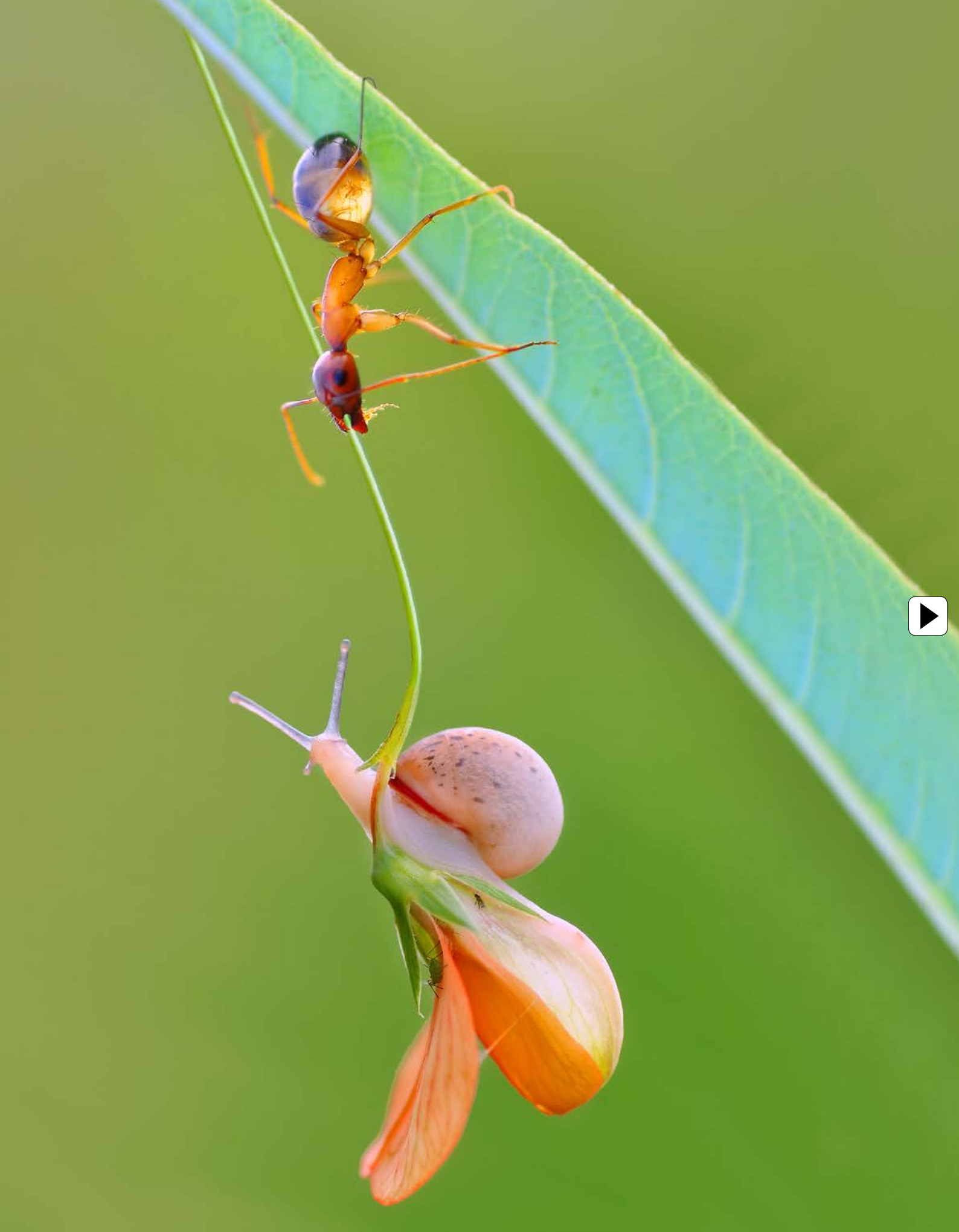


ביומימיקרי זה בטבע שלנו

בקריית החינוך אורט בנימינה לומדים ביומימיקרי בשכבת ט' כתכנית מסודרת ומובנית. התכנית היא פרי עבודה מאומצת, שכללה שלבי הכנה ממושכים, והִנה אבן דרך במסלול לתכניות העתידיות של בית הספר

עינת מקוב, בית ספר אורט בנימינה

ביומימיקרי הוא נושא שבו תהליכים, מבנים ופתרונות הקיימים בטבע משמשים השראה לפיתוח מוצרים לתועלת האדם. כפועל יוצא, זהו נושא רב-תחומי המשלב ידע ביולוגי וסביבתי, ידע הנדסי וידע עסקי, החושף בפני התלמידים עולם מרתק וחדשני. היוזמה לתכנית הביומימיקרי הגיעה מהמרכז למו"פ ולהכשרה של רשת אורט ישראל לפני כשנה וחצי. בית הספר אורט בנימינה נבחר להשתתף בפרויקט הנקרא "בתי ספר מובילי שינוי", ותכנית הביומימיקרי על כל היבטיה השתלבה בחזון בית הספר וביעדי השינוי שהציב לעצמו: היא מהווה הזדמנות לערוך שינוי בדפוסי חשיבה, בתכני הלימוד, באופן הלימוד ובשפה המיוחדת שהיא מנחילה לעוסקים בָּתחום.

למה ביומימיקרי?

תכנית הביומימיקרי היא תכנית לימוד חדשנית בטכנולוגיה ובמדעים. היא מטפחת בקרב התלמידות והתלמידים חינוך ערכי והשכלה טכנולוגית-מדעית ותקשובית. המאפיינים הערכיים והיתרונות הלימודיים של התכנית הם רבים:

חזרה ל"בראשית" ולטבע

אחד מעמודי התווך של הביומימיקרי הוא למידה והתנסות חווייתית מהטבע על כל רבדיו. כל הפתרונות נמצאים כבר שם. צריך רק ללמוד לחזור אליו.

ההזדמנות שלנו לחשוף את התלמיד אל הטבע הבראשיתי והבתולי היא בעלת ערך חינוכי אדיר. ההתלהבות של התלמידים לאסוף עלים, ללכוד עכביש (ולשחרר אותו אחר כך...) או לבחון מקרוב פרח פורח מפגישה אותם עם חוויות שונות מאוד מהחוויות מעולמם הדיגיטלי והטכנולוגי, שעבורנו המבוגרים היו יומיומית בילדותנו. לדוגמה, תרגיל הקשבה לטבע שבו התלמידים פשוט יושבים בחורשה, באחו או על שפת המעיין, ומקשיבים בדממה ובתשומת לב לקולות ולרחשים שמסביבם, מותיר רושם עמוק בחוויה שהתלמידים עוברים.

יחס של כבוד לטבע

הפיתוחים הביומימטיים מבוססים על כבוד לטבע. בשונה מתוצרי המהפכה התעשייתית, המנצלים את משאבי הטבע ופולטים מזהמים לסביבה, הביומימיקרי מחנך להתייחס לטבע בענווה ובצניעות, תוך שמירה עליו ויישום עקרונות של קיימות. עיסוק ביחס המכבד את הטבע מתקשר גם לערך הכבוד, שהוא אחד מהערכים המרכזיים שבית הספר חרט על דגלו, ומציג בפני התלמידים את הערך על כל גווניו - החל מכבוד לסביבה ולטבע ועד כבוד לאנשים שמסביבנו.

חיבור לסביבה

התכנית מבוססת על יציאה לטבע והתבוננות בתופעות ביולוגיות וסביבתיות. קריית החינוך אורט בנימינה ממוקמת צמוד לפארק הטבע רמת הנדיב. שולי הפארק נושקים לחצר בית הספר והיציאה אל הפארק היא דבר שבשגרה. אנשי רמת הנדיב עושים מאמצים רבים לטפח את נושא הביומימיקרי, ובתיאום עם בית הספר עורכים סיורים ופעילויות חוץ בתחומי הפארק.

פיתוח כישורי עבודות חקר

עבודת החקר מוטמעת בתוך תכנית הביומימיקרי ומאפשרת לעבות את נושא החקר, ולתת לו משמעות. במהלך עבודת החקר הביומימטית עובדים עם התלמידים חוקרים מהאקדמיה, המבצעים את מחקריהם ברמת הנדיב ומשמשים יועצים לתלמידים בעת הצורך. כמו כן מתקיימות פגישות עם מומחים מטעם ארגון הביומימיקרי הישראלי, המנתבים יחד עם המורות למדעים את כיווני המחקר ואיתור הפתרונות.

עידוד ליזמות

התלמידים שלנו גדלים לתוך עולם של יזמות ויוזמות. עבודת הסיכום בתום התכנית כוללת תכנון מוצר טכנולוגי/הנדסי המבוסס על אורגניזם ששימש מקור להשראה ולחיקוי. בתוך כך לתלמידים מזדמנת אפשרות להיפגש עם עולם היזמות והתעשייה. הם מתכננים מוצרים יצירתיים וחדשניים, ובהחלט קיימת אפשרות במקרים מסוימים לממש את אב הטיפוס לכדי מוצר מסחרי בשוק.

פיתוח יצירתיות

מציאת הפתרונות הביומימטיים ובניית אב-טיפוס דורשות יצירתיות רבה ודמיון מפותח. נפתחת הזדמנות לתלמידים יצירתיים "לחשוב מחוץ לקופסה" במשמעות האמיתית ובכוונה מלאה. היצירתיות באה לידי ביטוי גם בשלב מציאת הפתרון ברמה התאורטית, גם בשלב התכנון וגם בשלב הביצוע ועיצוב המוצר.





יציאה לפארק הטבע רמת הנדיב להיכרות
עם חוקרים ולעבודה בשטח

עבודת צוות ופיתוח אחריות אישית

עבודת החקר מתקיימת בצוותים של מספר תלמידים ומחייבת את חברי הצוות לשיתוף פעולה ואחריות הדדית. ברוב המקרים העבודה מחולקת בין התלמידים ומחייבת התמחות בתחומי ידע שונים.

פיתוח סקרנות ושאילת שאלות

מציאת הרעיונות דורשת עין סקרנית וערנות לסביבה. העיסוק בביומימיקרי משנה את ה"עדשה" שדרכה אנו מתבוננים בסובב אותנו ומחדד את היכולת לעצור לרגע ולשאול שאלות. התבוננות אחרת והצגת שאלות הן מיומנויות שישרתו את התלמידים גם בעתיד ובתחומים אחרים. לימוד הנושא מעורר סקרנות רבה ועניין בקרב התלמידים. הוא מאפשר גם לתלמידים מתקשים להציג את החוזקות שלהם; הלמידה היא רב-תחומית ומעמידה בפני התלמידים את האתגר ליצור הקשרים בין פיסות מידע מתחומי תוכן שונים.

מציאת פתרונות המבוססים על קיימות

האתגר המרכזי היום הוא נושא הקיימות - להפסיק להזיק לטבע, לתכנן מראש את כל המהלכים ולנבא את ההשלכות של פגיעה בטבע. ביומימיקרי פועל בדגש על קיימות.



משחק קלפים לעידוד החשיבה הביומימטית והיכרות עם דוגמאות

חזון

כבית ספר השייך לרשת הטכנולוגית אורט, ביומימיקרי משתלב גם בחזון הרשת, המשלב אמונה בטיפוח חינוך ערכי והשכלה טכנולוגית-מדעית ותקשובית.

התהליך

הערכים החינוכיים האלה קסמו להנהלת קריית החינוך אורט בנימינה. עינת מקוב, מנהלת אשכול הפיס, מובילה את השינוי ואחראית להכנסת תחום דעת זה ולשילובו בתכנית הלימודים. לאורך התהליך חברו לפרויקט שני גופים חשובים נוספים, מחלקת החינוך של רמת הנדיב וארגון הביומימיקרי הישראלי, ונוצרו שיתופי עבודה שהרחיבו את הפרויקט המקורי.

לאחר יצירת שיתוף פעולה עם ארגון הביומימיקרי הישראלי לבניית תכנית פעולה ותכנון שלבי העבודה, הוצג עולם הביומימיקרי בפני כלל המורים בקריית החינוך והם הוזמנו להצטרף לעבודה המשותפת. את ההרצאה המרתקת העבירה יו"ר איגוד הביומימיקרי הישראלי, ד"ר דפנה חיים לנגפורד. המורים גילו עניין והתלהבות.

בעקבות החשיפה לתחום קיימנו השתלמות למורים מתחומי דעת שונים בבית הספר. את ההשתלמות פיתחה והעבירה ד"ר יעל הלפמן-כהן, מייסדת ומנכ"לית ארגון הביומימיקרי הישראלי, ובחלק מהמפגשים השתתפה גם האדריכלית מלאני סמסון, שקידמה חדשנות פדגוגית בחינוך ההנדסי באקדמיה ובבתי ספר. ההשתלמות נערכה באשכול הפיס, והשתתפו בה מורים למדעים, אך גם מורים מתחום החינוך המיוחד, אנגלית, גיאוגרפיה, סוציולוגיה ועוד. בתוך כך התגבשה קבוצת מורים מתחומי הלימוד השונים שיוכלו בעתיד לשמש יועצים לתלמידים במהלך עבודת החקר שלהם.

ההשתלמות הוכתרה בהצלחה יוצאת דופן. שביעות הרצון של המורים המשתתפים הייתה גבוהה ביותר. במהלך ההשתלמות המורים ניתחו דוגמאות של פיתוחים ביומימטיים ולמדו את שלבי הפיתוח הביומימטי. חלק ניכר מהקורס היה בדגש סדנאי וכלל התנסות מרובה, לצד פרקים תאורטיים מרתקים.

כשלושה חודשים לאחר ההשתלמות החלה אחת מכיתות ט' ללמוד את הנושא ככיתת פיילוט. התלמידים למדו את הנושא באופן תאורטי ואחר כך תיכננו מוצרים שהטבע שימש להם השראה. הפתרונות שהתלמידים הציגו היו יצירתיים מאוד: אחת הקבוצות התמקדה בתכונה אופיינית של הפרעוש - קפיצה לגבהים. פרעוש יכול לקפוץ פי 350 לערך מאורך גופו! התלמידים תיכננו רובוט שיוכל לקפוץ לגובה למטרות הצלה, כמו בשריפה, או שישמש למטרות ריגול. קבוצה אחרת עקבה אחר היכולת של הצב להגן על אבריו הרגישים באמצעות השריון שלו והכנסת איבריו בעת סכנה. תלמידי הקבוצה הציעו כלי רכב שבעת התקפה וסכנה כל חלקיו הפגיעים מתקפלים כלפי פנים ומוגנים עד יחלוף הזעם.

נפתחת הזדמנות לתלמידים יצירתיים "לחשוב מחוץ לקופסה" במשמעות האמיתית ובכוונה מלאה

קבוצה נוספת חקרה את המבנה המיוחד של צוואר הנמלה המאפשר לה להרים משקל של עד פי כ-5,000 (!) ממשקל גופה. על בסיס עובדה מופלאה זו ניסו תלמידי הקבוצה לפתח רובוט משא המחקה את המנגנון הנמלי.

בסיום אותה שנת לימודים נערך יום שיא לכיתה ט' - סיור בספארי בדגש ביומימיקרי. התלמידים ראו במו עיניהם את בעלי החיים והתכונות המיוחדות ששימשו השראה לפיתוחים ביומימטיים: חדק הפיל שעל פי אופן תנועתו פיתחה חברת FESTO הגרמנית זרוע ביונית המשמשת זרוע רובוטית להעברת חפצים; קוצי דרבן שחדירתם חד-כיוונית ושימשו השראה לפיתוח חוטי תפירה כירוגיים מיוחדים, שאיחוי פציעות וחתכי ניתוח באמצעותם מגדיל את קצב ההגלדה ויוצר צלקת מזערית; תנועת הנחשים שסיקרנה את אנשי המעבדה לביו-מכניקה וביו-רובוטיקה בטכניון ופותח רובוט זוחל דמוי נחש, שבראשו מצלמה משדרת. הרובוט יכול להשתחל במעברים צרים במטרה לספק מידע לפני פריצה או השתלטות, או במקרים של הריסות כתוצאה מרעידות אדמה או הפצצה וקריסה של מבנים. שפע הדוגמאות אדיר וכמעט ליד כל בעל חיים בספארי אפשר לספר על דוגמה והשראה ביומימטית.

במהלך חודשי הקיץ התקיימו קשרי פעולה בין שלושה גופים לעבודה משותפת: קריית החינוך אורט בנימינה, מחלקת החינוך ברמת הנדיב וארגון הביומימיקרי הישראלי. קריית החינוך רמת הנדיב וארגון הביומימיקרי לקחו על עצמם לפתח

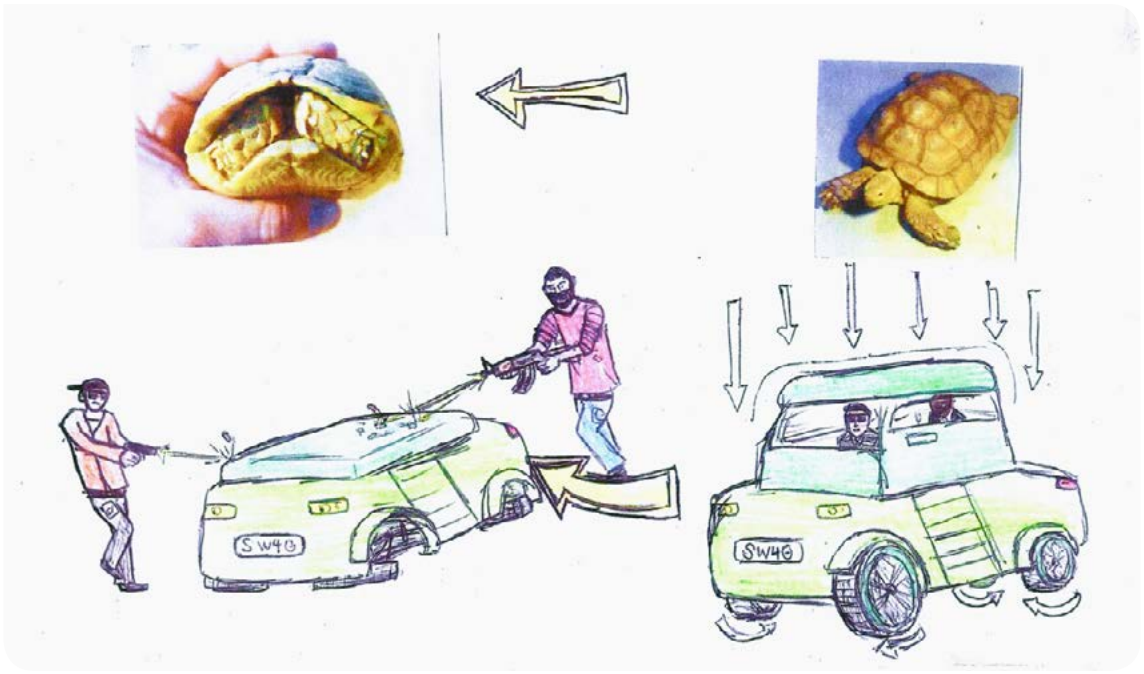
התלמידים מתכננים מוצרים יצירתיים וחדשניים, ובהחלט קיימת אפשרות במקרים מסוימים לממש את אב הטיפוס לכדי מוצר מסחרי בשוק



את תכנית הלימודים ואת תכנית הליווי המקצועי לבית הספר. נכתבה תכנית מסודרת ומפורטת ונבנה צוות תמיכה למורים ולתלמידים, המורכב מאנשי החינוך של רמת הנדיב, חוקרים המבצעים את מחקריהם ברמת הנדיב ויועצים מטעם ארגון הביומימיקרי הישראלי.

התכנית כיום

בשנת הלימודים הנוכחית החלה כל שכבת ט', כ-230 תלמידים, ללמוד ביומימיקרי. התכנית נפתחה בכינוס חגיגי, שבמהלכו שמעו התלמידים הרצאת מבוא לנושא, וזו חשפה בפניהם עולם זה. בכיתות התלמידים לומדים על משמעות הביומימיקרי, באילו תחומים מוצאים פתרונות ביומימטיים, אופן החשיבה הביומימטית וכיצד ניגשים לבעיה ומוצאים לה פתרון ביומימטי. הלמידה נעשית בדרך חווייתית וכוללת פעילויות רבות, סרטונים, מצגות מרתקות ויציאה לפארק רמת הנדיב ללמוד כיצד מסתכלים על העולם ב"משקפיים ביומימטיים".



תכנון ראשוני - רכב בטחון ממוגן, המקפל את החלקים החיוניים כלפי פנים בעת סכנה, בהשראת הצב.



לאחר הלמידה התאורטית נכנסים התלמידים לשלב השני של התכנית והוא השלב המעשי. במהלכו הם לומדים לנתח מערכות, לזהות תכונות מיוחדות ביצורים מעניינים, לחקור ו"לזקק" את הפונקציות שממלאות התכונות האלה. זיקוק ודיוק הפונקציה מאפשר לתלמידים להפעיל את היצירתיות והדמיון שלהם ולחשוב היכן בעולמנו ההנדסי והטכנולוגי אפשר לממש את התכונה, ואיזה מכשיר אפשר לייצר שמחקה את התכונה. התלמידים עובדים בקבוצות, וכל קבוצה מתמודדת עם פתרון בדרך ביומימטית.

לתכנית שנבנתה התווספו חומרי למידה שפותחו בבית הספר, כמו משחק קלפים להיכרות עם פיתוחים ביומימטיים.

כל תלמידי השכבה עוסקים בעבודת חקר. תוצר העבודה הוא אב טיפוס של המוצר הביומימטי ופוסטר מדעי למוצר שהוא מימוש ביומימטי המבוסס על יצור כלשהו כמקור השראה.

בהמשך שנת הלימודים מתוכננת הקמת מתחם ביומימיקרי בחצר בית הספר שיכלול גן מדע ובו תחנות פעילות המבוססות על פיתוחים ביומימטיים. המתחם יהיה המוקד שבו יילמדו שלבי החקר המדעי, ובכל תחנה תתקיים פעילות חקר התואמת את שלבי החקר המדעי. ליד כל מוצג יהיה שלט הסבר הכולל תיאור האורגניזם, התכונה מעוררת ההשראה והפיתוחים הביומימטיים שיוצרו בעקבותיה. התלמידים יֵצאו במהלך השיעורים לתחנות העבודה ויתנסו בצורה מוחשית בתהליך החקר בנושא. בטקס הסרת הלוט תוצג תערוכת התוצרים של תלמידי שכבת ט'. בסיום השנה מתוכנן יום שיא לסיום התכנית ברמת הנדיב.

מה הלאה?

- מרכז המו"פ של אורט וקריית החינוך אורט בנימינה ישמשו מרכז פיתוח, ייעוץ והטמעה לבתי ספר שירצו להפעיל את התכנית..
- למתחם הביומימיקרי יתווספו תחנות נוספות בשיתוף עם התלמידים. התלמידים יהיו גם אלה שיציעו ויתכננו מדי שנה תחנות נוספות למתחם.
- בכנס "ביומימיקרי - אקדמיה ותעשייה" שייערך ב-2016 תוצג תערוכת עבודות נבחרות של תלמידי שכבת ט' באורט בנימינה. הכנס מתקיים ביוזמת ארגון הביומימיקרי הישראלי ולשכת המהנדסים ובשיתוף המעבדה לביומימיקרי בבית הספר ללימודי הסביבה ע"ש פורטר, אוניברסיטת תל אביב, והוא מהווה מפגש שנתי לחוקרים ולתעשיינים בתחום הביומימיקרי.
- שפת הביומימיקרי - עקרונות הביומימיקרי יבואו לידי ביטוי גם ביתר המקצועות וברוח בית הספר; בחזון - ביומימיקרי חובק בתוכו שפה מיוחדת (פדגוגית, ערכית וארגונית) שתהפוך להיות שפת בית הספר ותכלול יצירתיות, יזמות, רב-תחומיות, אחריות, עבודת צוות, כבוד, ערכים, מרחב של דעת, הנאה והנעה, פנים אל העתיד ועוד ועוד...
- בתכנון לעתיד - תחום הביומימיקרי ילך ויתרחב, ויעלה גם לחטיבה העליונה. רשת אורט תפתח בשיתוף עם קריית החינוך תכנית לימודים לחטיבה העליונה בהיקף של 5 י"ל.
- לסיכום, תכנית הלימודים בביומימיקרי היא תכנית רב-תחומית בהיבט הרחב ביותר. ביומימיקרי הוא מנוע חדשנות מעורר סקרנות ומעודד ליצירתיות.

התלמידים של היום הם אזרחי המחר שלנו. תפקיד מערכת החינוך ללמד את התלמידים להיות לומדים עצמאיים, להכין אותם לחיים האמיתיים ולדאוג שיהיו אזרחים אחראים. וזאת בניגוד לַהתייחסות למשאבי הטבע בחמדנות חסרת אחריות, שבה אנו מלכלכים ומזהמים את כדור הארץ העדין שלנו, ופוגעים באיזון השברירי שלו - תחום הביומימיקרי מאפשר חינוך לרגישות כלפי הטבע, התייחסות לאפשרויות המדהימות הטמונות בו ולפתרונות שהתפתחו במהלך האבולוציה - חינוך דור חדש שלא מנצל את הטבע ופוגע בו, אלא דואג לטבע, מכבד אותו ולומד את צפונותיו.



