



HOMEPAGE

מגזין הפקולטה למדעי המחשב
ביליון מס' 8, סתיו 2010



www.cs.technion.ac.il/magazine

הבית של הפקולטה

בניין טאוב, שנבנה לפני עשור,
עומד במבחן הזמן

עמוד 30

איש אשכולות

פרופ' אלפרד ברוקשטיין, ראש תכנית המצוינים של
הטכניון, על מצוינות ורב תחומיות

עמוד 16

עץ ועצה

שחזור עצי אבולוציה מסייע למאמץ הרפואי בחקר
מוטציות של נגיפים

עמוד 6

על נמלים ומצוינות

בין תחומיות היא שם המשחק בקריירה האקדמית של פרופ' אלפרד ברוקשטיין: מתמטיקה, ביולוגיה ופיזיקה - לצד עיבוד תמונות, ציור ועיצובי לוגו. כמי שעומד בראש תכנית המצוינים של הטכניון, יש לו גם כמה תובנות מדאיגות בנושא ■ סמדר סלטון

חקריות ומעוף

בשנים 2002-2006 היה ברוקשטיין דיקן בית הספר ללימודי מוסמכים של הטכניון, ובארבע השנים האחרונות הוא עומד בראש תכנית המצוינים של הטכניון. "תכנית המצוינים קיימת בטכניון כבר 20 שנה", הוא מסביר. "משתתפים בה סטודנטים לתואר ראשון שנבחרים בקפידה על סמך ציונים ומבדקים. הם משוחררים מדאגות פיננסיות וזוכים למלגת שכר לימוד מלאה, למעונות ולמלגת קיום. הם חופשיים לבחור מסלולי לימוד עצמאיים, ונדרשים להתמסר ללימודים ולהתקדם מהר ככל האפשר לכיווני מחקר מדעיים, בהתאם לעניין האישי שלהם, ולהצטרף למעבדות מחקר בטכניון. בסיום לימודי התואר הראשון אנו רוצים לראותם ממשיכים ללימודי מוסמכים בטכניון. במשך השתלמותם הם זוכים להדרכה אישית ולסדרה של הרצאות העשרה על ידי חוקרים מובילים מהארץ ומחו"ל, ובהם אפילו זוכי פרס נובל, מתחומים מגוונים של המדע והטכנולוגיה".

מדי שנה נרשמים לתכנית כ-200 מועמדים, הסולתה והשמנה של מערכת החינוך במקצועות המדעים והטכנולוגיה. מתוכם מתקבלים 10-15 סטודנטים, ובכל שנה נמצאים בתכנית כ-50 סטודנטים בשלבי לימוד שונים. מועמדים לתכנית נדרשים להעביר בפני שלושה פרופסורים הרצאה בת 15 דקות על נושא מדעי שחקרו לעומק באופן עצמאי. בשלב הבא הם עוברים ריאיון שבו הם נשאלים שאלות אישיות וטכניות, במטרה לאתר דחף פנימי למחקר, סקרנות והתלהבות.

ברוקשטיין מספר כי מרבית המועמדים לתכנית העשירו את לימודיהם בתקופת התיכון בקורסים מתקדמים באוניברסיטה הפתוחה, השתתפו באולימפיאדות למתמטיקה או בתחרויות מדעיות וטכנולוגיות אחרות (ברובוטיקה, באלקטרוניקה, בפיזיקה, בכימיה וכו') והשתתפו במחנות קיץ של הטכניון או מכון ויצמן. "אלה צעירים בעלי מוטיבציה והנעה פנימית ללמוד, להבין, לחקור, להמציא ולפתח טכנולוגיות מתקדמות. לעתים מתקבלים לתכנית גם תלמידים נטולי תעודת בגרות, שהציגו בפני הבוחנים פיתוח עצמאי מעניין והתקבלו בזכות המקוריות והמעוף שהתגלו בהם בשלב הבחינות והריאיונות לתכנית".

לתגמל את המורים

"מאז שאני עומד בראש תכנית המצוינות אני מתוסכל בתקופות המיונים", אומר ברוקשטיין. "במיונים משתתפים כ-100 חברי סגל מהטכניון שמתנדבים לבחון את המועמדים, וגם הם מתוסכלים בדרך כלל נוכח הפער בין הציונים וההישגים הפורמליים של המועמדים לבין יכולות החשיבה העצמאית שהם מפגינים. מערכת החינוך הטרם אוניברסיטאית כושלת, וצעירים מדהימים מבחינת היכולות והכישרונות לא זוכים לעידוד המחשבה המקורית ולפיתוח גישה חוקרת לשאלות ולפתור בעיות חדשות. לתלמידים גם לא מוענק בסיס רחב של ידע".

ברוקשטיין מאמין כי אפשר לגרום לכך שלהוראה בבתי הספר התיכוניים יגיעו אנשים מוכשרים. "איכות ההוראה גרועה כי החברה שלנו הפסיקה להעריך ולתגמל מורים, לא חברתית ולא כספית. עד

נהוג לחשוב שכדי להצליח ולהגיע להכרה מקצועית מוטב להתמקד. פרופ' אלפרד ברוקשטיין, המחזיק בקתדרת אולנדורף למדעים ועומד בראש תכנית המצוינים של הטכניון, מצליח להוכיח שהתעניינות רוחבית בכמה תחומים יכולה דווקא ליצור סינרגיות מעניינות.

כשהיה סטודנט לתואר ראשון בפקולטה להנדסת חשמל בטכניון בחר ברוקשטיין ללמוד, לצד קורסים בבקרה, מחשבים ותקשורת, גם קורסים על אותות ומערכות ביולוגיות ועל אלקטרוניקה רפואית (אצל פרופ' פרנץ אולנדורף ז"ל הנערץ). בעקבות זאת פרסם ברוקשטיין מאמר בנושא תקשורת עצבית. את השילוב בין תורת התקשורת ההנדסית לבין ביולוגיה הרחיב בלימודי התואר השני בהנדסת חשמל, כאשר המשיך בחקר מודלים של קידוד במערכת העצבים ועסק באותות שבאמצעותם סנסורים חושיים מעבירים מידע למוח. חיבתו לשילוב בין תחומי ליוותה אותו גם באוניברסיטת סטנפורד, שבה סיים דוקטורט בתחום תורת השערוך. הפעם חיבר ברוקשטיין בין תחומי עיבוד אותות ומתמטיקה לתחומי הפיזיקה והגיאופיזיקה, וקשר בין תורת האלגוריתמים לפיזור גלים בתוך תווך שכבתי.

מעצב לוגואים

עם שובו לארץ בשנת 1984 הפך ברוקשטיין לחבר סגל בטכניון. הוא נודע בזיקתו האישית לתחום האמנות, הגרפיקה והציור, והעביר קורסים בגרפיקה ממוחשבת.

"באותה עת היה זה תחום אופנתי מאוד ומתפתח, והייתה דרישה גבוהה מאוד לקורסים בנושא", זכר ברוקשטיין. "בעקבות הקורס והעניין האישי שלי העמקתי את התעניינותי בטכנולוגיות הקשורות לתמונות, במיוחד בכיוונים של עיבוד וניתוח תמונות וראייה ממוחשבת. גרפיקה ממוחשבת מנסה לחקות את התהליכים האופטיים והפיזיקליים של היווצרות תמונה, ומתמקדת בפיתוח כלים מתמטיים לסיתוזת של תמונות. לעומת זאת, עיבוד תמונות וראייה ממוחשבת מפתחים כלים לשיפור תמונות ולניתוחן לצורך הבנת התוכן שלהן". לאחרונה הוזמן ברוקשטיין להרצות גם בפקולטה לארכיטקטורה, הפעם בעקבות תחביב נוסף שפיתח: עיצוב לוגואים. ברוקשטיין, אגב, עיצב את הלוגו של הפקולטה למדעי המחשב.

בשנת 1991, בעת מלחמת המפרץ הראשונה, קרא ברוקשטיין את ספרו האוטוביוגרפי של ריצ'רד פיינמן, פיזיקאי מוערך זוכה פרס נובל, "אתה בטח מתלוצץ מיסטר פיינמן!" (הוצאת מחברות לספרות, 1995). בספר יש תיאור מעניין על אודות מלחמתו של פיינמן בנחיל נמלים שתקף את ביתו - לא באמצעות הדברה אלא כפיזיקאי, בחקר התנהגותן של הנמלים. בהשראת תיאור זה פרסם ברוקשטיין מאמר עם הסבר מתמטי מדוע מסלולי התנועה של נחילי נמלים הם ישרים, אף שנמלה בודדת נעה באופן אקראי לחלוטין. בכך הניח ברוקשטיין את היסודות לכיוון מחקר חדש ברובוטיקה מבוזרת ושישה סטודנטים שלו סיימו עד כה תארים בהם בשטח זה (שלושה דוקטורנטים ושלושה תארי מגיסטר). מחקרם מתרכז בפיתוח עקרונות של התנהגות מקומית עבור רובוטים פשוטים וזעירים, בעלי יכולות מוגבלות, שיכולים להגיע להישגים מרשימים כאשר הם עובדים יחד כנחיל.





פרופ' אלפרד ברוקשטיין. צילום: איתמר רותם

"לדאבוני, אני נתקל לעתים קרובות בסטודנטים טובים ואף בחוקרים טובים מאוד שיכולתם לכתוב מאמרים בהירים ומובנים לוקה בחסר". מעבר למחקרים על נמלים ונחילים של רובוטים שוקד ברוקשטיין על מחקר בעיבוד תמונה ובראייה ממוחשבת, שבמהלכו הוא בוחן בין השאר אם אפשר לשחזר מבנה תלת ממדי של העולם ממידע הטמון בתמונות דו ממדיות.

למרות הישגיו האקדמיים במגוון תחומי התעניינותו, ברוקשטיין מעיד כי הגאווה העיקרית שלו היא הסטודנטים שהיו לו במהלך השנים, שהגיעו להישגים מכובדים מאוד בזכות עצמם. בין הסטודנטים לשעבר מציין ברוקשטיין את פרופ' מיכה לינדנבאום מהפקולטה למדעי המחשב בטכניון, העוסק בחקר זיהוי עצמים; את פרופ' נחום קרייתי מהפקולטה להנדסת חשמל באוניברסיטת תל אביב, העוסק בעיבוד תמונות וראייה ממוחשבת; את ד"ר דורון שקד, מנהל מעבדות HP בישראל; את פרופ' רון קימל מהפקולטה למדעי המחשב בטכניון, העוסק בביתוח של צורות Deformable; את פרופ' גיירמו ספירו מאוניברסיטת מיניאפוליס, העוסק בשחזור תמונות שבהן חלקים חסרים; את פרופ' פולינה גולנד מאוניברסיטת MIT, העוסקת בעיבוד תמונות רפואיות; את פרופ' גיא לבנון מג'ורג'יה טק באטלנטה, העוסק בלמידה חישובית; ואת ד"ר ישראל וגנר, שעוסק בתכנון מעגלים משולבים במכון המחקר של יבמ. "הם בהחלט נותנים לי תחושה שהצלחתי להעביר את השרביט הלאה", מסכם ברוקשטיין בסיפוק. "מכל מלמדיי השכלתי, ומתלמדיי יותר מכולם".

שמורים לפיזיקה, מתמטיקה וספרות לא ייהנו מהיוקרה ומהמעמד בחברה שיש לעובדי הייטק, לא נצליח לשחזר את ההצלחה של מערכת החינוך משנות ה־60. לתכונות האישיות המולדות של התלמידים יש חשיבות רבה, אבל לבית הספר ולבית ההורים יש חלק גדול מאוד בפיתוח העניין והמוטיבציה שלהם להצטיין, לקרוא ספרים, לגרום לצעירים להבין שמדע אינו אוסף של קטעי אינפורמציה אלא תהליך של חקירה ואינטגרציה מתמדת, ושיש עולם שלם מעבר לחיפוש בגוגל וביקיפדיה".

גאה בסטודנטים

ברוקשטיין, בן 56, יליד סיגט, עיירה קטנה בטרנסילבניה, רומניה, זוקף את שורשי הסקרנות שלו והשאפה למצוינות לא מעט לזכות החינוך שקיבל בתיכון ברומניה. "המורים היו מחויבים למקצוע והיו האנשים המוערכים ביותר בעיירה. הייתה תחושה שהם לא מלמדים בשביל ציונים או בשביל תעודת הבגרות, אלא לצורך הבנת העולם והסביבה. עד כיתה ה' שנאתי מתמטיקה, אבל בזכות מורה מדהים נפתח בפני עולם זה, וגיליתי שמתמטיקה מעניינת אותי מאוד. אבי היה סופר, כך שלא בבית ספגתי את הגישה למדעים. מה שכן ספגתי מהוריי הוא דחף עז להרחבת השכלתי".

את שורשי חיבתו לאינטרדיסציפלינריות קושר ברוקשטיין דווקא לשיעורי הספרות בתיכון ברומניה, שבהם נדרש לכתוב פעם בשבועיים השוואה בין יצירות של סופרים שונים. "תרגול זה הניח את היסודות להבעה בכתב, שנדרשת מאוד לכתוב מאמרים אקדמיים", הוא אומר.

