקי.

נראה שד.ס. היא תלמידה שרגילה ומעדיפה לעבוד בצורה של תרשימי זרימה. היא לא ניסתה כלל לעשות שימוש בייצוגי ידע אחרים. כאשר נשאלה בכיתה אם היא מעוניינת ליצור ייצוגי ידע נוסף היא ענתה שהיא רוצה רק תרשים זרימה. לא רואים שיש שיפור משמעותי בשימוש בייצוג הידע בהשוואה לכל המטלות שביצעה.

מטרה 2 – התלמידים יבנו ידע באמצעות ייצוגי הידע

בכדי להדגים את הבניית הידע שהתלמידים ביצעו בעזרת ייצוגי הידע אנתח באופן איכותני מטלות שונות ומגוונות שביצעו תלמידים שונים מכלל הכיתה (לא רק תלמידים שנכחו בכל השיעורים והגישו את כל המטלות). אתייחס למספר נקודות שעלו מתוך ייצוגי הידע המביעים את תהליך הלמידה והבניית הידע שהתלמידים ביצעו בעצמם.

קישור בין רמת מיקרו למאקרו

הן באיור 1.ג. והן באיור 3.ג. ניתן לראות כי התלמידים עשו שימוש במושגים מרמת המיקרו והמאקרו. באיור 1.ג. התלמיד א. קישר בין פעילות תקינה של האנזים לבין האתר הפעיל שלו. במידה והאתר הפעיל חסום על ידי מעכב הפעילות האנזימאטית לא תתרחש ועל כן לא ייווצר תוצר. באיור 3.ג., התלמיד ע.ד. גם יצר קשר בין רמת המיקרו למאקרו ואף בצורה רחבה יותר. התלמיד קישר בין פעילות לא תקינה של האנזים בשל נוכחות מעכב לבין חוסר תפקוד של התא כולו ואף מוות תאי. זהו קישור שלא נעשה אצל רוב התלמידים. הקשר בין הפעילות האנזימאטית לתפקוד התאי הופיע בקטע אך בצורה מאוד פשוטה. התלמיד ע.ד. יצר קישור מעבר לנאמר בקטע הקריאה.

קישור בין ידע קודם לידע חדש

באיור 5 ניתן לראות כי התלמידה ש. יצרה סיכום בעזרת טבלה של נושא התסיסה והנשימה. ייצוג הידע מעיד על כמה דברים. ראשית ניתן לראות כי התלמידה לא יצרה את ההבדל בין מושג הנשימה למושג התסיסה. שנית, התלמידה אמנם לא השתמשה בקריטריונים לצורך השוואה בין התהליכים אך היא מספרה את המשפטים שלה בצורה היוצרת השוואה נכונה בין שני התהליכים. זהו ייצוג ידע שאינו נלמד באופן כזה בכיתה. התלמידה יצרה אותו מתוך סיכום כתוב שהופיע באחת המצגות שנלמדו בכיתה. על כן מדובר בדבר חדש שיצרה מתוך ידע קודם שנלמד.

האתר למבחן

תסיסה אירובית ואנאירובית

1- נוכחות חמצן.	תסיסה אירובית
2- חמצן משתתף בתהליך התסיסה.	
3- תוצר אנרגיה (ATP) נוצר.	
4- תוצר מים.	
1- היעדר חמצן.	תסיסה אנאירובית
2- חמצן לא משתתף בתהליך התסיסה.	
3- תוצר אנרגיה (ATP) נוצר.	
4- תוצר מים.	

איור 5

דברים נוספים שעלו מתוך התוצאות

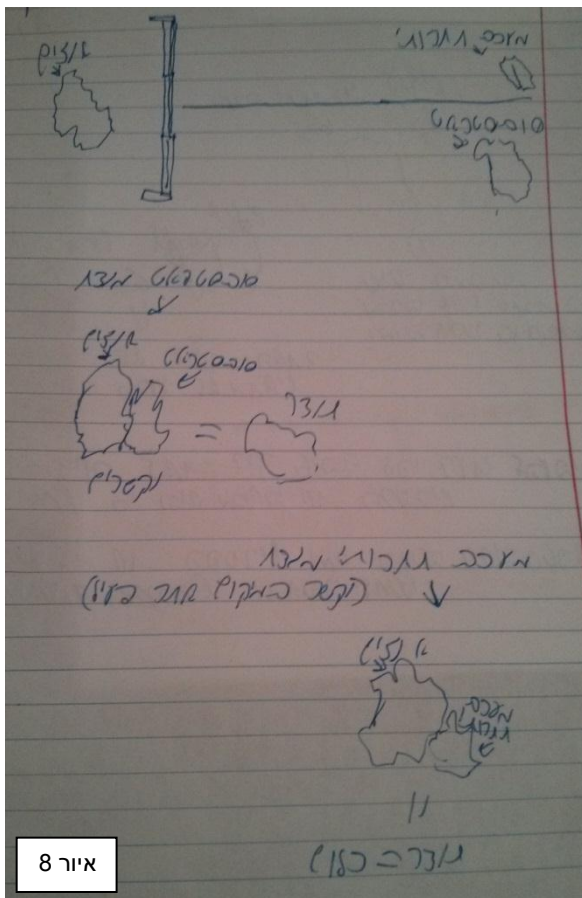
בניית ייצוגי ידע במקצועות אחרים

מתוך הראיונות שקיימתי עם 3 תלמידים מהכיתה עלה הנושא של השימוש בייצוגי ידע גם במקצועות אחרים. התלמידים בכיתה למדו שעות רבות בתגבורים לקראת הבגרות בלשון והיסטוריה ועל כן לא הופתעתי שנתנו דוגמאות בעיקר במקצועות אלו. מתוך דבריהם עלה כי כן נעשה שימוש במיומנות הזו אך לא בצורה מפורשת כפי שעשינו ביוזמה. ע.ק. אמרה בראיון "אני חושבת שזה כן חשוב לנו לדעת ללמוד איך לעשות דברים כאלה כי לא מלמדים את זה ככה כמו שלימדת". "גם בלשון היא עשתה לנו הרבה טבלאות וגם אנחנו בנינו טבלאות אבל זה תמיד לפי מה שמתאים ללשון ולא לפי משהו שאנחנו בונים לבד איך שבא לנו. אצלך יכולנו לעשות מה שאנחנו רוצים לפי איך שבא לנו ונראה לנו הכי טוב ולא היה חייב לבנות תרשים זרימה בלבד או טבלה בלבד. זה יותר פותח את האפשרויות שלנו". נראה כי בשאר המקצועות כן נעשה שימוש מסוים במיומנות אך לא בצורה המאפשרת מרחב עשייה ובניית ידע אצל התלמיד עצמו. על כן שאלתי את התלמידים בראיון כיצד הם לומדים למבחן. ע.ק. סיפרה כי "חיברנו שיר אני ועוד כמה חברים מהכיתה על הרצל והשתמשנו בציטוטים שלו מתוך הספר. (צוחקת ומצטטת לי את השיר). שיר זה כייף ומצחיק". א. אמר "גם עשיתי כמה ייצוגי ידע בהיסטוריה כי היו טקסטים שהוא הביא לנו אז עשיתי טבלאות שיקצרו את זה. בלשון אנחנו גם עושים הרבה טבלאות אז גם בלשון אני משתמש בזה". וק. אמר "בהיסטוריה בניתי תרשים לפי מה שקרה ולפי הסדר כזה. גם התייחסתי לכל קטע בנפרד בנקודות כאלו ואז קישרתי ביניהם בתרשים". אני סבורה כי עצם ההתנסות העצמית שלהם בבניית ייצוגי הידע השונים פתחה להם יותר אפשרויות ללמידה משמעותית. הם בעצמם מתנסים בבניית ידע בייצוגי ידע שונים כאשר הם לומדים למבחן וזה מחזק יותר את הנושא הנלמד. שמחתי מאוד לראות כי הם מפנימים את המיומנות ואף עושים בה שימוש במקצועות אחרים ולא נשארים רק בתחום התוכן שלנו. זוהי מיומנות שיש לעסוק בה באופן רוחבי בכל מקצועות הלימוד לדעתי והעובדה שהם התנסו בה גם בשאר המקצועות מחזקת את הדעה הזו אצלי אף יותר. התלמידים עצמם הרגישו את הצורך בבניית ייצוגי ידע לצורך הלמידה שלהם.

למידה חופשית ויצירתית

בשלב 3, השיעור היה בנוי כך שבהתחלה התלמידים יבצעו יחד איתי את המטלה ובניית ייצוג הידע בהתאם לתיאוריית השוליינות ולאחר מכן ינסו ליצור ייצוג ידע בעצמם. מתוך הדיון בכיתה עלה הרעיון של יצירת ייצוג ידע בצורה של תרשים זרימה. לאחר מכן, כאשר התבקשו התלמידים ליצור ייצוג ידע על קטע אחר, נראה כי רובם הגדול מאוד יצר תרשים זרימה המזכיר מאוד את זה שנעשה בכיתה בעבודה הכיתתית. דוגמאות לכך ניתן לראות באיור 1.3, 1.4 ו-1.5. כאשר ניתחתי את התוצרים האלו הרגשתי שייצוג הידע אינו מספיק טוב וחשתי שאולי הדבר טמון בכך שהתלמידים ניסו לחקות את ייצוג הידע שאני הדגמתי להם בכיתה. אך מאחר וייצוג הידע שנבנה בכיתה היה על קטע אחר, איכות התוצרים שהתקבלו היו פחות טובים וייצוגי הידע שבנו לא היה מתאים באופן מדויק לקטע. בראיון עם א. הוא התייחס לכך ואמר "פה (בתרשים) היה לי קשה יותר אז עשיתי לפי מה שעשית על הלוח והשתמשתי בזה. ופה (במבדק) עשיתי ממש לבד כי לא

היה לי דוגמא דומה וזה היה קשה יותר אז הייתי צריך לקרוא ולהבין טוב לפני שכתבתי אז זה גם לקח לי הרבה יותר זמן".



איור 8

ייתכן ואם הייתי מאפשרת להם יותר חופש פעולה, כמו בשאר השיעורים, הייתי מקבלת תוצרים טובים יותר ויצירתיים יותר. שמת לי לב שכאשר היה לתלמידים יותר חופש פעולה ויצירה התוצרים שלהם היו טובים יותר ויותר, כמובן שהתוצרים השתפרו גם עם הזמן ככל שהתנסו בכך יותר אך כאשר לא ניסו לחקות אותי הם הצליחו לייצג טוב יותר את הידע. כל תלמיד לפי ראות עיניו. באיור 8 למשל ניתן לראות כי התלמיד ר. צייר את ההבדל בין הקישור בין מעבב תחרותי לבין סובסטרט לאנזים אך עשה זאת תוך שימוש בהומור והתייחס לכך דרך תחרות בין המעבב לסובסטרט.

חשוב לציין שייתכן ומדובר דווקא בחוסר התנסות בבניית תרשימי זרימה. אולי היה צורך לאפשר לתלמידים להתנסות שוב בדוגמאות שונות בבניית תרשימי זרימה מגוונים וכאשר הם יכירו מגוון רחב יותר של תרשימים הם יצליחו לייצג את הידע בצורה טובה יותר.

ביוזמה זו רציתי ליצור סביבת למידה שונה בכיתה. הן ההוראה שלי והן הלמידה האישית של התלמידים סבבו סביב מיומנות של בניית ייצוגי ידע. ליוזמה הוגדרו שתי מטרות. האחת, לשפר את מיומנות בניית ייצוגי הידע בקרב התלמידים והשנייה לאפשר לתלמידים בניית ידע תוכני דרך ייצוגי הידע. מתוך ניתוח התוצאות זיהיתי לא רק כי התלמידים (4 התלמידים הנבדקים) שיפרו את אופן בניית ייצוגי הידע שלהם לאורך הזמן במהלך ההתנסות בכיתה ולא רק כי הם בנו ידע תוכני בייצוגי הידע הללו, אלא גם כי ניתן לראות בכל תלמיד את ההבנה שלו את הנושא ואת תהליכי החשיבה השונים. בעזרת ייצוגי הידע ניתן לאבחן תפישות שגויות המופיעות בייצוג הידע או את אופן הקישור שעושה התלמיד בין מושגים שונים או בין תחום התוכן לחיי היום יום. זיהיתי אף כי לכל אחד מהתלמידים שלי דרך שונה וייחודית לבניית הידע, דרך המאפיינת אותם כלומדים עצמאיים. תמיד העדתי על עצמי, אפילו במהלך השיעור עצמו, שאני לא מבינה כלום אלא אם אני מציירת לעצמי תרשים זרימה. במהלך היוזמה נחשפתי עוד יותר למשמעות של המילים שלי. גם עבור כל תלמיד יש את הדרך המתאימה לו ללמידה, חלקם בתרשימי זרימה, חלקם בטבלאות וחלקם בציורים או בשילובים שונים של ייצוגי הידע. ככל שהתקדמתי ביוזמה במהלך השיעורים בכיתה הבנתי עד כמה חשוב לאפשר לתלמידים להכיר ולהתנסות במגוון הרחב של אפשרויות ייצוג הידע כדי לתת להם את המרחב להתנסות ולגלות את הדרך הטובה ביותר ללמידה עבורם. כאשר הם לומדים על עצמם כיצד הם לומדים הכי טוב וכיצד הכי נוח להם לבנות ידע הם יוכלו לעשות בכך שימוש גם בעתיד בכל מקצועות הלימוד ובכלל ככלי בחיים. הרבה יותר פשוט ללמוד כאשר אדם מכיר את עצמו ואת הדרך הטובה לו ביותר. גיליתי כי דווקא בשיעור בו הנחתי אותם בבניית תרשים זרימה, הם פחות הצליחו ליצור ייצוג ידע המראה בניית ידע מאחר ונראה כי הם ניסו לחקות את התרשים שבניתי על קטע ידע אחר ולא יצרו משהו חדש ושונה משלהם. ייתכן והיה נדרש לתת להם משימות נוספות הדורשות בניית תרשים זרימה ולכן אין ביכולתי לומר בוודאות מהו ההסבר המדויק לכך. לעומת זאת, בשיעורים בהם נאלצו לבנות משהו חדש ללא כל מגבלה או מסגרת הם בנו ייצוג ידע כפי שהם תפשו את הידע במוחם וברוב המקרים, ככל שהתנסו יותר במיומנות, הם הצליחו ליצור ייצוג ידע איכותי יותר ובנו ידע בצורה מעמיקה יותר. בהתאם לגישה הביצועית לבחינת הבנה של תלמידים, שימוש בבניית ייצוגי ידע מהווה מטלה לא שגרתית עבור התלמידים ולכן הלמידה הייתה משמעותית יותר עבורם. עליהם להפעיל חשיבה ולפעול בגמישות בכדי ליצור תוצר של ייצוג ידע איכותי, ייחודי להם המעמיק בתחום התוכן. את תהליך החשיבה שנעשה בכל תלמיד ניתן לראות דרך ייצוג הידע שבנה. זיהיתי תלמידים שחושבים בצורה השוואתית בלבד, דרך טבלאות או תרשימים, זיהיתי תלמידים שחושבים בצורה כרונולוגית במעין תרשים זרימה וגם זיהיתי תלמידים גמישים יותר ויצירתיים שניסו לשלב כמה ייצוגי ידע יחדיו, כמו ציור ותרשים, כמו ציור בשלבים וכדומה. דרך התבוננות בייצוגי הידע עצמם ניתן היה לראות בכל תלמיד כיצד הוא יוצר את הקשרים במוחו בין מושגים שונים או נושאים שונים. ייצוג הידע משקף לתלמיד וגם למורה כמעין כלי אבחוני את המצב של התלמיד. ניתן לזהות תפישות שגויות ולטפל בהן באופן ממוקד תוך כדי השיעור מבלי להיתקל בכך במבחן בפעם הראשונה. ניתן לראות כיצד התלמיד מקשר בין ידע חדש לידע הקודם ולוודא שהדבר נעשה בצורה נכונה.

מיומנות ייצוגי הידע הינה חלק מאוסף מיומנויות המכונות "תקשורת מדעית טכנולוגית". (ספקטור לוי, שרץ ואלון, 2006). בכדי לפתח אותה יש לעשות בה שימוש נרחב לאורך זמן. במהלך הפעילות בכיתה, התלמידים התנסו במיומנות הזו בהקשרים שונים, לעיתים אף בתחומים מחוץ לתכנית הלימודים. דרך התרגול התלמידים למדו למיין מידע, לעבד אותו ולהציג אותו בצורה מתאימה המבדילה בן עיקר לטפל. גם כל אלה חלק ממיומנויות התקשורת המדעית טכנולוגית ודרך בניית ייצוגי ידע התלמידים פיתחו גם אותם. במהלך הראיונות שקיימתי עם מספר תלמידים כאשר הם נשאלו על איכות התוצרים שבנו עלו דברים כמו "אני עכשיו לא כל כך זוכרת בעצמי אז אולי אם הייתי כותבת טבלה הייתי נזכרת". "זה קצת לא מובן בדיוק בציוור מה יש יותר. אולי הייתי מוסיפה יותר מלל או כותרת שמרחיבה". "כאילו בראשון לא קישרתי בין הדברים שציירתי ובשני כן הוספתי יותר פירוט ושילבתי כזה כדי שיהיה יותר מובן". התלמידים עצמם הפעילו חשיבה וביקורת על איכות ייצוגי הידע שלהם ונראה כי ידעו לומר בדיוק מה היה חסר ומה עליהם לשפר. אני מאמינה שהתלמידים הגיעו למצב זה לאחר שעסקו במיומנות באופן מפורש והתנסו בה שוב ושוב. מתוך הדברים שעלו בראיונות נראה כי אם הייתי מאפשרת לתלמידים כולם להעריך ולתקן את ייצוגי הידע השונים שבנו במהלך היוזמה הייתי מאפשרת להם למידה משמעותית אפילו יותר. הם היו יכולים לתקן את עצמם ובכך לבנות את הידע שלהם בצורה מעמיקה יותר, נכונה יותר ומשמעותית יותר עבורם.

מתוך הראיונות עלה גם כי הם עושים שימוש בייצוגי ידע גם במקצועות אחרים כמו היסטוריה ולשון. אך מתוך מה שהתלמידים מתארים לא מדובר בבניית ייצוגי ידע באופן חופשי המאפשר לתלמיד לבנות את הידע בעצמו, אלא דרך לחזור ולסכם את החומר הנלמד. כחלק מתכניות הלימודים במגוון מקצועות הלימוד יש דגש על פיתוח מיומנות אוריינות שונות בקרב התלמידים. נראה כי יש שימוש במיומנות זו במקצועות אחרים אם כי בצורה מעט שונה. אני כן רואה צורך בעיסוק במיומנות בצורה המאפשרת לתלמיד להבין כיצד לבנות את ייצוגי הידע השונים, לפתח חשיבה ביקורתית על ייצוגי הידע שבנה וללמוד כיצד הוא יכול לעשות בכך שימוש בכדי ליצור ידע חדש בעצמו. כאשר שאלתי בראיון את אחת התלמידות האם לדעתה יש לשים דגש על כך בכיתה או לאפשר לתלמידים להתנסות בכך ללא הסברים, אמרה "זה ארוך יותר וגם כאילו לא קשור לנושא עצמו שלומדים. אבל אני חושבת שזה כן חשוב לנו לדעת ללמוד איך לעשות דברים כאלה כי לא מלמדים את זה ככה כמו שלימדתי". "גם בלשון היא עשתה לנו הרבה טבלאות וגם אנחנו בנינו טבלאות אבל זה תמיד לפי מה שמתאים ללשון ולא לפי משהו שאנחנו בונים לבד איך שבא לנו. אצלך יכולנו לעשות מה שאנחנו רוצים לפי איך שבא לנו ונראה לנו הכי טוב ולא היה חייב לבנות תרשים זרימה בלבד או טבלה בלבד. זה יותר פותח את האפשרויות שלנו". נראה כי היה משמעותי עבורה ועבור שאר התלמידים היכולת לבצע לבדם את המטלה תוך חשיבה שונה ולמידה פעילה יותר המאפשרת להם ליצור לבד ובאופן חופשי יותר.

הפיתוח של היוזמה וההתנסות בה בכיתה עורר בי מאוד את החשיבה להמשך הדרך. אני מאמינה כי מיומנות של ייצוג ידע מאפשרת למורה לעסוק במיומנויות נלוות תוך כדי ועל כן חשוב לעסוק בכך בכיתה במגוון רחב של שיעורים. כמורה המלמדת גם בחטיבת הביניים אני חושבת שיש לעסוק במיומנות הזו אפילו וכבר בחטיבת הביניים. אחרי המיצ"ב והמפמ"רים שהתקיימו השנה בכיתות ז', ח' ו-ט', נוכחתי עוד יותר לראות עד כמה המבחנים האלו מתסכלים את התלמידים.

שאלות בנושאים שעסקנו בהם בכיתה בצורה שונה נראו לתלמידים כחומר חדש שלא למדו מעולם רק משום שהם הופיעו בדרך שונה, בגרף או תרשים או טבלה. התלמידים לא ידעו לעשות שימוש בידע שלפניהם מאחר והיה צורך להבין את ייצוגי הידע השונים קודם למענה על השאלות. הרגשתי שהתלמידים היו מבוהלים תוך כדי הבחינה וזה חידד בי עוד יותר את המחשבה שדרך ההוראה שלנו בכיתה צריכה להשתנות. אם מורים יקדישו זמן, למרות העומס הכבד, בחטיבות הביניים ללמידה ותרגול של ייצוגי ידע שונים והן בניית ייצוגי ידע, אני מאמינה כי כן יהיה שיפור ביכולות התלמידים בשאלות הדורשות מהם יישום והבנה מעמיקה. ברוב השאלות שעסקו בייצוגי ידע התלמידים שלי ידעו את החומר הנלמד אך לא קישרו אותו כלל לשאלה. אני חושבת שעם שימוש נרחב במגוון ייצוגי ידע במהלך השנה כולה הייתי יכולה להגיע איתם להישגים טובים יותר ולהבנה טובה יותר. כאשר עיקר הפעילות הזו תתקיים בחטיבת הביניים, התלמידים יגיעו לחטיבה העליונה מוכנים יותר לעשות שימוש במיומנויות הנדרשות מהם במקצוע הביולוגיה. בעיקר בעבודות הביוחקר ובדוחות המעבדה עליהם לייצג ידע בצורה ייחודית ולא בדיוק כפי שנעשה בכיתה. רק לאחר שהם עסקו במיומנות הזו מספיק הם יוכלו ליצור בעצמם משהו חדש בצורה איכותית יותר. ייתכן ועדיף לרכוש את המיומנות בשכבות הנמוכות יותר בכדי להקל על העשייה בחטיבה העליונה. אני אסייג את עצמי ואומר שכמורה המלמדת בחטיבת הביניים מילים ומעשים לא תמיד הולכים יחדיו. הרצון לשפר את המיומנויות מאוד גדול אך עומס הלמידה הוא עצום אף יותר. על המורה להספיק ללמד תחומים רבים לעומק ונראה כי החלק שאמור להיות מוקדש למיומנויות נעלם קצת או לא מקבל את המקום הראוי לו. אך ביוזמה זו הוכחתי כי ניתן לשלב את מיומנויות הלמידה כדרך משגרת הלימודים. לא חייב ליצור שיעורים מיוחדים ולבנות מערכים ודפי עבודה מיוחדים לשם כך. ניתן לתת לתלמידים ליצור ייצוגי ידע קטנים בהתחלה מתוך קטעי מידע שונים בספרי הלימוד או מתוך סיכום שנכתב במחברת כחלק משיעורי הבית. עצם ההתעסקות של התלמיד ועצם העשייה והבנייה העצמית שלו מחדדת את המיומנות הזו עם הזמן.

השימוש ביוזמה הזו עורר בי שאלות נוספות להמשך. האם ניתן לדרוש ממגוון התלמידים בכיתה ליצור ייצוגי ידע? מה עם התלמידים החלשים מאוד? אולי יש ליצור עבורם סביבת למידה פשוט יותר בצורה מעט שונה? האם זו דרך הוראה המתאימה למורים נוספים? מדובר בפעילות הדורשת מהמורה לתת חופש לתלמידים ומורים רבים מתקשים בכך. כיצד משלבים בהוראה והלמידה גם מיומנויות נוספות? כמו איסוף ידע ממקורות שונים ועיבוד נתונים.

ביבליוגרפיה

חוזר מנכ"ל תשס"ה/2, סעיף 3

אתר הפיקוח של משרד החינוך

שירלי מידזנסקי. (2008). למידה סביב תוצר והערכה שזורה בלמידה. מוט"ב כעת, גיליון מספר 2 , 10-12.

ספקטור-לוי, א. שרץ, ז. אלון, ב. (2006). "ללמ(ו)ד כיצד ללמוד". קריאת ביניים – ביטאון למורי מוט"ב בחט"ב, גיליון 9, 15-21.

Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), Knowing, learning, and instruction. Essays in honor of Robert Glaser (pp. 453–494).

George E. Newell. (2008). How Alternative Theories of School Writing Account for Student Performance. *Handbook of Writing Research*. 235-246

Mark McDermott. (2010). More than Writing – to – Learn. *The Science Teacher*. 32-36

Mayer, R.E. (1989). *Models for Understanding*. Review of Educational Research, 43-64.

Randall Davis, Howard Shrobe and Peter Szolovits. (1993). *What Is a Knowledge Representation?*. AI magazine volume 14 number 1. 17 – 33.

Wiske, M. ed. (1998). *Teaching for Understanding*. Jossey – Bas Publishers.

William P. Baker (2008) , et al., Writing to Learn in the Inquiry-Science Classroom: Effective Strategies from Middle School Science and Writing Teachers.

נספחים

נספח 1 - כיצד משפיע ריכוז הסובסטרט על קצב הפעילות האנזימאטית?

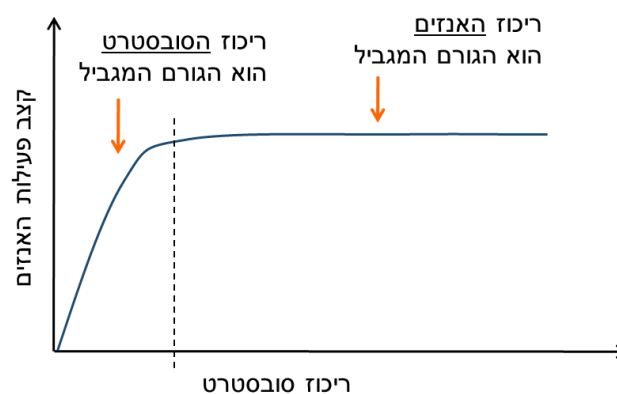
בליווי המורה

מאחר שבתגובה האנזימטית סובסטרט הופך לתוצר, ריכוז הסובסטרט משפיע על קצב התגובה האנזימטית.

ככל שריכוז הסובסטרט גבוה יותר, יש יותר התנגשויות אנזים-סובסטרט, ולכן נוצרים יותר תוצרים ביחידת זמן, כלומר, קצב התגובה האנזימטית עולה!

ככל שריכוז הסובסטרט עולה, קצב התגובה יעלה. ואולם, מרמת ריכוז כלשהי של סובסטרט, כל מולקולות האנזים "תפוסות" על ידי סובסטרט, והעלאת ריכוז הסובסטרט מעל רמה זו לא תשפיע על קצב התגובה.

עד לרמת ריכוז זו הסובסטרט הוא גורם מגביל, ומנקודה זו ואילך האנזים הוא הגורם המגביל.



משימה:

1. אילו מונחים הכתובים בקטע מופיעים גם בייצוג הידע?
2. סמנו על גבי ייצוג הידע תהליכים / ידע נוסף שנראה לכם רלוונטי לצורך הבנת הייצוג.
3. הכינו ייצוג ידע נוסף לקטע בכל דרך שתבחרו. הסבירו מדוע בחרתם בדרך זו וכיצד הידע בא לידי ביטוי בייצוג הידע שלכם.

נספח 2- כיצד משפיעים הטמפרטורה וה- PH על קצב הפעילות האנזימאטית?

עבודה עצמית – בסיוע המורה

כדי להבין כיצד הטמפרטורה ורמת ה-pH (חומציות) משפיעים על קצב התגובה האנזימטית, חשוב לזכור שמרבית האנזימים הם חלבונים. לכל חלבון יש מבנה מרחבי אופייני (כמעין פקעת). פעילותם הביולוגית של החלבונים תלויה במבנה המרחבי שלהם.

המבנה המרחבי של החלבון מושפע מגורמים כמו טמפרטורה ורמת ה-pH : שינויים קיצוניים בגורמים אלו עלולים להביא לדנטורציה = הרס המבנה המרחבי של החלבון.

כאשר המבנה המרחבי של האנזים משתנה, ההתאמה בין האתר הפעיל לסובסטרט נפגעת והאנזים מאבד את פעילותו.

משימה:

1. הכינו ייצוג ידע המתאר את הידע המופיע בקטע.
2. הסבירו מדוע בחרתם בדרך זו.
3. הסבירו כיצד הידע בא לידי ביטוי בייצוג הידע שלכם.

טמפרטורה

לכל אנזים יש טמפרטורה מיטבית (אופטימלית) לפעילותו. זו הטמפרטורה שבה האנזים פועל בקצב מקסימלי. עד לטמפרטורה המיטבית: ככל שעולה הטמפרטורה, יש יותר התנגשויות אנזים-סובסטרט ולכן גם קצב התגובה האנזימטית עולה.

מעל לטמפרטורה זו: האנזים עובר דנטורציה (= הרס המבנה המרחבי של החלבון), וכך ההתאמה בין האתר הפעיל לסובסטרט נפגעת, האנזים מאבד את פעילותו וקצב התגובה יורד.

משימה:

1. הכינו ייצוג ידע המתאר את הידע המופיע בקטע.
2. הסבירו מדוע בחרתם בדרך זו.
3. הסבירו כיצד הידע בא לידי ביטוי בייצוג הידע שלכם.

PH

האנזימים רגישים מאוד לרמת ה-pH, ולכל אנזים יש pH מיטבי לפעולתו. ב-pH המיטבי יש התאמה מושלמת בין המבנה המרחבי של האתר הפעיל לבין הסובסטרט.

ככל שה-pH בסביבה מתרחק מה-pH המיטבי לאותו אנזים (לכיוון החומצי או הבסיסי), חל שינוי במבנה המרחבי של האנזים ומידת ההתאמה שלו לסובסטרט פוחתת, ולכן קצב התגובה האנזימטית יורד.

בערכי pH קיצוניים, האנזים עובר דנטורציה ומאבד את פעילותו לחלוטין.

משימה:

1. הכינו ייצוג ידע המתאר את הידע המופיע בקטע.
2. הסבירו מדוע בחרתם בדרך זו.
3. הסבירו כיצד הידע בא לידי ביטוי בייצוג הידע שלכם.

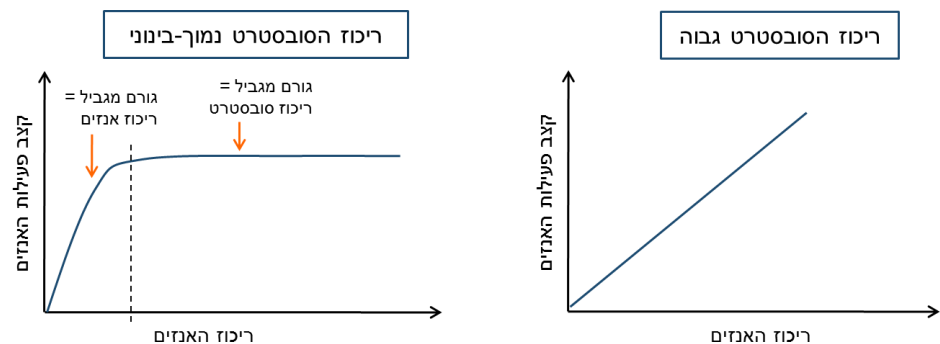
נספח 3- כיצד משפיע ריכוז האנזים על קצב הפעילות האנזימאטית? עבודה עצמית

ככל שריכוז האנזים גבוה יותר, יש יותר מולקולות אנזים היכולות לקשור סובסטרט ולזרז את הפיכתו לתוצר. לכן, ככל שריכוז האנזים עולה, גם קצב התגובה האנזימטית עולה.

ואולם, מרמת ריכוז כלשהי של אנזים לא יהיו מספיק מולקולות סובסטרט כדי להיקשר לכל מולקולות האנזים, ולכן העלאת ריכוז האנזים לא תשפיע על קצב התגובה.

עד לרמת ריכוז זו, האנזים הוא גורם מגביל, ומנקודה זו ואילך הסובסטרט הוא הגורם המגביל.

שימו לב! כאשר ריכוז הסובסטרט גבוה, רק ריכוז האנזים הוא גורם מגביל, ולכן, ככל שיעלה ריכוז האנזים, כך יעלה גם קצב התגובה: נקבל עקומה של קו ישר!



משימה:

1. אילו מונחים הכתובים בקטע מופיעים גם בייצוג הידע?
2. סמנו על גבי ייצוג הידע תהליכים / ידע נוסף שנראה לכם רלוונטי לצורך הבנת הייצוג.
3. הכינו ייצוג ידע נוסף לקטע בכל דרך שתבחרו. הסבירו מדוע בחרתם בדרך זו וכיצד הידע בא לידי ביטוי בייצוג הידע שלכם.

נספח 4 - מבדק ייצוגי ידע

קטע: מעכבי אנזימים

ישנם 2 סוגים של חומרים המעכבים את פעילות האנזים:

* מעכב תחרותי-

חומר הדומה במבנה לסובסטרט. כאשר הוא נמצא במצע, הוא נקשר לאנזים באתר הפעיל. מכיוון שהאנזים אינו פועל עליו, הוא נשאר באתר הפעיל ומונע קשירת הסובסטרט. לכן פעילות האנזים יורדת. ככל שריכוז הסובסטרט תגדל, עם מעכב תחרותי, פעילות האנזים תעלה כיוון שהסיכוי שיתחבר יותר סובסטרט לאנזים ממעכב יעלה.

פנצילין - מעכב תחרותי הנקשר לאנזים המזרז קשירה של תרכובות שיוצרות את הדופן של תא החיידק, וכתוצאה מכך החיידקים שנוצרו חסרי דופן ואינם יכולים להתקיים.

* מעכב לא תחרותי-

חומר הנקשר לאנזים במיקום שאינו באתר הפעיל. הוא גורם לשינוי במבנה המרחבי של האנזים או להסתרה של האתר הפעיל ומונע חיבור של הסובסטרט. הוספת כמות סובסטרט גדולה לא תשפר את הפעילות כיוון שהוא אינו מתחרה עם הסובסטרט על האתר הפעיל. מעכב לא תחרותי מסוכן מאוד לתאים כי הוא עלול לגרום לחוסר פעילות של אנזימים הנחוצים להתקיימות התא.

משימה:

1. הכינו 2 ייצוגי ידע מסוגים שונים המתארים את הידע המופיע בקטע.
2. הסבירו מדוע בחרתם בדרכים אלו.
3. הסבירו איך בא לידי ביטוי הידע שבקטע בייצוגי הידע שלכם.

נספח 5 – פירוט ניתוח כמותי – שימוש נכון בייצוג הידע

פירוט ניתוח כמותי - שימוש נכון בייצוג הידע											
שם תלמיד			א.			ע.ק.			ע.ד.		
קריטריונים	שלב 1-2	שלב 3	מבדק	שלב 1-2	שלב 3	מבדק	שלב 1-2	שלב 3	מבדק	שלב 1-2	שלב 3
הידע המדעי נכון	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	2
מתואר כל הידע הנדרש להבנת ייצוג הידע	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1
ידע מדעי	4	3	4	2	2	3	2	3	4	2	3
ייצוג הידע מתאים לסוג הידע המתואר	1	2	2	1	0	2	1	2	1	2	2
כל מרכיבי ייצוגי הידע נמצאים בצורה נכונה	1	2	2	0	1	2	1	1	2	1	1
מיומנות	2	4	4	1	1	4	2	3	3	3	3
קיימים הקשרים נכונים בין מרכיבי ייצוגי הידע	0	1	1	0	1	2	0	1	2	0	1
ייצוג הידע מאפשר הבנה של רעיון כלשהו	1	2	2	0	0	2	0	2	1	2	2
איכות התוצר	1	3	3	0	1	4	0	3	2	2	3
סה"כ	7	10	11	3	4	11	4	9	10	9	7

נספח 6 - תמלול ראיונות אישיים

ראיון עם א.

רויטל: קודם כל רציתי לומר לך תודה שהסכמת להתראיין. אני יודעת שאתם בין תגבורים ושאתם בלחץ לקראת הבגרויות אז אני ממש ממש מודה לך שמצאת את הזמן לשבת איתי ואני מאחלת לך המון בהצלחה.

א.: תודה, אני מקווה לטוב.

רויטל: אז בוא נתחיל. השנה התחלנו ללמוד ביוטכנולוגיה בצורה מסוימת ואז באמצע השנה היה משהו קצת שונה בלמידה שלנו. אתה יכול לתאר לי מה היה שונה?

א.: הייצוגי ידע. איך להסביר את זה?! למדנו בהתחלה על ביוטכנולוגיה עצמה ואז שינית נושא לאיזה משהו שלא קשור למה שלמדנו... ומצד אחד זה היה מבלבל ומצד שני הוא היה יותר קל.

רויטל: מה הכוונה יותר קל? יותר מבלבל?

א.: כאילו בלי כל הסיבוכים של לזכור דברים בעל פה כמו בתחילת שנה אבל המבחנים שקיבלתי היו פחות טובים ברבעון האחרון לעומת תחילת שנה. כאילו הייצוגי ידע הורידו לי דווקא בציון.

רויטל: ואתה חושב שזה קשור לייצוגי הידע? למה אתה מתכוון בדיוק?

א.: לא יודע, זה מה שקרה. אני לא יודע אם זה קשור לזה. אולי זה העומס בשאר המקצועות גם.

רויטל: אני רוצה להראות לך כמה דברים (מראה לתלמיד את כל ייצוגי הידע שלו מהתהליך לפי סדר כרונולוגי). אני רוצה לשאול אותך מה אתה לומד מתוך זה? אם אתה רואה כאן משהו?

א.: הטבלה הייתה הכי קלה לי, אני הצלחתי יותר טוב. בתרשים זרימה היה לי קשה יותר אבל השתמשתי במה שאת הדגמת לנו על הקטע הקודם, כאילו לפי מה שהסברת על החצים ואיך לכתוב. היה לי כמו מסגרת כזו שהבאת לנו ואז הכנסתי לתוך זה את הידע מהקטע הזה. והראשון עשיתי לפי הקטע שהבאת, עשיתי סיכום במילים שלי מתוך מה שהיה כתוב שם. חלק גם ציטטתי מתוך הקטע עצמו.

רויטל: (חוזרת על מה שאמר בקצרה כדי לסכם אותו) אתה יכול לומר לי מה הרגשת בכל אחד מהשיעורים האלו? מה כל אחת מהמטלות דרשה ממך?

א.: פה (הקטע הראשון) היה מאוד ארוך ומשעמם. לא ממש השקעתי בלהבין יותר מדי כי לא היה לי חשק. פה (בתרשים) היה לי קשה יותר אז עשיתי לפי שעשית על הלוח והשתמשתי בזה. ופה (בקטע האחרון) עשיתי ממש לבד כי לא היה לי דוגמא דומה וזה היה קשה יותר אז הייתי צריך לקרוא ולהבין טוב לפני שכתבתי אז זה גם לקח לי הרבה יותר זמן.

רויטל: אתה זוכר מה כתבת בכל אחד מייצוגי הידע האלו?

א.: אממ... האמת בראשון ממש לא. אני גם לא חושב שהבנתי הכל באותו השיעור שעשינו את זה. את הטבלה אני הכי זוכר, גם ממש השקעתי בה.

רויטל: לאילו עוד דברים אתה שם לב מתוך ייצוגי הידע שלך?

א.: זה (הטבלה) מזכיר את מה שאנחנו עושים גם בלשון. המורה אומרת לנו להכין הרבה טבלאות כל הזמן כדי להשוות. זה טוב כי זה עוזר לי לכתוב בקצרה ובלי הרבה מילים דברים חשובים. בגלל זה גם רציתי לעשות בשיעור הזה טבלה, כי התרגלתי לזה.

רויטל: מה הכוונה לכתוב בקצרה דברים חשובים? איך טבלה מסייעת לך בזה?

א.: כי ככה הפרטים יותר בולטים לעיניים. זה עושה את זה יותר מסודר.

רויטל: תוכל להשוות לי בבקשה בין ייצוג הידע בתרשים לעומת בטבלה? איך עשית כל אחד מהם?

א.: מהעתיקה מהלוח (תרשים זרימה) את עשית משהו אחר ולא בדיוק כמו שעשיתי. מחקתי הרבה דברים והתלבטתי עד שכתבתי את זה ועד שהחלטתי שזה נכון.

בטבלה לא היה לי למה להשוות אז עשיתי לפי הידע שכתוב בקטע.

רויטל: מה הכוונה לפי הקטע?

א.: ניסיתי למצוא קריטריונים שהמצאתי מתוך הקטע. נגיד כתבו בשני המקרים על הקישור של האנזים אז כתבתי את זה בתור קריטריון ואז עשיתי השוואה בין שני המעכבים.

רויטל: איך אתה לומד בדרך כלל למבחן?

א.: לאיזה מבחן?

רויטל: באופן כללי. תוכל גם לתת דוגמאות אם תרצה.

א.: במתמטיקה אני רק מתרגל. בהיסטוריה ראיתי גם סרטים שהיו בטלוויזיה, עניתי על שאלות שהוא נתן לנו בכיתה. גם עשיתי כמה ייצוגי ידע בהיסטוריה כי היו טקסטים שהוא הביא לנו אז עשיתי טבלאות שיקצרו את זה. בלשון אנחנו גם עושים הרבה טבלאות אז גם בלשון אני משתמש בזה.

רויטל: אני ממש מודה לך על הראיון. למדתי ממך ומהתשובות שלך הרבה. ושיהיה בהצלחה בבגרויות שעוד נשארו.

א.: תודה רויטל. שיהיה גם לך בהצלחה בעבודה.

ראיון עם ע.ק.

רויטל: היי ע., מה שלומך? הרבה זמן לא ראיתי אותך.

ע.ק.: הכל בסדר. קצת עמוסים אבל יהיה בסדר.

רויטל: קודם כל אני רוצה לומר לך תודה שבאת אחרי המתכונת. זה לא מובן לי מאליו ואני ממש מעריכה את זה.

ע.ק.: בכיף. שטויות.

רויטל: אני רוצה לשאול אותך מספר שאלות, לא אקח הרבה מזמנך. קודם כל תוכלי לתאר לי בבקשה מה היה שונה בשיעורים שלנו בתקופה האחרונה לעומת תחילת השנה?

ע.ק.: כן, לימדת אותנו על ייצוגי ידע. כאילו על איך לארגן את הידע שלנו ולהציג אותו בצורה טובה. עשינו כמה שיעורים על זה עם כל מיני נושאים וכתבות שונות.

רויטל: עשית שימוש באחד מייצוגי הידע האלו? אולי גם בשיעורים אחרים?

ע.ק.: כן, חיברנו שיר אני ועוד כמה חברים מהכיתה על הרצל והשתמשנו בציטוטים שלו מתוך הספר. (צוחקת ומצטטת לי את השיר). שיר זה כייף ומצחיק.

רויטל: באמת? איזה יופי. אני ממש שמחה לשמוע שאתם עושים שימוש בדברים שלמדנו בכיתה. אני רוצה להראות לך ייצוג ידע שהכנת לי (ייצוג ידע שלב 2-1). מה את יכולה לומר לי מתוך הטבלה? מה את מבינה ממנה? מה עשית פה?

ע.ק.: עשיתי פה השוואה בין עמידות החיידקים לבין כמה מתו.

רויטל: מה את חושבת על ייצוג הידע? הוא טוב? היית משנה בו משהו?

ע.ק.: אממ... אני חושבת שחסרה פה כותרת.

רויטל: מה הכוונה כותרת?

ע.ק.: כאילו שיהיה ברור על מה הטבלה. על מה מדובר. אני עכשיו לא כל כך זוכרת בעצמי אז אולי אם הייתי כותבת טבלה הייתי נזכרת.

רויטל: אוקיי. אני רוצה להראות לך את הייצוג הבא שהכנת לי (ייצוג ידע שלב 3). מה תוכלי לומר לי על זה?

ע.ק.: אממ, פה ציירתי את כל הידע שהיה בקטע.

רויטל: מה הרעיון המדעי שמופיע פה?

ע.ק.: רואים את האנזים ואת כמות הסובסטרט ואת קצב הפעילות.

רויטל: אוקיי, מה הפעם היית משנה? מה טוב בייצוגי הידע?

ע.ק.: אמממ... זה קצת לא מובן בדיוק בציור מה יש יותר. אולי הייתי מוסיפה יותר מלל או כותרת שמרחיבה.

רויטל: אוקיי. ועכשיו אני רוצה להראות לך את ייצוג הידע האחרון שהכנת. (ייצוג ידע מהמבדק)

ע.ק.: וואי פה זה ממש שונה.

רויטל: למה את מתכוונת?

ע.ק.: קודם כל יש יותר מלל אז זה מובן יותר מה ציירתי ומה הקשר בכלל.

רויטל: תוכלי להסביר לי בבקשה את ייצוג הידע?

ע.ק.: רואים פה את המעכב התחרותי שהוא דומה במבנה שלו לסובסטרט. נניח אם לאנזים יש שקע כזה ששם אמור להתחבר הסובסטרט אז המעכב בגלל שהוא דומה לו הוא נקשר במקומו ואז הוא מעכב את הפעילות של האנזים.

רויטל: מה ההבדל בין ייצוגי הידע השונים שלך? (מראה לתלמידה את כל ייצוגי הידע)

ע.ק.: באחרון ממש הסברתי על כל ציור ומהו הוא אומר. גם הוספתי מסקנה שמסכמת הכל ביחד. נראה לי שככה מבינים יותר טוב מה היה בקטע.

רויטל: את חושבת שלעסוק בייצוגי ידע זה משהו חשוב לתלמידים? אולי אין באמת טעם לעסוק בזה בשיעור עצמו? זה גוזל המון זמן ומאמץ.

ע.ק.: כן, זה ארוך יותר וגם כאילו לא קשור לנושא עצמו שלומדים. אבל אני חושבת שזה כן חשוב לנו לדעת ללמוד איך לעשות דברים כאלה כי לא מלמדים את זה ככה כמו שלימדת.

רויטל: מה זאת אומרת כמו שלימדתי?

ע.ק.: איך אני אסביר את זה... כאילו... נגיד גם בלשון היא עשתה לנו הרבה טבלאות וגם אנחנו בנינו טבלאות אבל זה תמיד לפי מה שמתאים ללשון ולא לפי משהו שאנחנו בונים לבד איך שבא לנו. אצלך יכולנו לעשות מה שאנחנו רוצים לפי איך שבא לנו ונראה לנו הכי טוב ולא היה חייב לבנות תרשים זרימה בלבד או טבלה בלבד. זה יותר פותח את האפשרויות שלנו.

רויטל: הזכרת את הנושא של טבלאות. בשיעורים הראשון כמו שראית גם בייצוג הידע שבנית עשית הרבה מאוד שימוש בטבלאות. למה?

ע.ק.: כי טבלה זה מאוד עוזר לסכם את החומר ולעשות השוואות. יש סדר וארגון וזה ברור ומובן ופחות מלל. בהתחלה הייתי רגילה לטבלאות כי זה מה שאני רגילה מבדרך כלל.

רויטל: אוקיי...

ע.ק.: (קוטעת אותי) ובסוף זה בכלל לא יצא טוב. אני גם זוכרת שאמרת לי לנסות משהו אחר ולא רציתי. איזה מוזר זה להסתכל על זה עכשיו, הייתי צריכה לעשות משהו אחר בכלל.

רויטל: ואז פתאום עברת לצייר. שני ייצוגי הידע האחרונים שלך הם ציורים וגם עכשיו סיפרת לי שבהיסטוריה את מציירת. מה גרם לשינוי הזה?

ע.ק.: כי... קודם כל לא חשבתי שזה יעזור לי לצייר בהתחלה. גם הייתי רגילה לטבלה כי תמיד השתמשו בה. שיטת הטבלה זה משהו שעשיתי כבר הרבה זמן. ציור לא חשבתי בהתחלה שיכול בכלל לסכם משהו אבל דווקא זה יותר נחמד.

רויטל: ע. מתוקה אני ממש ממש מודה לך על הראיון הזה. אני תמיד לומדת ממך המון וגם הפעם נתת לי כמה נקודות למחשבה שבטוח יעזרו לי בעבודה שלי.

ע.ק.: בכיף, אין בעד מה.

ראיון עם ק.

רויטל: מה שלומך? הרבה זמן לא ראיתי אתכם כבר התגעגעתי.

ק.: (צוחק) כן אנחנו אנשים עמוסים בבגרויות.

רויטל: אתה יכול לומר לי מה היה שונה בשיעורים האחרונים שלנו בביוטכנולוגיה?

ק.: התעסקנו בדברים שהם יותר כללים. לא בביוטכנולוגיה. עשינו דברים כמו לקרוא כתבות בנושאים אחרים ואז עשינו להם כל מיני דברים ויזואלים.

רויטל: מה הכוונה דברים ויזואלים?

ק.: קראת לזה ייצוגי ידע. כאילו אנחנו מראים את הידע מהקטע.

רויטל: אני רוצה להראות לך כמה דברים (מראה את ייצוג הידע הראשון)

ק.: (מתפרץ) אהה...זה שלי. וואי זה היה מזמן.

רויטל: אתה זוכר את השיעור הזה?

ק.: כן, זה היה מצחיק.

רויטל: ומה אתה יכול לומר לי מתוך ייצוג הידע הזה? מה מבינים ממנו?

ק.: אממ, רואים שמישהו שותה חלב מפוסטר ולא מעוקר והוא מתחרט על זה (מצביע על החלק בציור שבו רואים את האדם בשירותים וצוחק).

רויטל: אוקי, ואיך זה קשור שהוא שותה חלב מפוסטר לבין הגעתו לשירותים?

ק.: אממ, חלב מפוסטר זה בטמפרטורה שונה מחלב מעוקר. כאילו הוא יהיה מקולקל מהר יותר.

רויטל: למה?

ק.: כי יש בו יותר חיידקים שנשארו אחרי החימום שלו. אז התוקף שלו יהיה קצר יותר. זה פחות סטרילי מחלב עמיד.

רויטל: אוקי, וכל מה שאמרת לי מופיע בייצוג הידע גם?

ק.: לא. אולי היינו צריכים לכתוב את זה שיהיה מובן יותר ואפקטיבי לקורא.

רויטל: אני רוצה להראות ייצוג ידע נוסף שהגשת לי בשיעור האחרון. מה תוכל לומר לי על זה?

ק.: פה יש לי יותר מידע. כאילו מבינים יותר מהראשון נראה לי.

רויטל: למה?

ק.: כי... כאילו בראשון לא קישרתי בין הדברים שציירתי ובשני כן הוספתי יותר פירוט ושילבתי כזה כדי שיהיה יותר מובן.

רויטל: אתה עושה שימוש בייצוגי ידע גם במקצועות אחרים? אתה חושב שזה כלי שנחוץ במקצועות אחרים?

ק.: כן, בהיסטוריה בניתי תרשים לפי מה שקרה ולפי הסדר כזה. גם התייחסתי לכל קטע בנפרד בנקודות כאלו ואז קישרתי ביניהם בתרשים.

רויטל: אני שמחה לשמוע. אז תודה רבה לך על העזרה. למדתי הרבה.

ק.: זהו? בכיף, מתי שתרצי.