



האם שמן משומש הוא הדלק של הדור הבא?

ליאורה עזרא, בלה שקולניק וג'ואד אגבאריה*

תהליך הפיתוח של המודולות

שיעניין את התלמידים, שיתקשר לחייהם, ושאפשר למצוא עליו מידע. נושא שאפשר להנגיש ללומדים, למורים, ואף למצוא פעילויות שתוכלנה להיות בגישת החקר.

ליאורה: "הגמושה היא שהמוכה לא רק צריך להעביר ידע דרך פעילויות שאמריק כגבו השביל, אלא גם איזו. זוהי הנקשה שונה, אמרי. עבודה קשה, אבל אין ספק שההליך של המינג נשא ופיגמו הוא מנגיש מאוד."

ג'ואד: "בהתחלה נחשפנו אפריקט האינרופי פרופייאלס ואס נחשפנו אמודולוג באגר נוסף. הייגה הגאטוטגדולה במינג נשא אמודולה, כי הפיגמו צריך לענוג על מטרוג הפריקט. במרנו נשא שיש או היבטיס כימי, מברגי, מוסמי וכאלי. אבל זה לא גם בכך, כי אמרי במינג הנשא אממיז גהליך נוסף של במינג סיפוק, ניסוי..."

נשמע כמו משימה בלתי אפשרית?

הכול אפשרי עם קצת רצון, יכולת, עבודת צוות, שימוש במודלים קיימים, עזרה הדדית וחשיבה.

מאיפה המוטיבציה?

כולנו מסכימים שהמוטיבציה הגיעה קודם כולמדבורה ומרחל,

הסיפור נפתח בתחילת השנה. ממעמד של מורים הגענו לתכנית רוטשילד-ויצמן, והפכנו באחת לתלמידים. בקורס למדנו על פרויקט פרופייילס ומטרותיו, ראינו מודולות קיימות בעברית ובאנגלית ולמדנו מה משמעות המילה "מודולה". התחלנו את התהליך כלמידה לכל דבר ועניין: למדנו את הדרישות, את המבנה וכולי.



השלב המשמעותי ביותר, שבו הרגשנו להפתעתנו כי התהליך קשה, היה בחירת הנושא. מעבר לכך שצריך ללמוד על נושא נבחר, צריך גם לדעת לבנות פעילויות יש מאין, ממש כמו באמנות (רק מסובך יותר). כמו כן, יש לבחור נושא

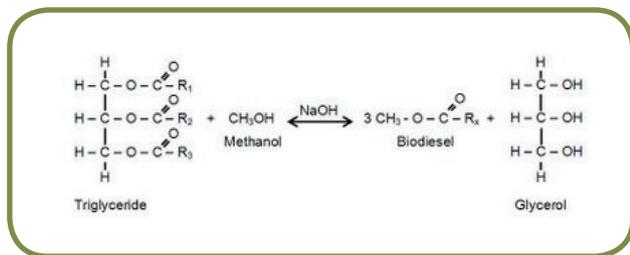
* ליאורה עזרא, בלה שקולניק וג'ואד אגבאריה, סטודנטים במסלול לתואר שני במסגרת תכנית רוטשילד ויצמן, מכון ויצמן למדע.

- תכנון ניסוי במטרה להשוות בין יעילותם של דלקים שונים.
- ניתוח טקסט מדעי: קריאה מונחית של טקסט העוסק במקורות אנרגיה.
- מדרש תמונה: במטרה להציף קונפליקט הנוגע לשימוש בגידולים חקלאיים לצורך הפקת דלק.
- ניסוי בכיתה על מנת לקבוע מהו הדלק היעיל ביותר.
- קבלת החלטות: איזה דלק הוא היעיל ביותר.

במהלך הפיתוח החלפנו כמה "כובעים", אשר יפורטו להלן:

המורה כלומד

זהו אחד מהדברים החשובים לפני שאנו כמורים מעבירים חומר כלשהו: עלינו ללמוד אותו בעצמנו. זוהי אחת הסיבות שבעטיין בחרנו בנושא הביו-דיזל. בנושא זה יש מידע מדעי רב. היה עלינו ללמוד את הנושא הרבה יותר לעומק מהמוצע בפעילויות לתלמידים, וזאת בכל מיני היבטים. כידוע, מורה חייב ללמוד היטב כל נושא שהוא מלמד, על מנת שיוכל להרגיש ביטחון לענות על שאלות שתעלינה בכיתה, וכמובן גם על מנת לאפשר פיתוח דיונים משמעותיים שיאפשרו לתלמידים ללמוד בצורה הטובה ביותר.



תהליך הפקת הביודיזל מטריליצידיים

המורה כמפתח

פיתוח הפעילויות היה לא קל, אך מהנה. החלק המרגש בו היה החשיבה המשותפת. לכולנו היה חשוב לערוך את הפעילות בצורה מובנית והדרגתית, ואכן זו משימה אמיתית. התחלנו בסיפור רקע בסצנה המעוררת עניין ומוטיבציה.

שנתנו לנו תחושת שייכות ותמכו בתהליך הפיתוח, מתחילתו ועד סופו. יתרה מכך, כל מפגש בקורס התנהל בצורה נעימה ובשיחות צוות, לרבות העלאת רעיונות וכתובתם, גם על ידי צוות הפיתוח. העובדה שיש מי ששומע ועוזר, ויש מי שרוצה ללמוד – מכאן קיבלנו את פרות המוטיבציה להמשך גם ברגעים של תחושת אין מוצא. אי אפשר לכמת את ההרגשה במילים, כי זהו תהליך ארוך מאוד, לא פשוט, אך שכרו בצדו!

בלה: "היגיון בקבוצה הפיגמ הקטנה שאנו הוא שכולנו מוכיח, ואנו יודעים אילו נושאים יוכלו לעניין את גאומידינו. גם גבנו כן שהמודולה ישנם שאביס השונים זה מזה ונבנים זה על גבי זה כדי שסוף-המודולה יוכלו גאומידיס אקבא החלטה על סמך כליס שקיבאו לאוכך כא הפעילויוג."

איך התחלנו?

אחד מהנושאים שריתקו אותנו בהתחלה הוא הכימיה שמאחורי השוקולד. חשבנו שהנושא מעניין ומקורי. במשך שבועיים היינו בטוחים שזה הנושא שלנו, אך לאחר שיטוט באתרי מידע הבנו שאכן יש כימיה מאחורי השוקולד, אך אין די מידע כדי לבנות פעילות מעבדה סביב נושא זה.

לאחר חיפוש נושא רלבנטי וחינוכי החלטנו לפתח מודולה סביב נושא הביו-דיזל.

בלה: "כאילו שאמא מהפעילוה הפועלוה פיוג על המאה העשנים ואמא היא משהי האנציה... כך שהמקדנו בנושא שלפנטי אדונו. נצינו אמולף אג הגאומידיס אדאק מלופי המבוסס על מן מניעה."

נתנו למודולה את השם: "[האם שמן משומש הוא הדלק של הדור הבא?](#)"

המודולה שלנו נפתחת בדיון סביב משבר האנרגיה העולמי, ויש בה חשיפה לנושא תוך כדי מגוון פעילויות:

- דיון סביב סיפור העוסק במשבר האנרגיה.
- השוואה בין סוגי דלקים שונים, כולל ביו-דיזל.



הניסוי יפה למראית עין ועוזר מאוד בקבלת ההחלטות במודולה; ועם זאת, במהלכו מופץ ריח לא נעים (הרי שורפים שלושה דלקים בחדר סגור, בבת אחת). אחרי שהתנסינו בכך בעצמנו ועם התלמידים הבריק לנו רעיון לצלם את הניסוי וללמדו באמצעות סרטון.

ג'ואד: "נגקאנו האא מטט קשיים אןיסטיים, אהא היצוה הניסוי בעצמנו הטמט ניסיונו זאג הכינה היה מנגש. אפילו פרופ' אהי הופשטיין חיכה בקוצר רוח אנגה שריפג הדאקים. משנה אהדגיש שהניסוי ניגש גמ אה הגאמידיים, אהא פחוג ניגש אה האבונטיג. אוני ניגש מאוד המפגש האשונ עם הביי-דיזל בכאל, ופרטט המעבה."

ליאורה: "קושי עוסף היה בהשגה הביי-דיזל המופק משמן מיומש. אמנם ביי-דיזל נמכר המדינות אירופה ואנציה הביג, אהא הישאא אין שימוש געשיגי נמה המעלי הביי-דיזל. יש מגבונים ביגיים רהים אהכנה ביי-דיזל, ובהמילה משבע אהפיקו בעצמנו משמן מיומש, אך הגהאיך אהך ומאכאך. אכן חיפשנו ממי אקעג ומצאנו האינטרנט אדמ נממד בשם בורך המפיק אה הביי-דיזל, ודהורה נסעה אאקאון אהביא אן."

דבורה: "נסעגי ארכוש אה הביי-דיזל. הגיעה בחור הסענון בוקר אמריקאי, עם טננד גדול. אפני שהוא נגן אי בחוג של דאק הוא מילא אה המכא של הדאק והגעג אה האוטו. הוא עשה זאג על מנה אהוכיח אי שאכן האוטו נוסע על ביי-דיזל. האמה, השכנעה. ניציגי בחוקן אלס או על כך, אך הוא אהי אי עשה אמען המדע, וסיכה אקמה גשלום."

פיתוח הסצנה ההתחלתית הוא משמעותי לאין ערוך, שכן זוהי תחילת הדרך להגברת המוטיבציה ההתחלתית של הלמידה. כתבנו יחד כקבוצה סיפור מעניין וקצר שיכול להפוך לדיון משמעותי ופתוח.

פיתוח ניסויים



צוות הפיתוח בודק את הניסוי שפיתחו



הדלקים שנבדקו בניסוי שמטרתו לקבוע מיהו הדלק היעיל ביותר.

כמורים לכימיה, אחד מהאתגרים הגדולים ביותר שעמדו לפנינו היה לפתח ניסוי. כולנו יודעים שמראה עין שווה הרבה יותר מאלפי מילים. לאחר חשיבה מעמיקה החלטנו לאמץ ניסוי קיים ממודולה תוצרת חו"ל, ולשלב כפעילות מסכמת. היו לנו מטרות ברורות מאוד בניסוי.

פיתוח מדרש תמונה

במהלך פיתוח הפעילויות ניסינו לחשוב על דרך ליצור פעילות חדשה שתאפשר להביע קונפליקטים רלבנטיים, תוך כדי הבעה אישית ויצירתית של קבוצת התלמידים.

חשוב לציין כי הרעיון עלה תוך כדי חיפוש נמרץ בגוגל, והיה אבן הדרך ליצירת פעילות חדשה בקרב שתי קבוצות הפיתוח ברוטשילד ויצמן של שנה א'.



תמונה שהוצגה בפעילות במדרש תמונה

ליאורה: "יש גמושג ביטחון בידיעה שיש גמיד עם מי אהגייז4. נממד מאוד אשמוע ימד דעיוונג של כל אחד ואז אמצוא דרך אצש ביון הדעיוונג ואפגמ אוגמ. אני מושגט ששהו גהאיך חיובי גמ כי מוכים גמיד צרכים קהילה גומכג. הני בכיגה אנמנו אהד, מול הגאמדיים, וכאן היה מקום אשפור אג האה, אשג-בדילאמוג ואספד מוויוג."

רפלקציה על ההפעלה

מודולה היא יחידת לימוד. יחידת לימוד מפותחת בעבור תלמידים, ומכיוון שזהו תחום חדש וסוג למידה והוראה די חדש, אשר חשוב לבחון אותו בקרב התלמידים, הרי הרגעים המכוננים ביותר היו בהעברת המודולה בכיתה. כולנו פיתחנו את אותה המודולה ושכפלנו את אותם הדפים, אך כל אחד נתן את המגע האישי שלו, ועשה זאת אחרת לגמרי מהשני. אין אחד מאיתנו שהעביר את המודולה באופן זהה לאחר. לכן כל אחד מהצוות כתב רפלקציה שבה סיפר על תחושותיו האישיות. ואכן למדנו המון מהחוויית של כל אחד, למדנו מה אפשר לשפר, מה אפשר לשמר ומה הסגנון של כל אחד; וכפי שנאמר: "מכל מלמדיי השכלתי".



תמונה שהוצגה בפעילות מדרש תמונה

במהלך הפעילות התלמידים מקבלים תמונות הקשורות לנושא, שכן כמו שאמרו כבר לפנינו, "תמונה אחת שווה אלף מילים".

המורים העבירו את הפעילות, כל אחד קצת אחרת – תוך הבעת הפן האישי שלהם – והתלמידים קיבלו שאלות פתוחות, שבעזרתן היה עליהם ליצור עניין סביב הנושא שהתמונה מביעה.

עבודת צוות

עבודת הצוות היא חלק בלתי נפרד מפרויקט פרופיילס. ללא הצוות כולו אי אפשר היה לפתח את המודולה. עבודת הצוות מאפשרת להתייעץ עם עמיתים כל העת, ולשתף בגילויים ובדילמות. ההרגשה היא שאנחנו לא לבד ויש מי שתומך בנו. מעבר לכך, פיתוח מודולה הא תהליך שדורש שילוב של



ממצאים מהראיונות

”דברים שרואים מכאן לא רואים משם”: משפט ידוע זה מקבל משמעות יתרה לאחר ביצוע הראיונות.

לפעמים אנו לא יכולים לדעת מה התלמידים חושבים, גם אם אנחנו בטוחים בעצמנו מאוד. כל עוד לא שמענו את התלמידים לא נוכל לדעת מהי עמדתם האמתית לגבי אופן העברת הפעילויות. דרך הראיונות יכולנו לשמוע חוויות אישיות של תלמידים מכל קבוצה. מהחוויות של התלמידים נוכל להפיק תובנות שתוכלנה לעזור לנו כמורים לשפר את המודולה ולשדרג פעילויות עתידיות.

בלה: ”לאחר ביצוע הראיונות השתכנעתי יותר מהצלחה הפעילויות. רוב הגורמים הראיונות היו חיוביים. אמש גלמיה אחת אמרה לי אג הדבר הבא:

”אין מה להשוות בין שיעור נניא לבין שיעור כמו המודולה. כי כאן היינו בחלק פעיל השיעור, לא ישבנו סגם והסתכלנו על הוח. השתגפנו ככל הגהליך מהגמלה. אהשגלף ולהיוג פעיל זה הדבר יוגר כילף ומאפשר אמיה יוגר כיפיג. לא הנשגל עומס בעבודה, גמ אמ היו המון מטלות, כי ככה יכולנו להקדמ יוגר וללמוד יוגר. אמנם אני לא אשגמש בעשא בעגיה, אך זה גומם אפיגום הידע האינטלקטואלי ופיגום דאיהי כאלוג על העולם. הייגה כגן חשיבה שלע מחולף אקופסה.”

ליאורה: ”היה לי גלמיד שהייגי הטומה שהוא לא נהנה מהפעילויות. אך הוא הגנדב אספר על גמושוגיו. הוא הדכה הגלמיה מביצוע הפעילויות. כגומר הדאיון הביא אוגי אגבנה שלא גמיד אני צודקת בגמושוגיי, ולעגים אפילו טוב שכך.

קצג גמושוגיו: ’העשא היה מעניין, כי לא פוגמים ישר ספדים וצריך קצג אהגמלף כדי אמצנא אג המידע. זה גמ לא היה קל אהמאיט מה היגיונות ומה החסיונות של כל דלק. נראה לי שבקבוצות יוגר יעיל, כי יוגר מגקדמים בעבודה כאשר עובדים בקבוצות. זה יוגר יעיל שגומדים בקבוצה.’

בלה: ”הצמן ההפעלה הייגה ההנשגשג גדולה מאוד, משגי סיבוג: אא”ל, זהו דבר חדש שהיו, ובי”ג, הנשגל שאני עושה משהו שאני פיגמגי בעצמי, משהו שלי שאני יכולה להעביד האה אגלמיהי. בגך עשד דקוק נעלם המגמ והגמלגי אצדום עמ הנעשא. הגמלגי בדיון פוכה. היה לי מוצר מאוד שאני לא המחככ הכיגה, ובעצמ מסגובהג בין הקבוצות. ככל פעם שהפעלתי אג המודולה, הצמן פשוט עבר מהר. בסך הכול הייגה הנשגל סיפוק והצלחה.”

דיווחים מהשטח

כולנו חוונו ממצאים יפים מאוד בביצוע בכיתה. המשותף לכולנו היה שלא עוד המורה במרכז, אלא התלמידים במרכז. התלמידים שיתפו פעולה ועבדו יפה.

ליאורה: ”הנשגל שהכימיה נעשגה מסקנת. הגלמיהים קיהו דיאוחי מהכניוג והגמלדו איגן. אכן אחת ממטרות הדגל של פנופיילס היא: ”מיעך דרך מדע”, וזגא הייגה הגמושגה. הגלמיהים נהנו מאוד מהאפשרות אשומח הצמן שיעור ועוד אלמוד מכך. גמושגי הייגה כי זו הייגה מוויה אחת עבוקם. הם יכולים אהביע אג דעגמ וקבלו המחלטו בצורה קוגנת. והכול בעבודה עצמית. פחדגי מכך שהגלמיהים לא יגיחסו לעבודות ביצוע, אך הם הפגילו אוגי אטובה.”

בלה: ”דאיהי המון הגלמיה, הם נהלעו אג הדיון והפיקו מסקנות. הנציונות שלהם הייגה מפגעה. היה מקום לכל גלמיד אבטא אג עצמו בצורה כדונה. הגלמיהים מילקו בעצמם אג הגפקידים אלא כל הגערהג מצידי, וכל קבוצה עברה אחת. הייגה קבוצת בנימ שהגמקדה בסוג הדלקים, וקבוצת בנימ שהגמקדה יוגר בהשלכות הסביביות של שריפת דלק.”

לתלמידים בעלי אופי שונה בכיתה, כך שלכל תלמיד יש מקום".

מסר כללי לציבור המורים

אנו ממליצים בחום, פה אחד, לכל מורה למקצוע מדעי להשתתף בהשתלמות פרופיילס. תמיד אפשר להתלונן על המצב הקיים, אך כאן יש לכם כמורים הזדמנות אמיתית להשפיע על ציבור התלמידים, הזדמנות להביע את עצמכם, הזדמנות להתפתח בקהילת המורים, הזדמנות ליטול חלק בכתיבת יחידות לימוד.

אם ברצונכם לחנך דרך מדע, פרויקט זה הוא המקום המתאים לכם. נכון, זה לא קל, והעבודה דורשת השקעה, אך יש תמורה. אין תחליף לתחושה הטמונה בהפיכת המדע רלבנטי לחיים. בתוך כך תשכילו ותעמיקו גם בידע שלכם, ותהפכו ללומדים עצמאיים.

יתרון נוסף הטמון בפרויקט הוא הקהילה הלומדת והתומכת. האווירה תמיד חיובית, ולכל אחד יש מקום.

ולסיום, היופי הגדול ביותר בפרופיילס ובלמידה דרך מודולות הוא היכולת של המורה להורות את הכימיה במגוון דרכי הוראה, ולשלב רמות שונות של תלמידים.

אחת מהפעילויות אשר זכתה להדים חיוביים מצד התלמידים הייתה פעילות 'מדרש תמונה'. חששנו מהעברת פעילות זו, שכן היא אינה קשורה ישירות לכימיה ולא ידענו מה תהיה תגובת התלמידים לנושא. אנו שמחים שהחשש התפוגג, ולמרבה הפלא זו הייתה אחת מהפעילויות האהובות.

מציטוטי תלמידים:

"השלב שהכי אהבתי היה ביצוע הפעילות עם הגמנונה. היה ממש כיף, אהבתי לנסות בצורה יצירתית." (תלמידה של בלה)
"נהניתי הכי הרבה מפעילות מדע הגמנונה, כי זה פיגמ אצלי אג הדמיון והחשיבה" (תלמיד של ליאורה).

"עם זאת, לא כל הגלמידים אהבו את פעילות מדע הגמנונה. אמרתי, גלמיד אחד אמר כי היה מוכן לומר על פעילות זאת: 'היינו מוכנים על הגמנונה, לא כל כך הגמנונה אלא הנה. אדעתי זהו שאם יארוני' (תלמיד של בלה).

מניתוח הראיונות הסקנו כי באופן כללי התלמידים נהנו מאוד מביצוע המודולה. אך עם זאת תלמידים שונים התחברו לפעילויות שונות. זהו אחד מהיתרונות הבולטים בפיתוח תכניות לימודים ברוח פרופיילס, שכן הלמידה מתאפשרת במגוון דרכי הוראה ובכך מאפשרת להתאים את העבודה





"פלסטיק טוב או רע?"

עאסי אפראח, אזואלוס כץ סנדרה*

שזה הנושא התחלנו לעבוד עליו ולאסוף מידע על פלסטיק ועל חומרים פלסטיים, וכיוונו את רמת ההעמקה של רקע המדעי לתלמידי כיתה י' מדעית (כימית).

מטרות העל שלנו בבחירת נושא זה:

- להגביר את מודעות התלמידים להשלכות השליליות של הצטברות פסולת פלסטיק שאינה מתכלה: בעיות אקולוגיות והכחדת יצורים ימיים. זאת במטרה לפתח אזרח האחראי על מעשיו כלפי החברה והסביבה.
- לפתח תלמיד אורייני וצרכן נבון, שיודע באילו שקיות להשתמש ובאילו לא להשתמש.
- לפתח יכולת נקיטת עמדה וקבלת החלטה: באיזו חלופה להשתמש כדי למזער את פסולת הפלסטיק? המעטה בצריכה, מעבר לשימוש בשקיות מתכלות, השתתפות באיסוף בקבוקים למחזור, הגבלה בייצור, מס על הייצור, סבסוד מפעלים המייצרים חומרים מתכלים, ואף איסור שימוש בשקיות פוליאטילן.



את תהליך פיתוח המודולה התבקשנו לבצע על ידי המדריכות שלנו ד"ר דבורה קצביץ' וד"ר רחל ממלוק-נעמן, אשר ליוו, הדריכו, תיקנו ושיפרו את התוצר לאורך כל הפיתוח. מבחינתנו כמורים זו הייתה הפעם הראשונה שבה נאלצנו לעמוד בצד המפתחים. כמובן זה היה מלווה בחשש, אך התקדמנו שלב אחר שלב בעזרתן הנאמנה של המנחות.



השלב הראשון היה בחירת נושא למודולה, ולשם כך נעזרנו באתר של "PARSEL", ובו עיינו במספר רב של מודולות, ובחרנו לפתח מודולה העוסקת בנושא הפלסטיק: החומר שפלש לחיינו בהיקף רחב, ולעתים אף מוגזם. השימושים הנוחים במוצרי הפלסטיק ומחירם הסביר מובילים להפרזה בשימוש בו על ידי כלל הציבור. הפרזה זו אינה מביאה בחשבון את ההשלכות לטווח הרחוק. כאמור לקחנו את הרעיון מאתר PARSEL ושינינו אותו לחלוטין. מרגע שהקבוצה החליטה

* עאסי אפראח, אזואלוס כץ סנדרה, סטודנטיות במסלול לתואר שני במסגרת תוכנית רוטשילד ויצמן, מכון ויצמן למדע.



אחת התמונות מתוך מדרש התמונות

אם תלמיד מהכיתה יצמח להיות ראש מועצה או חבר כנסת, הוא יהיה השגריר שלנו במערכת פוליטית שזכתה ללמוד כימיה: תלמיד אשר יטה את המערכת לכיוון חיובי מתוך ידע, מודעות ומדע.

פיתוח המודולה

המודולה "**פלסטיק - טוב או רע?**" מיועדת לתלמידי כיתה י' שלמדו את נושא מסיסות החומרים המולקולריים במים, קשרים בין-מולקולריים, קשרי מימן וקשרי ואן-דר-ואלס. לא דרוש ידע מוקדם בנושא פולימרים, וההגדרות הבסיסיות ניתנות במהלך הפעילות.

כקבוצה הרגשנו שאנו מפתחים מודולה העוסקת בבעיה המקשרת בין כימיה ובין איכות הסביבה. אף על פי שבמידה רבה כיוונו את הרעיון לבעיית פסולת הפלסטיק בארץ וביקום, ניסינו לשלב גם צדדים חיוביים בשימוש בפלסטיק, ולכן שם המודולה שלנו הוא "פלסטיק – טוב או רע?" השם נבחר לאחר התלבטויות לא מעטות, וזאת כדי לא לתת לתלמידים היבט אחד בלבד לשימוש בפלסטיק, אלא לאפשר להם להגיע להחלטה לגבי שימוש בפלסטיק והיתרונות והחסרונות שבו.

הפעילויות במודולה

● **פתיחה, מדרש תמונה** – התלמידים מתחלקים לקבוצות. כל קבוצה מקבלת תמונה אחת וחווה את דעתה עליה. מטרת הפעילות היא להעלות את בעיית פסולת הפלסטיק למודעות בצורה ויזואלית, ועשינו זאת על ידי תמונות המראות את כמות פסולת הפלסטיק בארץ ובעולם: ערמות, הרים של פסולת פלסטיק, נהרות ואגמים המכוסים בבקבוקי פלסטיק, חופים מזהמים בשקיות פלסטיק (**ראו בתוך המצגת**).

● **מצגת** אשר מטרתה להקנות את התכנים המדעיים הנדרשים. הרקע המדעי יוצג בצורת שאלות רבות ברירה, והתלמידים נדרשים לבחור את התשובה הנכונה. ברקע המדעי אנו מתייחסות להגדרות של פלסטיק, פולימר, יחידה חוזרת וכן לסוגים שונים של פולימרים, כמו פוליאתילן, פוליסטירן, פוליויניל כלורי – והשימושים שלהם בחיי היום-יום. נוסף על כך, המצגת מציפה את הבעיות האקולוגיות הנגרמות עקב שימוש מופרז במוצרי פלסטיק לא מתכלים. המצגת מכילה גם עובדות על פלסטיק בעולם: "הידעת?", כמו כמות הפלסטיק שבה אנו משתמשים בשנה ועוד.

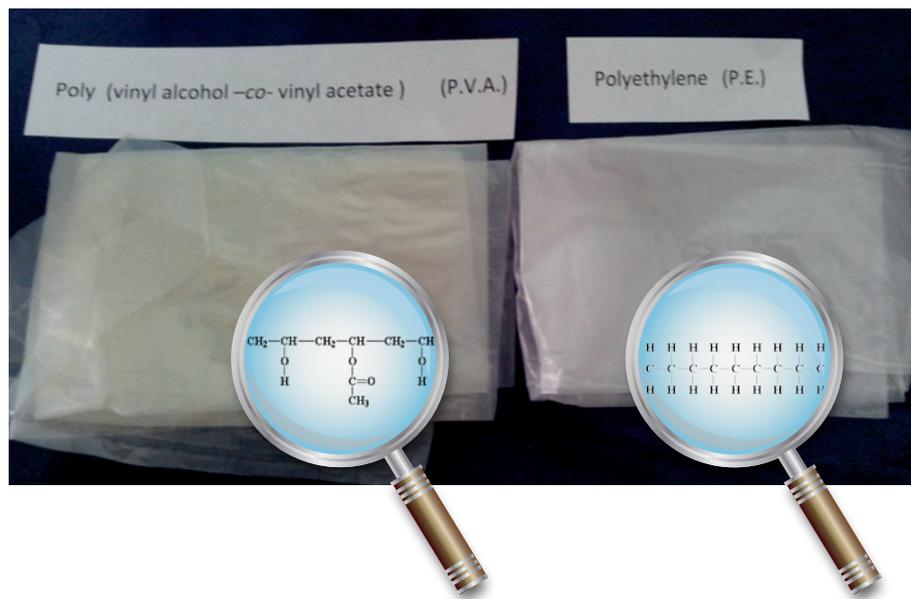
● **קריאת טקסט** מלווה בשאלות – "סיפור עצוב שאירע בחוף" מאת ד"ר רמי קליין. סיפור המדווח על צב ים שאכל המון שקיות פלסטיק.



התלמידים של אפרח מבצעים את הניסויים



בתמונה: תלמידה בודקת את מסיסות השקיות



מימין: שקית פוליאיתילן שאינה נמסה במים, משמאל: שקית פוליאלכוהול וניל אצטט אשר נמסה במים

חלופות להמעטת פסולת הפלסטיק הלא מתכלה, כמו: המעטה בצריכה, מעבר לשימוש בשקיות מתכלות, השתתפות באיסוף בקבוקים למחזור, הגבלה בייצור, מס על הייצור, סבסוד מוצרים מתכלים ואף איסור שימוש בשקיות פוליאיתילן. בממד השני של הטבלה נמצאים קריטריונים שיייתכן כי החלופות השונות תשפענה עליהם לטוב או לרע, כמו: שטח אתרי פסולת, שטחים ירודים, פרנסה של העובדים במפעלים לייצור שקיות פוליאיתילן,

איכות הסביבה, מחירים של מוצרים שימושיים... התלמידים מתבקשים לחשוב איך כל חלופה מוצעת יכולה להשפיע על כל קריטריון נתון. נוסף על כך, הם מתבקשים להציע עוד חלופות ועוד קריטריונים. בסוף פעילות זו כל קבוצה אמורה להגיע להחלטה באיזו חלופה או הכלאה של כמה חלופות הם בוחרים במטרה להמעיט את הנזק הסביבתי הנגרם מחומרי פלסטיק שאינם מתכלים. בסיום התהליך כל קבוצה מציגה את החלטתה המנומקת.

ניסויים:

1. בדיקת מסיסות פולימרים במים

- שקיות פוליאיתילן.
- שקיות פוליוניל אלכוהול. שקיות אלה משמשות לאיסוף כביסה בבתי חולים, הן נמסות במים בזמן הכביסה, ולכן נחשבות למתכלות. ברצוננו לציין שאת הרעיון לשימוש בשקיות אלה קיבלנו מראש אגודת מורי הכימיה ד"ר יהושע סיוון, ששלח אותן במתנה למורי הכימיה בשנים שעברו. יבורך עמלו.

2. ייצור סיבי ניילון

- התלמידים מתבקשים לכתוב תצפיות ברמה המקרוסקופית בניסוי הראשון, ולתת הסבר ברמה המיקרוסקופית (היווצרות קשרי מימן) וכן לנסח תגובת המסה ברמת הסמל.
- כלי לקבלת החלטה – "ניתוח רווח והפסד". התלמידים מקבלים טבלה דו-ממדית. בממד הראשון מוצעות כמה

המודולה כוללת גם:

● מחוון להערכת התלמידים.

● הערות למורה, כמו: המלצות לאסטרטגיות הוראה, חומר רקע וקישורים מומלצים.

הפעלה בכיתה/ אפראח עאסי

לאחר שסיימנו לפתח את המודולה הגענו לשלב המעשי, הוא הפעלה בכיתה: "יום הדין והחשבון" של המודולה. לפני שהפעלתי את המודולה בכיתה שלי, כיתת י' בבית ספר על יסודי אלקאסמי-באקה, היו לי כמה חששות: האם הפעילות באמת תעניין את התלמידים? אולי הם יראו בה בזבוז של שיעורים יקרים הדרושים להשלמת חומר הלימוד לבחינת הבגרות בכימיה? ומה אם לא ישכילו לראות את הקשר בין מבנה החומר, יכולת ההתכלות, המחזור, הפן הכספי והכימיה שמאחורי כל זה? ייתכן כי הציפיות שלי מהפעלת המודולה בכיתה היו קשורות לאופי האישי שלי. אך במהרה הופתעתי לגלות שהתלמידים נהנו ונתרמו מהפעילות הרבה יותר ממה שציפיתי.

לאחר הפעלת המודולה, העברת שאלונים לכל תלמידי הכיתה וביצוע ראיונות עם חלק מהתלמידים הגעתי לכמה **תובנות**, ואמנה חלק מהן:

● הפעילות מצאה חן בעיני תלמידים רבים. הם באמת נהנו מפעילות יוצאת דופן ושונה משיעורים רגילים בכימיה.

□ ג'יאנא: "הפעילוג מאוד מעניינא, כי יש שילוב בין פן מהבני וניסוי מעשי".

● מיקום הפעלת המודולה ברצף ההוראה (אחרי נושא ההמסה של חומרים מולקולריים במים) עזר בהבנת הרקע המדעי של הניסוי בכל הרמות. יתר על כן, הניסוי עזר לקשר בין רמות ההבנה השונות: מקרו (השקית נעלמת), מיקרו (סוגי חלקיקים, קשרים בין-מולקולריים, קשרי מימן), וסמל (ניסוח תגובת המסה).

□ עאמר: "הניסוי מסביר לנו טוב אג נשא המסיסוג".

□ ג'ואד: "הניסוי עזר לנו להבין את הרקע המדעי ואת הכימיה שמאחוריו".

● הכלי לקבלת החלטה נתן לתלמידים תחושה שדעתם נחשבת. הם חשובים. הם הדור הצעיר של העתיד, דור שיעשה את השינוי בחברה. דור שדעותיו, מחשבותיו, הצעותיו, מסקנותיו ומעשיו הם אלה שיציירו את פניו של העתיד.

□ ג'יאנא: "הפעילוג כלי אקבאג המאטה והצעג הצעוג אשיני - הנשגי שאני עשויה אגרום אשיני, דעגי משובה. אני יכולה אגרום אשיני בסביבה ובמהרה, אני יכולה אהציע ואלגרום".

● לתלמידים יש יכולת הערכה טובה: הם יודעים לבקר ולמצוא נקודות טעונות שיפור. הם הציעו לקצר בהפעלה, ולעשות אותה רק בשני שיעורים בלבד! ולפיהם מוטב כי שני השיעורים האלה יהיו רצופים, באותו יום. לדעתי הם צודקים, ולכן כדאי לקצר במצגת, להמעיט בשאלות אחרי הטקסט ומדרש תמונה, לקצר בהצגה בעל פה.

● עאמר: "לדעתי הפעילויות לקחו יותר זמן ממה שצריך. אפשר היה להעביר את הפעילות בפחות זמן".

● הרצינות שהתלמידים הפגינו בזמן הפעלת המודולה גרמה לי לחשוב שאני צודקת: פעילות כזאת לא צריכה מרכיב בציון הסופי כדי שהתלמידים יתייחסו אליה ברצינות. המודולה כל כך טובה, מעניינת, מעוררת מוטיבציה, קושרת לחיי היום-יום, משלבת ניסוי הקשור לחומר הלימוד - כל זאת בצורה שהתלמיד ירצה להשתתף בהפעלתה מתוך רצון ולא מתוך חובה ודאגה לציון.

□ המסה: "הפעילוג מאוד הנשגי אג האפנטיוג של הכימיה אחיי היוג-יוג. במיוחד במאק המעשי הביצוע הניסוי. שיעור כימיה כלי אג אג אג אחיי אג הקישוריוג אחיי היוג-יוג".



ולהציג בפני חברי בקורס. הרפלקציה שלי התמקדה בקשיים שהתעוררו בהעברת המודולה בכיתה, התרשמות של התלמידים מהמודולה ומשיטת ההוראה שלה, והיא לוותה בדיון בהשתתפות חבריי. השאלות הפתוחות בשאלון עזרו לחוש מעט יותר את השטח: התרשמות התלמידים מהמודולה כמו גם היתרונות והחסרונות בהעברתה בכיתה. ובסופה של הרפלקציה יכולתי לצאת עם רשימה של מסקנות לגבי הפעלת התלמידים, איך הם תפקדו, האם הם אהבו את המודולה, שיתפו פעולה, למדו מהפעילות והפנימו את החומר.



מיכל לאיסוף בקבוקי פלסטיק למיחזור

נוסף לשאלונים ערכנו ריאיון שמטרתו קבלת מידע נוסף שיאפשר לנו להתרשם מהחוויה שעברו התלמידים במהלך הפעילות, שאותו בנינו כריאיון חצי מובנה, כלומר שיש בו שאלות בסיסיות המוכנות מראש אך אפשר לשנותן בהתאם לתשובות התלמידים. הראיונות חשפו בפנינו כי לחלק מהתלמידים הייתה זו דרך לימוד חווייתית, אך באופן טבעי חלק מהתלמידים – דווקא החזקים שבהם – מעדיפים את השיעורים הפרונטליים. סביר ששיעורים אלה פחות מאיימים בעבורם, שכן זה החלק שהם טובים בו ומבחינתם דבר טוב לא משנים.

- המטרה הנכספת מהמודולה הושגה. שלחנו הביתה את השגרירים שלנו! תלמידים-כימאים אחראים, שיודעים מה הרקע המדעי לבעיות אקולוגיות קיימות.

□ עאמר: "אני אחג'י לאימא שלי אקנע שקינג אגבאוג – ידידוגינג אסביה. אמה אהציק אסביה אס אפער שא? הנ ככא מקרה שקינג דומוג."

□ ג'יאנא: "אני מקשג מאימא שלי אקנע שקינג יוקויג באבד, ושקינג אאחסונ מזונ שהן ידידוגינג אסביה. אני גמ כן חושבג פעמיים אפני שאני משגמשג בקינג הפלסטיק."

□ ג'ואד: "אני סיבגתי אהוימ שלי עז הנשא והמ אהבו אג זה, והגמאנו אקנע שקינג אגבאוג. אנמע ככא מקרה קונימ שקינג, אג אמה שא נקנה שקינג כאלה שא מזיקוג?! אין הבדל גדול אחיכ."

- התלמידים מעוניינים בהפעלות לפחות פעם אחת בכל שלישי.

□ ג'ואד: "מסוף כל נשגא, אצגתי, צריכה להיות פעילות כזו, מסכמת, וקשרת אחי הימ-יום וכוללת ניסוי."

רפלקציה לאחר הפעלה בכיתה/ סנדרה

את המודולה הנוכחית העברתי לתלמידי כיתה ט', מופת, שאותם לימדתי במהלך השנה. תלמידים אלו הם אכן בעלי יכולת ומוטיבציה גבוהה. החיסרון בהעברת המודולה לתלמידי ט' הוא שהרקע המדעי שלהם היה מצומצם יותר. התגברתי על כך בעזרת הקניית התכנים המדעיים לפני הפעלת המודולה ובמהלכה. בתוך כך ניתנו גם מושגים והסברים שסייעו לתלמידים להבין את הכימיה שבמודולה.

לאחר העברת המודולה חילקנו שאלונים לתלמידים (שאלוני רפלקציה) שאותם חיברנו בהנחיית מדריכות הפרויקט. השאלון שחולק כלל שאלות פתוחות ושאלות סגורות. ניתוח השאלונים עזר לי לבצע את הרפלקציה שנדרשתי לערוך

מסקנות מהפעילות כמו שדווחו בשיחת הסיכום של הפעילות, וכן מתשובות התלמידים לריאיון, ומהתרשמות שלי מעבודתם בכיתה:

- התלמידים נהנו מאוד מהפעילות.
- הפעילות הראשונה – מדרש תמונה – הכניסה את התלמידים לרעיון המודולה ומטרתה.
- התלמידים התפלאו והפתעו לגלות שקיים פלסטיק הנמס במים.
- התלמידים אהבו פחות לקבל החלטה, וטענו כי ברור להם מה יש – או יותר נכון אין – לעשות, אבל הצורך לקבל החלטה הכניס אותם לדילמה.
- העבודות שהגישו התלמידים היו מעמיקות מאוד, ובחלקן באה לידי ביטוי הדילמה שלהם.

אור הנר לעולם אינו פוחת... אם מדליקים ממנו נרות אחרים!

לכן רצינו לשתף אתכם, ציבור מורי הכימיה, במודולה שפיתחנו. אין לנו ספק ששילוב המודולות בתכנית הלימודים יעורר עניין בקרב התלמידים. ייתכן כי בקרב חלק מהמורים יתעוררו חששות, בדיוק כמו שקרה אצלנו, אך הסיפוק הטמון ביצירה של משהו, העברתו לתלמידים וצפייה בהתלהבותם ובשיתוף הפעולה שלהם – אכן שווה את המאמץ.

אנו מקווים שתבחרו להפעיל את המודולה בכיתתכם ולהאיר את עיניהם של התלמידים...

המון הנאה והצלחה.

תודה

לד"ר יהושע סיוון, ראש אגודת מורי הכימיה,
על הספקת הפלסטיק המסיס (שקיות P.V.A.),
במהירות וביעילות

□ "הסך הכול מאוד נהנתי מהפעילות על אף שמאק מהנעלאים היו ברורים אי עוד קודם."

□ "נהנתי מהכול, הכי הרבה נהנתי מההכרזה בקבוצות ומהניסויים."



חלק מהתלמידים אוהבים עבודה בקבוצות וחלקם לא.

□ "נהנתי מהכול, הכי הרבה נהנתי מההכרזה בקבוצות ומהניסויים."

□ "הייגה פעילות שונה ולא נראה, שזה נחמד. אי זה נאן אפשונו, אלאווד אמהרי הקבוצה שלי, באי אחי."

במהלך העברת המודולה לתלמידים הציעו רעיונות רבים ומגוונים לגבי הדרכים שיש לנקוט על מנת לגרום לשימוש מבוקר בחומרים פלסטיים, וכן כדי להדגיש את חשיבות המחזור והשמירה על חופים על מנת לשמור על בעלי החיים, שהם עיקר הנפגעים בחופים. עוד דובר על הטלת מס על השימוש בשקיות פלסטיק, שלטענת התלמידים אפקטיבי מאוד:

□ "מה שניגע אנשים בכיס מקבא הגייחסונו משמעויה."

□ לאור הנאמר והגמושוט של הגלמחידים לךבי העכנו החודוזה, החלצה היא מד-משמעיה: שיש אלסא אג החודולונו במהלך החימווד הפנוטאי הכיגה. כך גלמחידים אוחדים בצורה חווייגה יוגה, צוכרים יוגה ומפנימים אג הקע הכימי (במקרה אלנו) במחיה רבה יוגה.

□ "הידע שלי בענשא הפלסטיק הגרמה. ישנא דברים על הפלסטיק שלא ידעג, בייחוד בהקשר הכימי."