



התלמידים של היום הם המדענים של מחר

שיטה הינוכית חדשנית רווחת בעוד ועוד בתי ספר – ומזמינה את התלמידים והמורים לקחת חלק בתהליך המדעי, לצפות, לחקור – ולספק למדענים באקדמיה מידע רב ומשמעותי • תמורה גלילי אירור: לאו אטלמן

כשחושבים על כיתת המחיר עולים ברמיון מסכי מחשבים, תוכנות מורכבות ואפליקציות; אבל אם אתה מאלה לא מוכר בשיחה עם ד"ר יותם הוד, מומחה לחרשנות וטכנולוגיה בחינוך מאוניברסיטת חיפה. הפרויקטים הבית-ספריים שהוא מעורב בהם בתחום המדעים, המכונים לפיתוח של מיומנויות מורכבות של למידה חקר, עוסקים בקולות ציפורים, בעקבות של קיפורים וגרירות, כנהלים של מרווח ועוד. הוד מאמין כי העניין של הילדים מתעורר באמצעות למידה פעילה וחוויתית של עולמות התיכון הקשורים לאקולוגיה, לסיבה וטבע, ואיך תנוגים כפלטפורמות מנוגות הכלולות אפליקציות וניתוחם. כך, הוא אומר, הם קולטים ידע בלי להרגיש, ובעיקר – עושים מידע, הלה למעשה.

זה כמה שנים בעולם, וכיום גם בישראל, שחשובים על כיתת המחיר עולים ברמיון מסכי מחשבים, תוכנות מורכבות ואפליקציות; אבל אם אתה מאלה לא מוכר בשיחה עם ד"ר יותם הוד, מומחה לחרשנות וטכנולוגיה בחינוך מאוניברסיטת חיפה. הפרויקטים הבית-ספריים שהוא מעורב בהם בתחום המדעים, המכונים לפיתוח של מיומנויות מורכבות של למידה חקר, עוסקים בקולות ציפורים, בעקבות של קיפורים וגרירות, כנהלים של מרווח ועוד. הוד מאמין כי העניין של הילדים מתעורר באמצעות למידה פעילה וחוויתית של עולמות התיכון הקשורים לאקולוגיה, לסיבה וטבע, ואיך תנוגים כפלטפורמות מנוגות הכלולות אפליקציות וניתוחם. כך, הוא אומר, הם קולטים ידע בלי להרגיש, ובעיקר – עושים מידע, הלה למעשה.

יש עניין גורל בחשיבה על החינוך בעתיד. זאת בהנחה שיש לשרוג ולפתח את הלמידה, כך שבוגרי מערכת החינוך יהיו מוכנים לשוק העבודה העתיד. שבו יירששו מיומנויות אחרות ומורכבות יותר. בראש ובראשונה, החוקרים מדברים על למידה עצמאית המבוססת על חקר – חוד חקר אחד, השונה מהמשגש השחק עד דק, מורכב בפיתוח ביקורתיות, ביכולת לדייק בשאלות חקר, באיסוף נתונים כפלטפורמות מנוגות השואה ביניהם. מרובר גם בלמידה עמיתים משוכללת, באופן עצמאי, שבה המורה משמש מנחה בלבד. מיומנויות למידה חדשות אלה מבוססות בנוסף על חזית המחקר של מחקרי מוח. מיומנים שונים של חרשנות בחינוך מתבשלים כיום במאיצים שבהם עובדים שכם אל שכם אנשי טכנולוגיה ואנשי חינוך, או במעבדות חרשנות מבוססות מחקר. מעבדה כזו לחרשנות, בשם "מיינדיקווייט", פועלת בבית הספר מגול למדעי המוח באוניברסיטת תל אביב, ובה בין השאר מפתחים חרדי בריחה המיוערים ללמידה. כיום מתנסים בהם סטודנטים למדעי המוח הולמים עקרונות מדעיים בדרך של משחק ופרווה חירות. וזו רק אחת הדוגמאות.

מרכז נוסף לפיתוח חקר של למידה בבתי ספר, שרוכס יסודיים, פועל באוניברסיטת חיפה בשיתוף עם הטכניון. שותפה בו מבוצע של המישה חוקרים שוכחה בהפעלת אחד מהמישה מרכזי למידה משמעותית של משרד החינוך ובמענק מחקרן הלאומית למדע. מלבד הוד, שני חוקרים הם מהפועלת לחינוך באוניברסיטת חיפה – יעל קאלי ודני בן צבי, ושתי חוקרות נוספות הן אילת ברעם צברי וטלי טל מתחום חרשנות למדעים וטכנולוגיה בטכניון. לצדם עובד צוות שלם ומורכב מאנשי אקדמיה ונוספים ודוקטורנטים ומאסטנטים היוצרים את התווך בין מדע אורתי עוסק בשיתוף פעולה בין

מדענים ואזרחים, ובמקרה זה, תלמידי בית ספר, מסביר הוד. כלומר, כפרויקט משתתפת גם הקהילה – ההורים והמשפחות – וזה הערך המוסף שלו. זה Win-Win לכל הצדדים. חוקרים עוסקים במשהו מרתק ואמיתי, שקורה כאן ועכשיו.

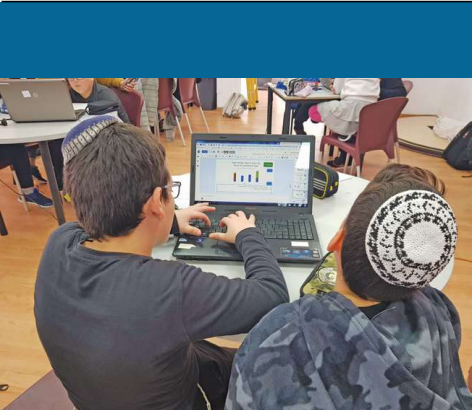
עד כה הפרויקט פעל ב-17 בתי ספר, והשתתפו בו 50 מורים. בחלק מבתי הספר האלה הוא ימשיך גם השנה. לדברי הוד, "זו תופעה עולמית שמתרחבת, ויש בה הרבה הישגות. חוקרים של בעיות אקולוגיות וזקוקים לנתונים רבים שהם לא יכולים לאסוף לבד. כך למשל, הבעיה של מרווח בחופים. יש הרבה מרווחים והחוקרים צריכים לדעת איפה הן, מהו מופיעות ובאיזה חופים. לאורחים שמתרחצים בים יש אינטרס להשתתף בהן".

עוד דוגמה לשיתוף פעולה בין מדענים לאזרחים היא הבעיה של זיהום האוויר בתוצאה מדענים ואזרחים, ובמקרה זה, תלמידי בית ספר, מסביר הוד. כלומר, כפרויקט משתתפת גם הקהילה – ההורים והמשפחות – וזה הערך המוסף שלו. זה Win-Win לכל הצדדים. חוקרים עוסקים במשהו מרתק ואמיתי, שקורה כאן ועכשיו.

עד כה הפרויקט פעל ב-17 בתי ספר, והשתתפו בו 50 מורים. בחלק מבתי הספר האלה הוא ימשיך גם השנה. לדברי הוד, "זו תופעה עולמית שמתרחבת, ויש בה הרבה הישגות. חוקרים של בעיות אקולוגיות וזקוקים לנתונים רבים שהם לא יכולים לאסוף לבד. כך למשל, הבעיה של מרווח בחופים. יש הרבה מרווחים והחוקרים צריכים לדעת איפה הן, מהו מופיעות ובאיזה חופים. לאורחים שמתרחצים בים יש אינטרס להשתתף בהן".

עוד דוגמה לשיתוף פעולה בין מדענים לאזרחים היא הבעיה של זיהום האוויר בתוצאה מדענים ואזרחים, ובמקרה זה, תלמידי בית ספר, מסביר הוד. כלומר, כפרויקט משתתפת גם הקהילה – ההורים והמשפחות – וזה הערך המוסף שלו. זה Win-Win לכל הצדדים. חוקרים עוסקים במשהו מרתק ואמיתי, שקורה כאן ועכשיו.





תלמידי 'רמב"ם' בהניהג עם המחנכת אדוליה דרון, דוני מרוז ויוסיסקי – מדריך בימייה

מוריה שקורן, מנהלת "רמב"ם", נהריה: "זה לא מובן מאליו שמדען מדבר עם הילדים בגובה העיניים. הוא מקסים כל כך ומשתף אותם. זה אומר שלהיות מדען זה אפשרי, הילדים חזרו פעמיים מבניקור באוניברסיטה, וכשני הם יולדים להגיע לעצמם, אני רוצה ללמוד פה"

"המדעים קיבלו משמעות", מסכמת שקורן. "המתברנו יותר לים ממרחב למידה ופעילות. ביום הניקיון הארצי שמסענו לים וניקיון את החוף". ברמב"ם ממשיכים ליצור תוכניות חדשות על פי העקרונות של חשינות בחינוך שוטמטעו כפרויקט הדורע אורחי. כך למשל, בהמשך לפרויקט, יצר בית הספר חיבור עצמאי ל"מימיה", בית ספר לפעולות הים והיחסי בהרייה. בשיתוף פעולה עם הימיה, פיתחו המורות ותוכנית לכתיה ו' "ממחברת לנשוא הרחב יותר של חקר הים" כדברי שקורן, ו"ד אילדים משך להיות מעורב גם כאן. בשנה שעברה יצאו תלמידי ביתוח' ליום לימורים פעיל בים ובתצפית במוח יחי אחת.

כמו ארוות החולבת ומתרחבת בעקבות המורות והולכות מעגלי ההשפעה הפרויקט, "זהו אזור שיש בו הרבה בעלי חיים, נמיות, גיריות, מגוון קרפודים, מכרסם סטן ורזוח עקין מוצע המפגש עם האוניברסיטה." זה לא מובן מאליו שמדען מדבר עם הילדים בנובה העיניים. הוא מקסים כל כך ומשתף אותם. זה אומר שלהיות מדען זה אפשרי. הילדים חזרו נפעמים מהניקור באוניברסיטה. עכשיו הם יכילים להגיד לעצמם, אני רוצה ללמוד פה".

המפגש באוניברסיטת חיפה התקיים אחיי פסח בשנה שעברה. התלמידים יצאו לסויה, למרוז מקרוב איד נראית האוניברסיטה וגם השתתפו בפעילות "ביתת החדר", בה ניצעה את שמינת עיבוד התנונים שאספו. וחי' ביתת בתכנון נגיש, המוצרית באמצעים טכנולוגיים רבים, כיום מסכים לוחות המכיים, מחשבים ניידים, מקור ועוד וכן נקורות חיבור רבות להשמל המאפשרות עמרות עבודה רבות ומגוונות. והשלוחות הם בעלי לגלגלים, ואפשר לנייד אותם בקלות לפי צורך.

בהישראית הביקור באוניברסיטה, בנתתה גם ברמב"ם כיתת עתיר, בעזרת תקציב של משרד החינוך המיועד לנושא. "זה חדר שאפשר למדה קונצרות, למידת חקר", מסבירה שקורן את תרונותיו. "המורה הנהי שיעור על בסיס האפשרויות שמציע החדר הזה. התלמידים ארגונים שהייתה שונה. הם יושבים ביסמית הדינאיים שלהם, והשלוחות הם עגלים והמרחב הזה גודל יותר מכתיה גריגלה". "השנה הקבל כל כיתה שעה שנקלטה בחרה והיא מוסיפה שלחור ברמב"ם ניתן השם "היד החוקה", "על שם של אחי מספריו של הרמב"ם שהיה איש מדע".

חלק והשתלבו ברובד הפעיל באיטוף תנונים בים".

בכיתות ו', התלמידים למדים לעבוד את המתנים, לנתח אותם ולהפיק מהם תובנות. אחת התכונות מאיטוף התנונים בשנה שעברה הייתה קרינה, אין כמעט מכוון אותה לעתיד". שאנשים באזור שלנו לא מכירים את הנושא", אומרת שקורן. "רוב הרייחיים הם מאור תל אביב. ולכן לקראת הקיץ יצאנו טיולת ועיננו קמפיון. הילדים הכינו שלטים, עצרו את הערביים והשבים והסבירו להם על חשיבות הפרויקט. הם הכינו בכיתות, בהדרכת המורים, ברוקדים שאפשר לטרוס בנייד ולרדת סרטונים מהאתר. אנשים סרוק את הטרל על השלטים וקראו את המידע באתר או בצפ מסרטון".



ד"ר יותם הוד, מומחה להדשנת וטכנולוגיה: "הלמידה כיום ממוקדת מתמטיקה, למשל, הלמידה מופשטת מאוד, לא יישומית. אנחנו חיפשו למידה ששוקקת בבעיות חברתיות אמיתיות כדי שתהיה רלוונטית לתלמידים. זו החדשנה והיחידה האמיתית. טכנולוגיה היא רק אמצעי"

בעת יצאה ההיריון לדרך זה השנה הרביעית במתכונת החדש, שבה הוא ניהול כמעט באופן בלעדי על ידי בית הספר, עם פחות מעורבות של האוניברסיטה – כמובנת מחוליה. לדברי שקורן, בשלב זה בית הספר "עומד על הרגליים שלו, והיחידים הלמידה והמפגש מוצע נטיה הרחבתית ממוכנת. ואנכם, בשנה שנייה של תלמידי בסיס והשתלמות ובעיקר לאור הניסיון שצברו בשלוש השנים הקודמות, המורות הכינו תוכנית תלת-שנתייה המשפיע בבית הספר החל מהשנה הלמידה עם צוות האוניברסיטה אל הצמצמה רק לפרויקט מדע אורחי, אלא ומטענה גם כבאר הנושא". "בהשלמות פיתוח את המשמעות של תלילי חקר. למרוז לקחת איד בדיקה חקר גם בכיתת א', ומכאן ממשיך את זה שורדגנו ניטור התנונים המגיעים מאורחים אפשר לעקוב טוב יותר אחיי תפוצת המרותות ומגולית, וגם להותיר את המתרחצים.

מאורחים. באתר אפשר להוריד באפליקציה התוצאות ל"חיווי למורות". באמצעות האפליקציה אפשר לדרוח בין השאר על מין המרותה, כמות הפרטים והמקום בו נצפתה, באיזה מרוק מהוחף והאם המים צורבים. באמצעות ניטור התנונים המגיעים מאורחים אפשר לעקוב טוב יותר אחיי תפוצת המרותות ומגולית, וגם להותיר את המתרחצים.

מאורחים. באתר אפשר להוריד באפליקציה התוצאות ל"חיווי למורות". באמצעות האפליקציה אפשר לדרוח בין השאר על מין המרותה, כמות הפרטים והמקום בו נצפתה, באיזה מרוק מהוחף והאם המים צורבים. באמצעות ניטור התנונים המגיעים מאורחים אפשר לעקוב טוב יותר אחיי תפוצת המרותות ומגולית, וגם להותיר את המתרחצים.

לעטוף מדעים. מדובר בתלמידים שלא התלהבו מהמקצוע ועכשיו הפכו לחיות שגריים שלו". הוא מוסיף שהפרויקטים עומדים במדרים בינלאומיים (סטנדרטים עולמיים של מחקר הדרור הבא) שקבעו אנשי חינוך בארה"ב, המפרטים מה תלמידים בעתיד יצטרכו לדעת: חשיבה מורכבת. הם יידרשו לא רק לכוור תליליים ונחמאות, אלא גם להבין שאפוקלוגיה זו מערכת מורכבת".

לכל פרויקט כזה של מדע אורחי מוצמד מדען מלווה. התלמידים הופכים למעין אינסטנטים שליו, עווי' מחקר. הם אספספ את התנונים בשטח ומנתחים אותם בעורו. כמובן שהפריטים נעשה לשם חינוך בלבד, ובמרכז ללמידה משמעותית מגייסים חוקרים שיש להם ענין בחינוך של הדרור הבא. כשמצעם, התנונים הללו הם מסיק בעברות של החוקר: אי רחי עם תנונית אחריה של אורחים, הם יכולים להיות גוף מידע שיש לו ערך.

מתוצאות הביניים של מחקר, נראה שה"מדעים יצאו נפעמים מהפרויקט", כדברי הוד. "הם הרגישו את ההדשנת בלמידה ואמרו שהיא משדרת את המדעים מאוד. בנוסף הם ציינו את הרלוונטיות לחיי התלמידים ואמרו שהפרויקט גורם לניגוש בכיתות ובבית הספר בכלל".

"הם הקשר שלנו לתרבות?"

שנת הלימודים הנפתחת תהיה השנה הרביעית של"רמב"ם" נהריה, בית ספר ממלכתי-דתי במחוז העיר, משתתף בפרויקט חקר המרותות של המורה לקרודס מדע אורחי. כך שבר כבד עם הלמידה המשמעותית, ילול בבית ספר רמב"ם את הטבע, את הים ואת האוניברסיטה.

לפני שארבע שנים, כשמרדה שקורן קיבלה ליייה את ניהול בית הספר, נבטבו אל היה ממוחי – שלטון המעשה האולטימטי בבית ספר תיקה – היולדה במשך השנים וירדה ל-2000 תלמידים בלבד. כנה מנהלים החלפה בוח אחי, והיא חישה מוים שיונת את בית הספר. "רציתי פרויקט של חרשנות לבית הספר", היא אומרת. "היה לי עניין בלמידה מרתיעה, תחילה הציגו חקר, שהחשיבה תהיה מסדר גבוה, והחיבור



תלמידי "רמב"ם" בנימינה. עוקבים אחיי בעלי החיים הקומיים – ומתעדים אותם

על ידי השלפון הסלולרי לחוקר". בכיתות ו' המשימות היו מורכבות יותר, ככוח השוואה בין נוכחות בעלי חיים בשחיים שגובלים בשחיים הפלואיים לעומת כאלה הגובלים בשחיים ערוויניים. "יצאנו כל שבע לאסוף תנונים, ובכיתת ניתמנו אותם", אומרת ישראל. "למרוז איד הסביבה משתנה בעונות השונות. בחורף גרל עשכ ולא ראו את המכניים למשל". היא מוסיפה ש"כל ילד קיבל הודמנות מי שיותר קשה לו בתיאוריה, היה טוב בהצבת את הלטות".

גם כאן, הפרויקט יתרחב השנה וישלח רודעות נוספות. לאור ההצלחה, הפרויקט יפעל גם בשכבת ה' שלא חותה חלק מהפרויקט בשנה שעברה. בבית הספר תתחיל השנה תוכנית נוספת שתעסוק בחיחי קולות ציפורים (וכו- אקוסטיקה). תוכנית זו תעשה שימוש בטכניקות הלמידה שנקלמו בתוכנית מדע אורחי. "נעסוק בחקר הפרטים של האקוסטיקה", מסבירה ישראל. "ציפורים שמסוימות קילות מסוימים שהוריים על עצמם במום יבדיה או במום מוקצה, הרצי ציפור עוינת. אפשר לנטר את התדירות, הרצי והצבענה המשתנים של שירת הציפורים". הפרויקט הודיש עירוב תומחי ריע שונים. מוויקה לימוד על עולם התוכן המסוים של הציפורים, הוא יכילול יסודות של אקוסטיקה, מוויקה האמנות (ניזור רפוסית השירה).

הפעולה הוו נעשתה לפי עונות הגיטור שקבעו בן דוד. "הינו בלמידה עצומה בשנה שעברה", אומרת ישראל. "לא רק אני והתלמידים – אלא כל מורות בית הספר השתתפו. היתה אש בעיניים לצד ששנותי, כי לא ידענו אם זה יצליח". אך כיום שטבריה לראות 90 משפחות יציאות לשטח מפורזות את הלטות. זה מה שנקשר למידה רלוונטית. הרגישו שאנחנו שותפים לדבר רלוונטי".

לפני המפגש הזה, התודרונו כיתות ו' ו-נ' שבונו סופע הפרויקט לעולם תוכן שלהי: טרו מסדרון אקולוגי, איזה בעלי חיים יש באזור, איד מווח עקבות של בעלי חיים, מוח המנון שלהם ועוד. נבד בבדי. והטענו מיומנויות חקר ועקרונותיה. "למרוז על בירודים אקולוגיים בהרה, מרוע הפלטות האלה חיובת לחיות באזור גורלי, מה איקרה אם לא יונחו במרוק קבוע, ואיד מרווחים על המצצאים. הילדים הבינו שדוריהו זה כהו להשאיר חותם. אם נכנס עכבר נראה עקבות של עכבר, אם הגיע קרופר, יהיו עקבות של קרופר, וכו'. חלק הילדים התאננו על האפליקציה בבית הספר. אחיי רחי היינו יכולים לשבו נאספו הרגישו לביקור באמירים קבוצה