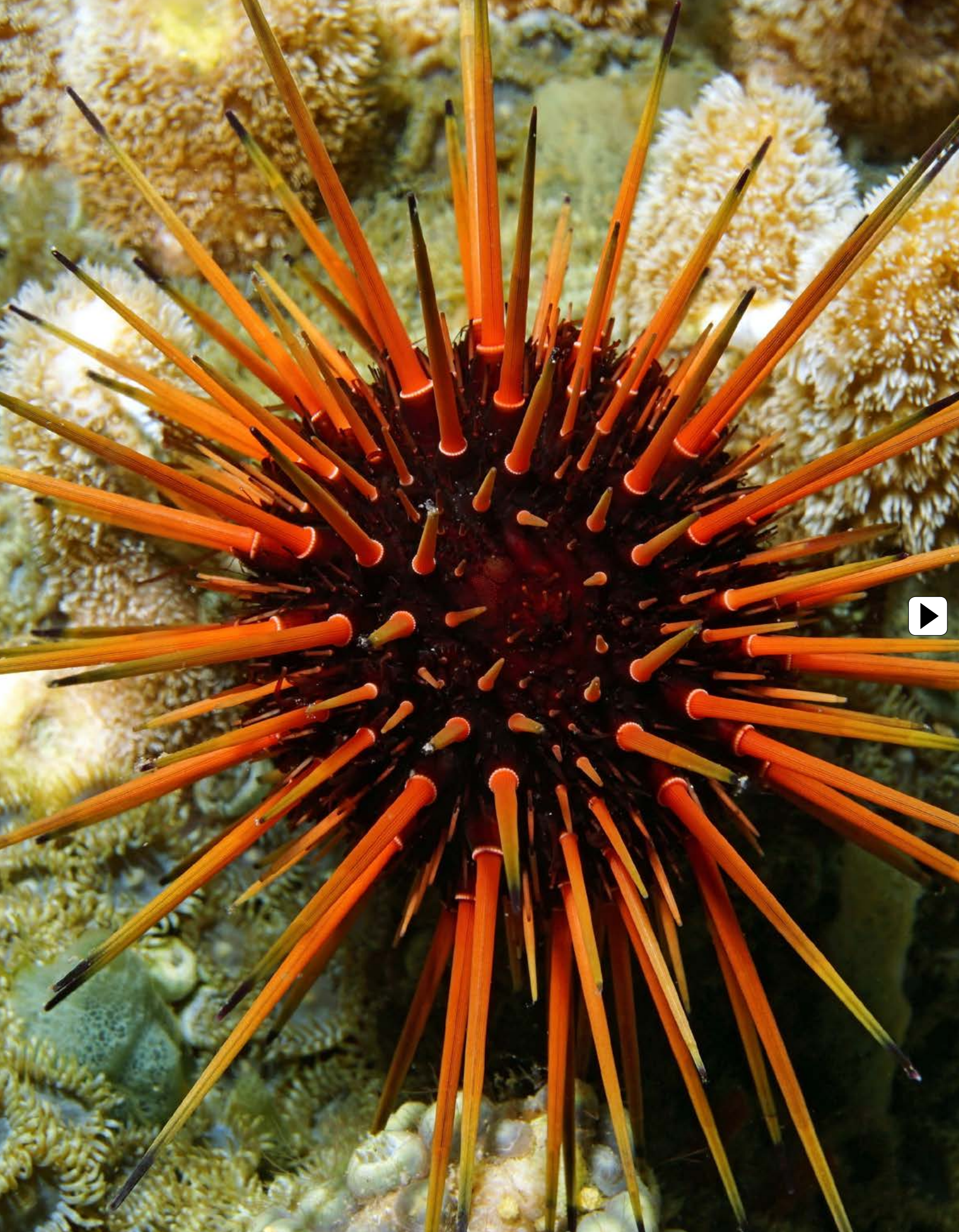


מה בין קיפודיים למערכות אבטחה מתקדמות?

תכנית לימודים בנושא ביומימיקרי לתלמידים מחוננים

מאת: יריב גרשטיין, ביולוג ימי ומדריך בארגון הביומימיקרי הישראלי

ארגון הביומימיקרי הישראלי ואשכול פיס בתיכון אוהל שם, בסיוע מנהלת האשכול ד"ר מאירה אוסטר, החלו בפרויקט ראשון מסוגו בישראל: תכנית לימודים בנושא ביומימיקרי לתלמידים מחוננים. בתכנית משתתפים שישה תלמידים מכיתות המחוננים בשכבת ט'. יש לציין כי התלמידים בחרו לקחת חלק בפרויקט נוסף על תכנית הלימודים הרגילה.

ביומימיקרי הוא תחום דעת מתפתח בעולם העוסק בחקר פתרונות הטבע וחיקויים לאתגרים טכנולוגיים שונים, תחום המזוהה כיום כמנוע חדשנות. בשדה הפדגוגי הטבע הוא מעבדת לימוד ומחקר חווייתית המזמנת תהליכי חקר והתבוננות במערכות ביולוגיות בעיניים טכנולוגיות, התבוננות המאפשרת ללמוד טכנולוגיה בדרך חדשנית וחווייתית. לימוד טכנולוגיה באמצעות ביומימיקרי מקדם מיומנויות נדרשות במאה ה-21 בתחום ה-STEM (Science, Technology, Engineering, Math), ובהן: חשיבה אנלוגית, חשיבה מערכתית וחשיבה פונקציונלית, וזאת לצד הקניית ערכים חברתיים וסביבתיים.

את הפרויקט התחילו התלמידים בחשיפה לתחום הביומימיקרי ובהכרת מושגי היסוד שבו, כגון צורך, פתרון, תפקוד, הפשטה והעברה; וכן בחשיפה למגוון רחב של דוגמאות לפיתוחים ביומימטיים, במשחקי חשיבה ובדיונים מעמיקים על חשיבה ביומימטית. תהליך הלמידה כלל גם הבנה של מערכות אורגניות ותרגול זיהויים של מנגנונים מעניינים המהווים נקודת מוצא לפיתוח המצאות.

במהלך התכנית הושם דגש בפיתוח חשיבה מערכתית-פונקציונלית, הכוללת זיהוי הדרישה התפקודית של מערכת; זיהוי רכיבים של המערכת הקשורים לתפקודה והקשרים ביניהם; תיאור התנהגות המערכת כולל סוגי הפלט והקלט שלה; והשוואה בין מערכות ביולוגיות למערכות טכנולוגיות. כחלק מתהליך הלמידה התנסו התלמידים בהבנת תהליך התכנון בהשראת הטבע: מהם שלבי התהליך (מהגדרת הצורך ועד הפתרון), מה עושים בכל שלב, אילו כלים עומדים לרשותנו ומהם המנגנונים במערכת הטבעית שאותם נוכל להעביר למערכת טכנולוגית.

תחום הביומימיקרי מאפשר למצוא מנגנון המתקשר לתחום העניין של כל תלמיד: מדעים, הנדסה, מחשבים או אפילו עיצוב. מנגנונים כאלה נקראים BIO WOW. הכלים המקצועיים של ביומימיקרי מסייעים לפשט את המנגנונים הביולוגיים ולהעבירם לתחומי העניין השונים, כך שיוכלו להפוך להמצאות ביומימטיות. בשל כך, וגם בשל העובדה כי מדובר בכיתת מחוננים, שתלמידיה לומדים גם באוניברסיטאות ובעלי ידע רחב יחסית בתחום המדעים, חשפנו את התלמידים לתחומים שונים בענפי המדע. ניתוח מעמיק בכל תחום סייע לתלמידים לפשט את המנגנונים המורכבים של אורגניזמים לרמה של פונקציה תפקודית. לדוגמה, עלי פרח הלוטוס הצומח בביצות מתנקים מבוץ בעזרת גבשושיות מיוחדות; במקרה זה ההפשטה היא מערכת ניקוי עצמית.

בנוסף נחשפו התלמידים לתחום הביולוגיה הימית, מאחר שהמדריך (אני) הוא ביולוג ימי המתמחה בחקלאות ימית בכלל ובגידול פלנקטון בפרט. כחלק מהעשרת תלמידי אשכול הפיס באוהל שם התקיים שיעור מעבדה בנושא רבית קיפודי־ים. במעבדה זאת ניסו תלמידי הביומימיקרי לזהות כמה שיותר מנגנונים המעניינים אותם. בהמשך ישיר למעבדת רבית הקיפודים החל אחד התלמידים בקבוצה לעסוק במנגנון הרבייה של קיפודי־הים תוך התמקדות בייחודיות של המפגש בין תא הזרע והביצית. על פי רוב, רק תא זרע של קיפוד־ים ממין מסוים יכול לחדור לביצית של קיפוד־ים בן אותו המין. המנגנון הוביל את התלמיד לחשוב על פיתוח מערכת אבטחה (מנעול ומפתח) המופעלת על ידי זיהוי ביולוגי. התלמיד ביצע הפשטה של המנגנון (תהליך שבו מפשטים את התהליך הביולוגי לרמה הנדסית או טכנולוגית) וכרגע הוא עובד על פיתוח ההמצאה.

פרויקט של תלמיד נוסף שנמצא בשלבי פיתוח ממש בימים אלה התחיל בבחינת חכמת ההמונים של הדבורים, כלומר, של תקשורת בין דבורים שנועדה לקבל החלטות שיחולו על כל הכוורת. תהליך ההפשטה והעברת הרעיון לביצוע הוביל את התלמיד להמציא מערכת אשר באמצעות תקשורת וחכמת המונים תוכל לעבד מידע שייאסף בבדיקות דם על מנת לזהות מחלות.



אלה הן רק שתי דוגמאות לתהליך פיתוח פתרון טכנולוגי בהשראת הטבע. תהליך הפיתוח מתבסס על (PBL, Project Based learning), דבר המאפשר ליצור פיתוחים חדשים ויצירתיים ולהעבירם מתחום הביולוגיה לטכנולוגיה.

כחלק מתהליך הלמידה והפיתוח נחשפו התלמידים למנועי חיפוש מיוחדים לתחום הביומימיקרי כמו find structure, אתר חדשנות מהטבע של ארגון הביומימיקרי הישראלי, ואף שֻכללו את היכולת לברור מידע ולקבצו מתוך שפע המחקרים והמידע הנמצאים במנועי החיפוש השונים.

את תוצרי הפרויקט יציגו התלמידים כפוסטר מדעי, מצגת או אב־טיפוס באשכול הפיס, ובנובמבר 2016 יוצגו ההמצאות בכנס השנתי של ארגון הביומימיקרי הישראלי וארגון המהנדסים הישראלי באוניברסיטת תל אביב. הדרישות מהתוצר הסופי הן ברמה אוניברסיטאית, דבר הדורש חקר מעמיק והסרת מכשולים העומדים בדרך ליישום הרעיון והפיתוח הביומימטי.

התכנית מתאימה לכל בית ספר תיכון ואינה דורשת משאבים מיוחדים למעט קבוצה של תלמידים סקרנים והדרכה וליווי מתאימים.

לסיכום, הרעיונות של התלמידים יצירתיים ומרתקים. התלמידים עברו ועוברים תהליך נפלא של חשיפה לתחום הביומימיקרי ומקבלים כלים, שבהם יוכלו להשתמש על מנת להמציא ולחדש בכל תחום שיבחרו בעתיד. באמצעות הסתכלות על הטבע ולמידה ממנו יוכלו התלמידים לייצר גשר מעולם הביולוגיה הרחב לכל תחום שיעסקו בו בעתיד. יכולת ההתבוננות והלמידה תלווה אותם באשר ילכו.

