המגמה המדעית-טכנולוגית (מדעית-הנדסית)

גישה חדשנית להוראת מקצועות הטכנולוגיה והמדע

ד"ר מאיר פרשטמן

המגמה המדעית-הנדסית מבוססת על גישות חדשניות הן מבחינת תוכני הלימוד (למידה בין-תחומית) והן מבחינת דרכי ההוראה (הוראה באמצעות אנלוגיות וגישה של קהיליית לומדים). במאמר זה מוצג בהרחבה נושא האנלוגיה ומוסבר כיצד מתבצעת הוראה באמצעות אנלוגיות. כן מתואר מבנה הלימודים במגמה, ומובאת סקירה היסטורית של התפתחותה מאז נוסדה ב-1987, כולל הדמויות המרכזיות בהקמתה. המגמה המדעית-הנדסית מיועדת לתלמידים בעלי יכולת לימודית גבוהה ובעלי מוטיבציה להמשך לימודים ותעסוקה בתחומי מדע והנדסה. בסיום מוצג פרופיל בוגרי המגמה כיום.

האתגר

אנו חיים בתקופה בה כמות הידע והמידע גדלה ומתעדכנת בקצב מהיר. קצב זה מוביל להתמחות בתחומים צרים. עם זאת, בתחומי ההנדסה והטכנולוגיה נדרשת חשיבה רחבת היקף וראייה מערכתית כוללת של כמה תחומי דעת; אלה מאפשרות ביצוע אנליזה וסינתזה. הדרך שבעזרתה מתמודדים בעולם המחקר ובשוק העבודה עם הניגוד שבין צורך בהתמחות צרה לצורך בראייה רחבה - היא עבודה בצוות.

כמורים וכמחנכים, אנו נדרשים לתת מענה לאתגר של הוראה יעילה בעולם בו כמות הידע גדלה במהירות. עלינו לאפשר לתלמיד לראות תמונה רחבה ובו-זמנית להעמיק בתחום המעניין אותו. כן מוטל עלינו לכוונו לפתח יכולת עבודה בצוות.

המענה: המגמה המדעית-הנדסית

כאמור, הלימודים במגמה המדעית-הנדסית מבוססים על גישות חדשניות הן בתוכני הלימוד והן בדרכי ההוראה. אציג בקצרה גישות אלו.

1. **למידה בעזרת אנלוגיות** - אנלוגיות הן תבניות חשיבה לוגיות או מושגי יסוד, המשותפים לתחומי מדע והנדסה שונים. למידה בעזרת אנלוגיות אינה מהווה התמחות בתחום דעת אחד, אלא מאפשרת הסתכלות כוללת על תחומי מדע והנדסה שונים. הלמידה בדרך זו מפתחת יכולת ראייה רחבה על תחומים מדעיים והנדסיים, ומאפשרת לתלמיד בחירה מושכלת בעתיד של תחום הדעת בו ירצה להתמחות בלימודיו האקדמיים.
2. **למידה עצמית ועבודת צוות** - חלק מתהליך הלמידה מתקיים בצוותים של שלושה עד שישה תלמידים. למידה זו נעשית בעיקר סביב פרויקטים (מיזמים), המשלבים מספר תחומים במדע ובהנדסה. העבודה בצוות מתאפיינת בחלוקת עבודה ובפיתוח כישורי למידה עצמית. תלמידים לא חייבים להכיר באופן יסודי את כל התחומים. כל תלמיד או תלמידה תורמים את חלקם לעבודת הצוות, בעיקר בתחום שמעניין אותם ובו הם מתמצאים יותר. יחד עם זאת, על כל תלמיד להכיר את תחומי הדעת האחרים בכל הקשור לפרויקט. שילוב זה בין עבודת צוות ולמידה עצמית מאפיין את עולם העבודה, ולכן חשוב ונכון לאפשר לתלמידים להתנסות בכך.
3. **קהיליית לומדים** - לצוות התלמידים (כנזכר, בין שלושה לשישה) מצטרף גם מורה-מנחה, החובש שני כובעים. מחד, הוא ממלא את תפקידו המסורתי כמורה: מסייע לתלמידים לבנות את עבודת הצוות ולארגנה, מכוון אותם למקורות מידע ויוצר עבורם קשרים עם מומחים או עם מורים אחרים. כמו כן הוא עוסק בנושא הערכת התלמידים. מאידך, הוא מהווה חלק מהצוות. הוא לומד יחד עם התלמידים את הדרוש לביצוע המיזם, ומעשיר את ידיעותיו - כמו כל תלמיד, בתחומים בהם הוא אינו מומחה. דרך זו של קשרי גומלין בין המורה לתלמידיו נקראת קהיליית לומדים. מונח זה נטבע על ידי פרופ' לי שולמן (1997).

ההוראה בדרך של קהיליית לומדים היא אחד הדברים המרתקים, שחוֹוים המורים המלמדים במגמה. המיצוב

ד"ר מאיר פרשטמן, ראש מכון גורלניק להשבחת ההוראה, אורט ישראל goralnik@ort.org.il

החדש של המורה, שאיננו בהכרח בעל הסמכות ומקור הידע, אלא לומד ומתלבט יחד עם תלמידיו בתהליך של פתרון בעיה - יוצר מערכת יחסים חדשה ומרעננת הן למורה והן לתלמידים. מורים מספרים בהתלהבות על חוויית הוראה חדשה, על היכולת להמשיך ולהתפתח ולא לשקוע בשגרה קבועה של הוראה, על התרעננות ומניעת שחיקה ועל ברק בעיני התלמידים.

החידוש של הוראה באמצעות אנלוגיות דורש הסבר מפורט יותר. **אנלוגיות הן מושגי יסוד, עקרונות יסודיים או דרכי חשיבה, הנהוגים ביותר מתחום דעת אחד במדע ובהנדסה.** הבנת האנלוגיות והשימוש בהן, מאפשרים הבנה מעמיקה של תופעות, הכללה של פתרונות והעברה מתחום ידע אחד למשנהו.

כדוגמה פשוטה לאנלוגיה נתייחס למושג "יחס ישר". תלמידי הפיסיקה לומדים כי כאשר תולים משקולות על קפיץ אידיאלי, הוא מתארך ביחס ישר למשקל. אולם, אם תולים על הקפיץ משקל כבד מדי, הוא "מתקלקל" ומפסיק להגיב למשקל באופן ליניארי. במסגרת לימודי החשמל לומדים אותם תלמידים גם, שכאשר מפעילים מתח על נגד אידיאלי, הזרם גדל ביחס ישר למתח. אולם, אם מפעילים מתח גבוה מדי, הנגד "מתקלקל" ונשרף. קיימת אנלוגיה ברורה בין שני המקרים. בשניהם קיימת תופעה של יחס ישר בין גדלים מדידים, המתקיים רק בתחום מוגבל.

כיום, בדרך כלל, המורה לפיסיקה, המורה לחשמל ומורים נוספים המשתמשים בהוראתם במושג היחס הליניארי, משאירים לתלמידים את המשימה של הכללת התופעות. אולם, מרבית התלמידים אינם מסוגלים לבצע בעצמם הכללה כזו. במגמה המדעית-הנדסית מושם דגש על למידה בעזרת אנלוגיות ועל הכוונת התלמידים להכיר מהו יחס ליניארי בין שני משתנים A ו-B, ולהבין כי בעולם הממשי הליניאריות אינה מתקיימת עד אינסוף אלא מוגבלת לתחום סופי.

דוגמה נוספת לאנלוגיה היא "השדה הסקלרי". "שדה" הוא מושג מופשט, שבו לכל נקודה במרחב מוצמד מספר. ערך המספר המוצמד לנקודה, תלוי בדרך שבה מוגדר השדה. כאשר מחברים נקודות במרחב אליהן מוצמדים ערכים מספריים זהים, מקבלים "קו או משטח שווה ערך".

הנורמל (האנך) לקו או למשטח בכל אחת מהנקודות עליו, הוא וקטור (חץ) המוצמד לכל נקודה על הקו (או המשטח). וקטור זה הוא בעל משמעות.

להלן שלוש דוגמאות שונות:

א. שדה הלחץ בנוזל – לכל נקודה בנוזל נצמיד מספר, המתאר את הלחץ באותה נקודה. נחבר את כל הנקודות בהן יש לחץ זהה ונקבל קווים שווי לחץ; בקווים אלה הלחץ בנוזל זהה. הכוח (כתוצאה משדה הלחץ) הפועל על מסה כדורית קטנה הנמצאת בנקודה בנוזל, יהיה תמיד בניצב לקו (משטח) שווה הלחץ העובר בנקודה זו.

ב. שדה טמפרטורה – לכל נקודה במרחב נצמיד מספר השווה לטמפרטורה באותה נקודה. נחבר את כל הנקודות בהן הטמפרטורה זהה, ונקבל קווים שווי טמפרטורה. זרימת החום במרחב זה היא מנקודות בהן הטמפרטורה גבוהה לנקודות בהן היא נמוכה. זרימת החום מתרחשת בדרך כלל בניצב לקווים שווי הטמפרטורה.

ג. שדה אלקטרוסטטי – לכל נקודה במרחב נצמיד מספר המתאר את הפוטנציאל החשמלי באותה נקודה. נחבר את כל הנקודות בעלות הפוטנציאל החשמלי הזהה, ונקבל משטחים שווי פוטנציאל. הכוח (האלקטרוסטטי) הפועל על מטען חשמלי נקודתי, שיוכנס לתוך השדה החשמלי - יהיה תמיד בניצב למשטחים שווי הפוטנציאל; כלומר, בכל נקודה ונקודה יפעל על המטען החשמלי כוח אלקטרוסטטי בכיוון הווקטור הניצב למשטח.

הלמידה במגמה המדעית-הנדסית מאפשרת לתלמידים להכיר את מושג "השדה הסקלרי" ואת הקווים שווי הערך המוגדרים עליו, וכן להבין כיצד להגדיר את הווקטור הניצב לקווים אלה ואת משמעותו. אחת מדרכי החשיבה המקובלות במדע, רואה ב"שדה" מהות מופשטת הפועלת על ה"גופים" הנמצאים בו. במקום פעולה של "גוף" על "גוף" מדברים על פעולה של "שדה" על "גוף". במקום פעולה של מטען A על מטען B, ניתן להגדיר את השדה החשמלי שנוצר על ידי מטען A ולדבר על פעולת השדה על מטען B.

ההדגשה על למידה בעזרת אנלוגיות במגמה המדעית-הנדסית, מובילה את התלמידים להבנה מעמיקה של המושג המופשט "שדה" ודרך פעולתו על גופים. כאשר יפגשו התלמידים בעתיד את המושגים "שדה אלקטרומגנטי" או "שדה כוח גרביטציוני", יהיה להם ברור שניתן לדבר על אינטראקציה של השדה עם מגנט או עם מסה בהתאמה.

אנלוגיות נוספות הנלמדות במגמה המדעית-הנדסית הן: מינימום אנרגיה, ליניאריות, חוקי שימור (סכום או מכפלה קבועים), משוב ובקרה, שיפוע של גרף (נגזרת), שטח במערכת צירים (אינטגרל), גלים, תהודה (רזוננס), קצב גידול מעריכי (עולה ויורד).

הקוראים האמונים על תחום הדעת המדעי-הנדסי, שואלים ודאי את עצמם האם יוכלו תלמידים להתמודד עם הלמידה המופשטת של אנלוגיות, שלא בתוך הקונטקסט של תחומי דעת. גם אנו סבורים, שהתלמידים צריכים ללמוד מספר תחומי דעת ולהתוודע דרכם לאנלוגיות. בלמידה מושם דגש על שימוש במושגי האנלוגיות ועל הרחבת השימוש באנלוגיות גם לתחומי דעת אחרים (בעזרת למידה עצמית).

בתחום המדעים התלמידים לומדים אחד מהמקצועות האלה: פיסיקה, כימיה או ביולוגיה; בתחום ההנדסה: מערכות אלקטרוניות, אלגוריתמיקה ואחד מבין שלושה תחומי דעת נוספים - רובוטיקה ובינה מלאכותית; הנדסה ביו-רפואית; מערכות אווירו-חלל.

מבנה הלימודים במגמה המדעית-הנדסית

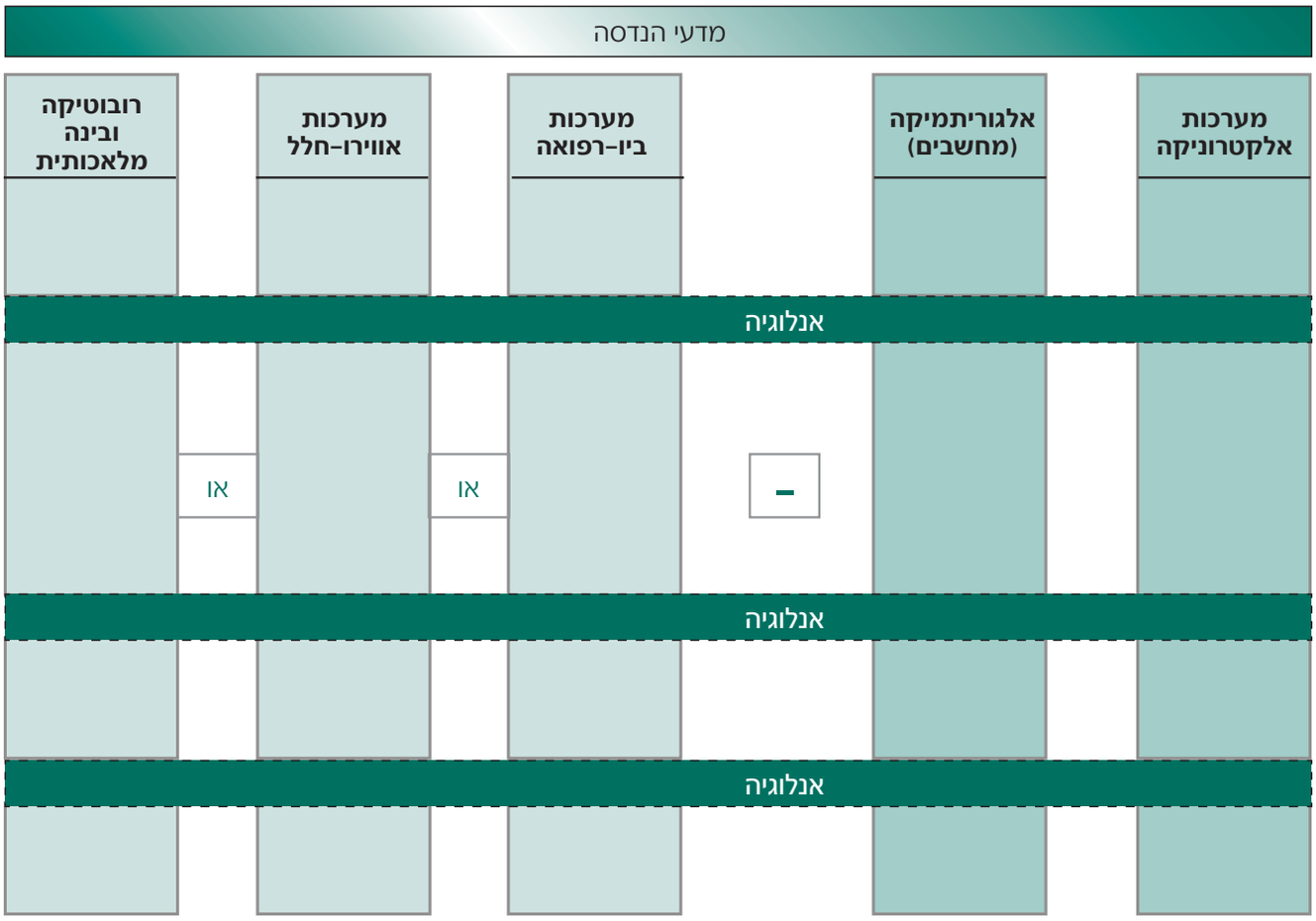
המגמה המדעית-הנדסית היא מגמה מן המניין בחינוך הטכנולוגי. מבנה הלימודים במגמה מוצג באיור מס' 1.
מבנה הלימודים במקצוע המוביל - מדעי ההנדסה, מוצג באיור מס' 2.
הוראת "מדעי ההנדסה" דורשת עבודת צוות ושיתוף פעולה של מספר מורים: פיסיקה, מערכות אלקטרוניקה, אלגוריתמיקה והתחום הנוסף. כל מורה מלמד את תחום הדעת שלו, אך המורים מתאמים ביניהם את ההוראה, כך שהם מגיעים בו-זמנית להוראת אנלוגיה ויישומה. אחת לתקופה מוקדשות מספר שעות הוראה לאנלוגיה מסוימת. הוראת האנלוגיה מתרחשת בדרך כלל סביב מיזם פשוט.

מגמה מדעית-הנדסית

7 מקצועות החובה
מקצוע מדעי: פיסיקה או ביולוגיה או כימיה
מקצוע מוביל: מדעי הנדסה
מקצועות התמחות: פרוייקט (טכנולוגיה מוכללת)

איור מס' 1

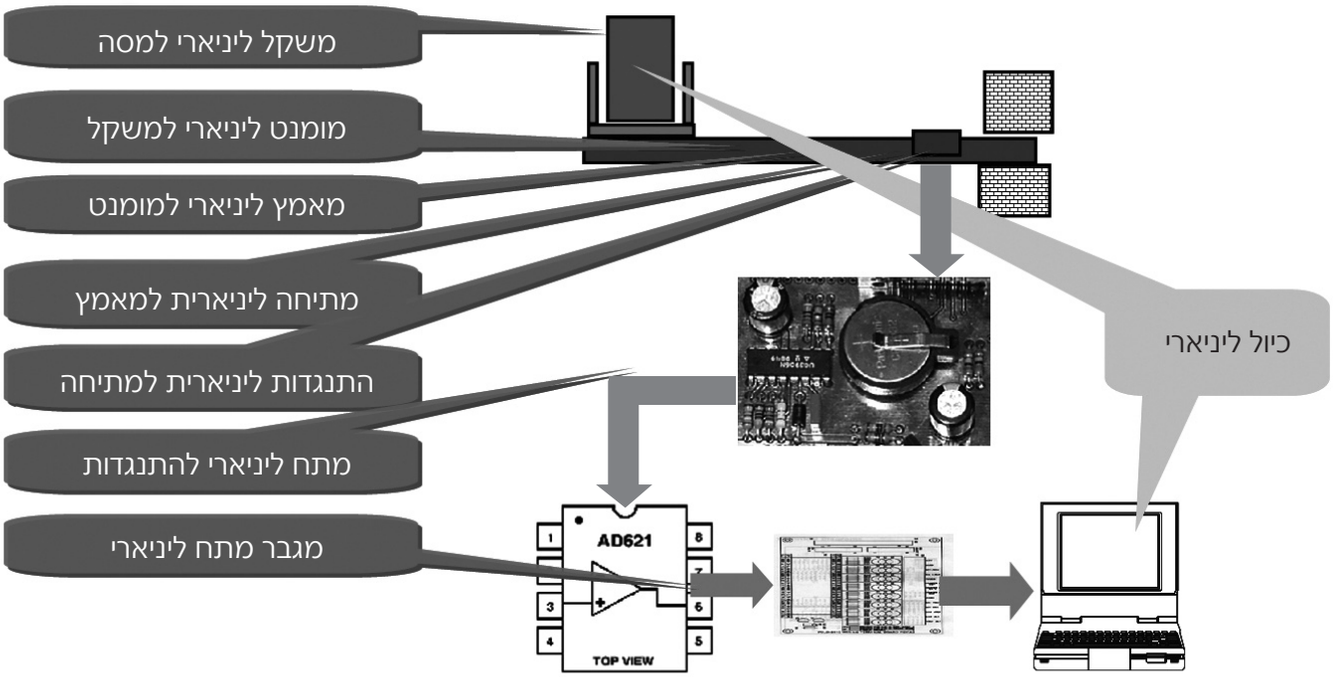
מבנה הלימודים ב"מדעי הנדסה"



איור מס' 2

באיור להלן מודגם מיזם העוסק בנושא "יחס ישר":

מיזם בנושא אנלוגיית היחס הישר



$$V_{OUT} = \left(A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot A_V\right) \cdot W$$

משקל הגוף נמצא ביחס ישר למסה שלו. המומנט הפועל על המוט בנקודה נתונה נמצא ביחס ישר למשקל.
המאמץ הנוצר במוט נמצא ביחס ישר למומנט. המתיחה במוט נמצאת ביחס ישר למאמץ.
שינוי ההתנגדות במד המעוות נמצא ביחס ישר למתיחה. שינוי המתח בגשר ויטסטון נמצא (בקירוב) ביחס ישר לשינוי ההתנגדות.
המגבר מגביר את המתח הגברה ליניארית. על מסך המחשב מתקבל ערך בהתאם למתח הנכנס למחשב.
לפיכך, הערך המוזן למחשב הוא ביחס ישר למסת הגוף.

התפתחות המגמה המדעית-הנדסית - סקירה

ניתן להבחין בשתי תקופות עיקריות בהתפתחותה של המגמה המדעית-טכנולוגית, הקשורות לשינויים שהתחוללו במערכת החינוך הטכנולוגי. התקופה הראשונה, בין השנים 1987-1997, באה בעקבות הרפורמה בחינוך הטכנולוגי (1985). התקופה השנייה, מ-1998 ועד היום, היא תוצאה של תהליך ארגון מחדש של הלימודים בנתיב הטכנולוגי. השינויים המתחוללים בכלל מערכת החינוך, יצרו תנאים המאפשרים יישום רעיונות מתקדמים והקמת מגמות חדשות.

1987-1997 (תשמ"ז-תשנ"ז)

המגמה המדעית-טכנולוגית הראשונה נפתחה בשנת הלימודים תשמ"ז בבית ספר אורט על שם גוטמן בקריית נורדאו בנתניה. הרעיון ליצור מגמה המשלבת מספר תחומי דעת, הוצע תחילה על ידי ד"ר מאיר פרשטמן בהיותו מנהל בית הספר. רעיון זה זכה לתמיכתו של ד"ר עוזי מלמד (אז מנהל המחלקה הטכנית-פדגוגית באורט).
פנייה למשרד החינוך להוסיף מגמה חדשה לסֵפר המגמות של החינוך הטכנולוגי, נענתה בחיוב על ידי ד"ר עוזי צוק (אז מנהל האגף למדע ולטכנולוגיה במשרד החינוך) ועל ידי ד"ר משה דקלו (שהפך בהמשך למפמ"ר המגמה). סיוע משמעותי בהקמת המגמה הוענק על ידי שני מנהלי בתי ספר מובילים: פרופ' אברהם שיצר- ש"הושאל" מהטכניון לשנתיים בהן ניהל את בית ספר בסמ"ת בחיפה, ומר אלחנן אילת- שניהל את בית הספר להנדסאים שליד אוניברסיטת תל אביב.

מנהלי בתי הספר שחָברו יחד להקמת המגמה החדשה, ראו בדרך מעט שונה את צירוף תחומי הדעת שיילמדו בה. שלושתם הסכימו על כך שלימודי הפיסיקה מהווים לימודי יסוד במגמה (מקצוע בחירה א'), ושלימוד מדעי המחשב הוא חלק חיוני בהשכלתו של בוגר מערכת החינוך (מקצוע בחירה ג'). אולם, הם היו חלוקים בדעותיהם לגבי מקצוע בחירה ב': פרשטמן העדיף את המקצוע "אלקטרוניקה ומחשבים", שיצר בחר ב"מכניקה הנדסית", ואילת העדיף מקצוע פרויקטנטי (הכולל בניית פרויקט) -"טכנולוגיה מוכללת". העדפות שונות אלה באו לידי ביטוי בצירופים השונים בהם ניתן היה להיבחן במגמה בעבר.

עברו כעשר שנים. הרעיון היה טוב, אך התוצאה מאכזבת. בתי ספר מעטים הקפידו על רמה גבוהה של לימודים ועל שמירת רוח המגמה. מנהלים רבים ניצלו את האפשרות לבחור את הצירוף של מקצוע מדעי, מדעי המחשב וטכנולוגיה מוכללת (פרויקט), מבלי להקפיד על רמת הלימודים.

1998-2002 (תשנ"ח-תשס"ב) - צעדים ראשונים

בשנת 1997 קיבל על עצמו ד"ר פרשטמן לעמוד בראש מכון גורלניק להשבחת ההוראה באורט. מכון זה הוא חלק מהמִנהל למו"פ ולהכשרה באורט בראשותו של ד"ר אלי איזנברג. שנה לאחר כניסתו לתפקיד הציע ד"ר פרשטמן לבצע שינוי בצורת הלמידה ובהרכב הלימודים במגמה המדעית-טכנולוגית. להצלחתו של תהליך השינוי היו שותפים רבים: אנשי אקדמיה, אנשי משרד החינוך, אנשי אורט ומורים מבתי הספר. תרומתו של כל אחד מהשותפים והעבודה המשותפת הם שהביאו להצלחת התכנית.

הקבוצה ה"אורטית"

בהנהגתו של ד"ר פרשטמן, בתמיכתו של ד"ר אלי איזנברג ובהשתתפותם של מנהלי הוראה ואנשי מו"פ באורט, גובש מבנה הלימודים כפי שהוא מתואר במאמר זה. שותפים בחשיבה היו יואל רוטשילד (אז ראש פרויקט פיתוח מדע וטכנולוגיה), רן סופר - מנהל הוראת הפיסיקה והמגמה המדעית-הנדסית, ד"ר דוד ברלה (חשמל ואלקטרוניקה), יוג'ין וינגר (מכונות), ד"ר ראובן חוטובלי (מדעי המחשב וטכנולוגיות מידע) ומורים מתחומי מדע והנדסה - כולם אנשי אורט ישראל.

ליווי אקדמי

גישת ההוראה באמצעות אנלוגיות הועלתה על ידי ד"ר עופר שי, תלמידו של פרופסור קנט פרייס מאוניברסיטת בן גוריון בנגב. היה זה פרופ' פרייס שהציע את הרעיון והצביע על כך, שהלמידה הבין-תחומית תופסת תאוצה בעולם האקדמי. פרופ' פרייס הסכים לשמש כיועץ אקדמי לצוות החשיבה האורטי במשך כשנתיים, ותרם רבות לתפישת ההוראה באמצעות אנלוגיות. בכל פעם שצוות החשיבה האורטי הרגיש ש"טעה בדרך", הייתה מובילה התייעצות עם פרופ' פרייס למציאת השביל הנכון.

לפרופ' פרייס הצטרף פרופ' ערן שר מאוניברסיטת בן גוריון בנגב, המשמש כיו"ר ועדת המקצוע של המגמה המדעית-הנדסית. לאחר שנתיים הסכים פרופ' ראובן שגב, אף הוא מאוניברסיטת בן גוריון בנגב, לקבל על עצמו את תפקיד היועץ האקדמי, אותו הוא ממלא עד היום.

פרופסור שגב אף כתב ספר הוראה באמצעות אנלוגיות: "כמומילון - שיחון לעגה ההנדסית על דרך האנלוגיה". עם השנים הצטרפו לפרופ' שגב פרופ' עופר ברנע מאוניברסיטת תל אביב ופרופ' תנחום ולר מהטכניון.

משרד החינוך - ועדת מקצוע ובחינות הבגרות

מתחילת הדרך היה גרשון כהן, מנהל תחום טכנולוגיה במִנהל למדע וטכנולוגיה במשרד החינוך, שותף בפיתוח המגמה ובגיבוש מבנה הלימודים. הוקמה "ועדת מקצוע" למגמה החדשה, בה היו שותפים כל הגורמים הנ"ל וכן נציגים מרשתות החינוך עמל ואמי"ת. הוועדה פעלה כשנתיים, דנה בתכנית הלימודים המוצעת ועקבה אחר פיתוחם של חומרי הלמידה ויישומם הלכה למעשה. הוועדה אישרה את נוסח בחינת הבגרות והקפידה על רמתה הגבוהה של הבחינה. לאחר שתכניות הלימודים אושרו על ידי הוועדה, היא העבירה את המלצותיה למשרד החינוך ולוועדה הבין-אוניברסיטאית. הוועדה הבין-אוניברסיטאית הכירה במקצוע "מדעי ההנדסה" כמקצוע המזכה בנקודות זכות - "בונוס" בכניסה לאוניברסיטאות.

במקביל היה צורך להכניס את הבחינה למערכת מבחני הבגרות, וד"ר דקלו (אז מנהל אגף הבחינות במשרד החינוך) נרתם למשימה. רעיון המגמה הוצג בפניו כמעט מרגע לידתו, והוא תרם באופן לא פורמלי לגיבוש מבנה המגמה. כמי שליווה את מערכת החינוך הטכנולוגי מראשיתה ומתוקף היכרותו את המגמה, תמך ד"ר דקלו ברעיונות הפדגוגיים החדשניים שהוצעו. בשלב זה אותר שם מקצוע בעל סמל בחינה, והוחלט ששם המקצוע המוביל הוא "מדעי ההנדסה".

משרד החינוך - ארגון הלימודים מחדש במערכת החינוך הטכנולוגי

בתקופה בה התגבשה המגמה המדעית-הנדסית, התרחשו שינויים גם במבנה המגמות במערכת החינוך הטכנולוגי; האגף הבכיר למדע וטכנולוגיה בראשות יפה ויגודסקי הציע רפורמה במבנה הלימודי של המגמות הטכנולוגיות. רפורמה זו נועדה לאפשר לכלל התלמידים ל"טעום" טעמו של חינוך טכנולוגי ולעודדם ללמוד באחת מהמגמות הטכנולוגיות.

לצורך כך הוחלט ללמד בכל המגמות מקצוע תשתיתי משותף, שזכה לשם "מדעי הטכנולוגיה". במקביל עודכנו תכניות הלימודים, בוצעה היערכות מחדש של מגמות הלימוד וצומצם מספרן של אפשרויות הבחירה. המגמה המדעית-הנדסית נכללת בין המגמות החדשות, והיא אחת המתקדמות בהן; כך תיאר אותה גרשון כהן: "בתפיסתה ובדרכי הוראתה זוהי מגמה של שנת 2010 ולא של שנת 2000".

בשנת הלימודים תש"ס (1999) נפתחו שתי כיתות י': בבית ספר אורט ע"ש סינגלובסקי בתל אביב - בניהולו של ד"ר ישראל בנימינוב ובאחריותה של ד"ר לאה קליינמן (ששימשה כמנהלת החטיבה העליונה בבית הספר, והייתה הרוח החיה במגמה); ובבית ספר אורט ע"ש יגאל אלון ביקנעם.

במקביל קיבל על עצמו רן סופר לשמש כמנהל ההוראה של המגמה "המדעית-הנדסית" ברשת אורט. הטמעתם של לימודי המגמה בשני בתי ספר אלה, זכתה להצלחה הודות לפעילותו המתמשכת עם מורי המגמה, עם אנשי הפיתוח ועם אנשי משרד החינוך.

לצִדו של סופר פעלו בהתנדבות מורים רבים, שהמגמה החדשה עוררה את התעניינותם: שי פישביין (בתחום אלקטרוניקה), עינת מקוב (בתחום הנדסה ביו-רפואית), ראובן דינוביץ (בתחום רובוטיקה), דורון חורב (בתחום אלגוריתמיקה) וראובן ששון (המשמש גם כמרכז המגמה במשרד החינוך).

ראויים לציון המורים "החלוצים" שלימדו במגמה בשנותיה הראשונות:

מבית ספר אורט סינגלובסקי: ד"ר ולדימיר אורליוק (מרכז המגמה), זכריה שפושניק, רחל סבג, ד"ר משה חצקל.

מבית ספר אורט יגאל אלון: שי פישביין (מרכז המגמה), דורון דרוקר.

תמונת מצב עכשווית

במהלך השנים 2002-2008 (תשס"ג-תשס"ח) התבססה והתרחבה המגמה המדעית-הנדסית, ובשנת הלימודים תשס"ח היא פועלת במתכונתה החדשה ב-15 בתי ספר.

המחקרים הנעשים בארץ בהקשר להוראה בין-תחומית ברמת תיכון אינם רבים. מחקרו של שי פישביין (2003) מצביע על "שיפור משמעותי באינטואיציה המדעית-טכנולוגית של התלמידים בתכנית הלימודים (המדעית-הנדסית) הבין-תחומית, לעומת התלמידים בקבוצת הביקורת"; עוד מצביע המאמר על שיפור שחל ביכולת התלמידים לזהות היקשים לוגיים.

מחקר הערכה מתמשך על הלמידה באמצעות אנלוגיות מתבצע כיום על ידי פרופ' מיכאל מור וד"ר שרגאי מהטכניון.

המגמה המדעית-הנדסית מיועדת לתלמידים בעלי יכולת לימודית גבוהה, מוטיבציה ונכונות להשקיע בלימודים. תלמידים אלו מיועדים להמשיך בלימודים לתארים גבוהים בתחומי מדע והנדסה ולתרום לחוסנה המדעי, הביטחוני והכלכלי של מדינת ישראל. עדיין מוקדם לדעת אם בוגרי המגמה אכן יעמדו בציפיות אלו והאם תושג המטרה. אולם, כבר עכשיו ניתן להצביע על איכות ההשכלה שרוכשים תלמידי המגמה.

בתשס"ז ניגשו לבחינת הבגרות במדעי ההנדסה 180 תלמידים.

תלמידי המגמה ובוגריה הם תלמידים מצטיינים: 85% מהבוגרים ניגשו לבחינת בגרות במתמטיקה ברמה של 5 יח"ל (15% ברמה של 4 יח"ל); 95% ניגשו לבגרות באנגלית ברמה של 5 יח"ל (השאר ברמה של 4 יח"ל); 60% נבחנו בפיסיקה ברמה של 5 יח"ל; ו-30% בביולוגיה ברמה של 5 יח"ל.

אנו עוקבים ומלווים את בוגרי המגמה, ובעוד מספר שנים נוכל לדעת הלכה למעשה באיזו מידה הושגו היעדים שהובילו להקמתה של המגמה המדעית-הנדסית.

כתובת אתר המגמה: http://mop.ort.org.il/es

מקורות

- פישביין, שי (2003), הערכה של למידה בין-תחומית במדע וטכנולוגיה, חיבור לקבלת תואר מגיסטר בהוראת הטכנולוגיה והמדעים, טכניון, ישראל.
- שגב, ראובן (2005), כמומילון - שיחון לעגה ההנדסית על דרך האנלוגיה, הוצאת אורט, תל אביב.
- שולמן, לי ס. (1997), קהיליות לומדים וקהיליות מורים, הוצאת מכון מנדל, ירושלים.
- Shulman, Lee S. (1997), Communities of Learners & Communities of Teachers, Monographs from the Mandel Institute, Jerusalem.