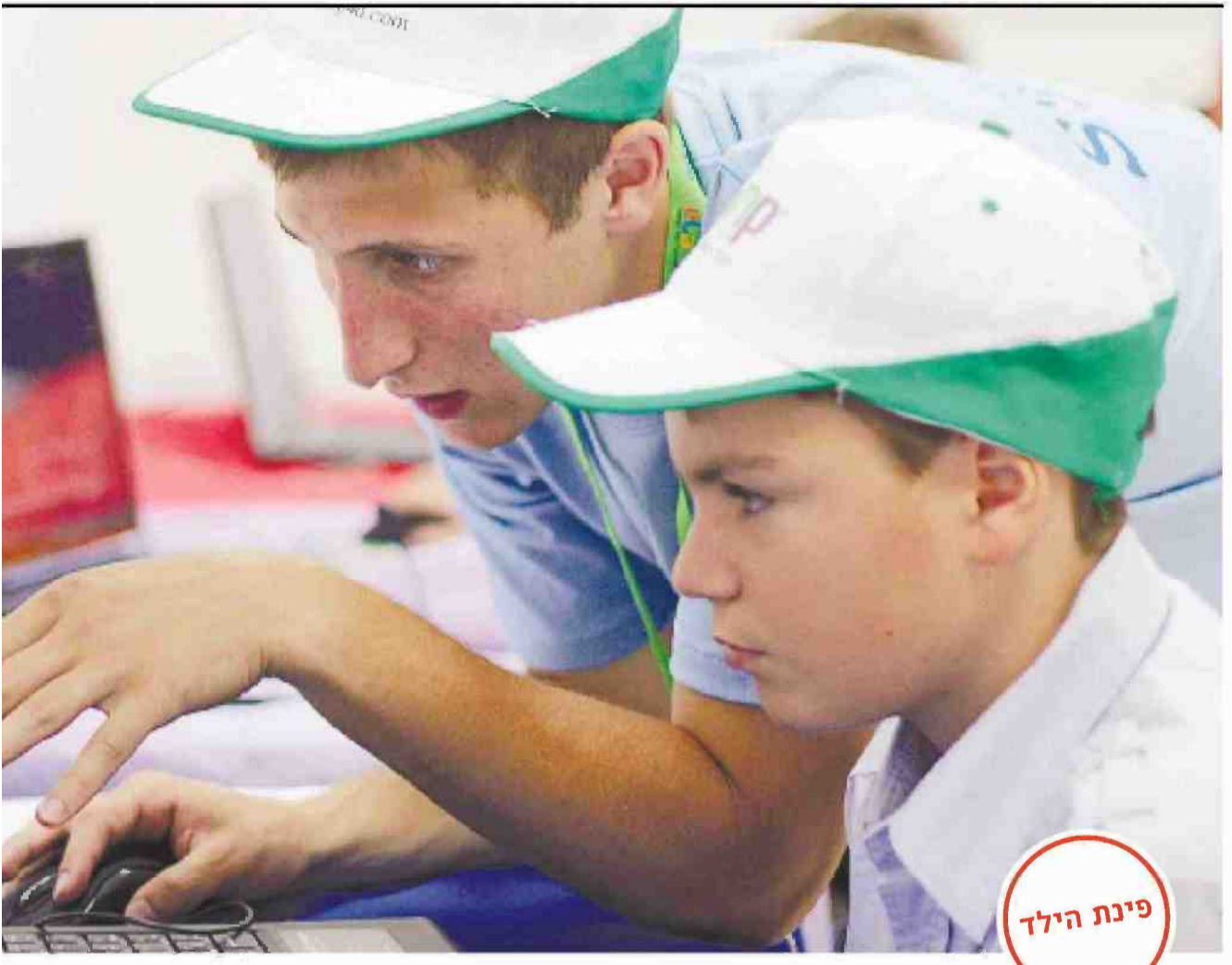


17.79x33.95	1/2	6 עמוד	הארץ - גלריה	25/05/2014	42594756-2
איגוד האינטרנט הישראלי - 89690					



# אלגוריתמים לטף

בארצות הברית כבר עושים זאת, בבריטניה זה כנראה יקרה בקרוב. בארץ אימצו פרויקט אמריקאי ובקרוב יתקיים בבתי הספר "יום הקוד הישראלי". האם יש ללמד מדעי המחשב, כולל תכנות, כבר בבית הספר היסודי?

## שיר חכם

**ב**ריטניה ניטש כעת ויכוח עז בשאלה אם יש ללמד תכנות כבר בבית הספר היסודי. בארצות הברית כבר מתחילים ליישם זאת. מה עומד מאחורי המגמה הזאת? הדרישה לשינוי כולל במדיניות לימודי מידע, טכנולוגיה ותקשורת (המכונים ICT) מוצגת על ידי גופים רבים בבריטניה, בהם האגודה ללימוד טכנולוגיה גיה והחברה הבריטית למחשבים. אלה פירסמו באחרונה רוחות ומסמכים התומכים בהחלת ליימוד מדעי המחשב גם בבתי ספר יסודיים במדינה. מייקל גוב, שר החינוך הבריטי, נשא בעקבות כך נאום בכנס הטכנולוגיה BETT, בינואר השנה, וציין כי הממשלה מטה אוזן לדרישה וכי מתקיימת חשיבה מחדש בנושא זה. בארצות הברית כבר צומח בת במהירות תנועה כלל ארצית ללימודי תכנות במערכת החינוך. 20 אלף מורים, מגן חובה ועד כיתה י"ב, לימדו השנה שיעורי תכנות, כך לפי האתר code.org המציע תוכניות לימודים בחינם ונתמך על ידי ענקיות עמק הסיליקון. בנוסף לכך, ב-30 אזורים במערב כת החינוך הארצית החלט לשלב שיעורי תכנות בתוכנית הלימודים בשנה הבאה, בעיקר בבתי ספר

תיכוניים אבל גם בכיתות נמוכות יותר. קובעי מדיניות בתשע מדריכות בארצות הברית החלו להקנות לתכנות מחשבים משקל דומה לזה שהם נותנים ללימודי מתמטיקה כסידור ושיעורי מדע. עוד ועוד אזורים נרשמים לתוכנית בהדרגה. מערכת החינוך היסודית של המחשב בכל 187 בתי הספר בתוך חמש שנים. בניו יורק מערכת בתי הספר הציבוריים מכשירה 60 מורים ב-40 תיכונים, כדי להכין תלמידי לקולג'. יוזמה של האתר code.org הנקראת "Hour of Code" זכתה לשיתוף פעולה מצד השלטונות האמריקאיים: מדובר באירוע של שעת תכנות לאומית ככל בתי הספר שהתקיים ב-2013 צמבר וזכה לגיבוי מברק אובמה ובייל גייטס. בהשראתו, איגוד האינטרנט ומשרד החינוך בישראל יקימו בקרוב פרויקט בעל אופי דומה שייקרא "יום הקוד הישראלי": ב-11 ביוני יקרו הייטקיסטים בבתי ספר בישראל וילמדו שיעור בפיתוח HTML ברמה התחלתית לילדים בכיתות ד', ה'. מטרת הפעילות, לפי אתר האיגוד האינטרנט הישראלי, היא "חשיפת הילדים לעורלם הקוד, הפיתוח והטכנולוגיה, כמטרה להעצים אותם ולהראות להם שהם מסוגלים לשנות ולע-

צב את האינטרנט ולא רק לגלוש בו, ושכיף ואפשרי לבנות אפליקציות ולא רק לשחק בהן". לפי נתוני code.org, עד 2020 צפוי להתפתח בארצות הברית פער בין 400 אלף בוגרים של מדעי המחשב ל-1.4 מיליון משרות מחשוב. מארגני האירוע מאמינים שצריך להכניס את לימודי התכנות מגיל צעיר.

**מומחה בריטי מזהיר מפני גידול "דורות של אוגרים שרצים על גלגל בכלוב שנבנה על ידי מרק צוקרברג"**

ד"ר דוד גינת מבית הספר לחינוך באוניברסיטת תל אביב, המרכז בו תוכנית לתואר שני להתמחות בהוראת מדעי המחשב בבתי ספר על-יסודיים, מספר כי משרד החינוך גם עמל כעת על תוכנית ללימוד מדעי המחשב בחטיבות הביניים, שעדיין אינה פעילה. "יש כרגע פיתוח של חומרי לימוד ובאיושן שלב יישמו חלק מזה במערכת, כלומר בכל חטיבות הביניים בארץ", לדבריו. התוכנית אינה רלוונטית לבתי ספר יסודיים.

הדרישה ללמד מדעי המחשב כבר מבית הספר היסודי מעידה על רוח הזמן. חברות משחקי מחשב מצהירות על דרישה גוברת למתכנתים, הממשלות מעוניינות בסטארט-אפים, יצרנים רוצים יותר מתמחים, אוניברסיטאות מעוניינות בסטודנטים בתחום. האם מדובר במנגנון של השוק על תגדידי הענק שלו, כולל האוניברסיטה הממוסחרת, שמבקש את ליטרת הבשר שלו דרך עיצוב האזרחים כבר מהגיל הרך? פרופ' ג'ון גוטון מאוניברסיטת קיימברידג', החוקר את התחום, סבור, כפי שכתב במאמר ב"אובזרוור" לפני כחודשיים, כי מה שחסר בכל המערך הזה הוא חזון. על פיו, "החל בבית הספר היסודי לילדים מכל השכבות החברתיות-כלכליות צריכה להיות האפשרות ללמוד רעיונות-מפתח במדעי המחשב, להבין חשיבה מיחשבונית, ללמוד לתכנות ולקבל הזדמנות להתקדם לרמה גבוהה יותר של מציאות בפעילויות הללו. כמעט כל מה שעשינו (בבריטניה) בשני העשורים האחרונים בתחום של חינוך ל-ICT בבתי ספר היה שגוי ועקה במקום לחנך ילדים ללמוד את הטכנולוגיות החדשניות שהומצאו במשך חייהם הצעירים, התמקדנו באימונם להיטמש במכשירים הטכנולוגיים שמתיישנים תדירות".

26.32x33.87	2/2	עמוד 7	הארץ - גלריה	25/05/2014	42594764-1
-------------	-----	--------	--------------	------------	------------

איגוד האינטרנט הישראלי - 89690



צילום אילוסטריציה: ecamp

הוא מאמין שהבעיה היא עקרונית, בעצם ההגדרה של גוף הידע מדעי המחשב. "הטעות הזאת נבעה מכך שחשבנו שללמוד על מחשבים זה כמו ללמוד לנהוג במכונית", הסביר. "מכך יצא שההבנה כיצד מחשבים עובדים אינה חשובה בעבור ילדינו. מה ששכחנו הוא שמכוניות אינן מנהלות את העולם, מנטרות את התקשורת שלנו, מעניקות כוח למכשירים הסלולריים שלנו, מנהלות את חשבונות הבנק שלנו, מתחזקות את יומנינו, מתווכות בקשרים החברתיים שלנו ואפילו - במדינות מסוימות - סופרות את פתקי ההצבעה שלנו. מחשבים המחזברים לרשת הם אלה שמבצעים את כל אלה ועוד פעולות רבות אחרות".

## צידוק מוסרי, לא כלכלי

לטענת נוטון, לימודי ICT בבתי ספר יסודיים נהפכו עם הזמן ל"מותג רעיל". יש להחליף את המותג הזה בגוף ידע רלוונטי, הוא קובע, שיש לו תוקף אינטיקטואלי ושיגביר את חוויית הלימוד בעבור התלמידים. על פיו, הנחלתם של מדעי המחשב אמורה לכלול שני אזורים מובחנים של לימוד: ארגון כלים של מושגי מפתח החיוניים לכך שתלמיד יבית ספר יבינו את עולם התקשורת שבו הם חיים וגדלים, ודרך חדשה לחשוב על פתרון בעיות, הלא היא חשיבה מיחשורית, הנוגעת בהבדל שבין בינה אנושית למלאכותית, וכן חשיבה המפתחת ערנות לסיכונים ברשת. נוטון מונה רשימה ראשונית של מושגי מפתח כאלה: אלגוריתמים, הלא הם כעין מתכונים מתמטיים המשמשים הוראות לביצוע על ידי המחשב; קריפטוגרפיה - כיצד מידע חסוי נשמר ברשת; אינטלי-

גנציה מכנית - איך שירותים כמו יוטיוב, נטפליקס, גוגל ואמזון חוצים את ההעדפות של המשתמשים שלהם; ביולוגיה מחשובית, כלומר כיצד קודי תכנות גנריים עובדים; חיפוש - כיצד מוצאים מחטים במיליארדי ערימות קש ברשת; רקורסיה, שיטה המבוססת על כך שפתרון לבעיה אחת תלוי בפתרון למומנטים קטנים יותר של אותה בעיה; והיוריסטיקה, כלומר טכניקה מבוססת ניסיון לפתרון בעיות, לימוד וגילוי.

"אם המושגים הללו נראים לכם מסתוריים", הוא כותב, "הסיבה היא שאנו חיים בתרבות שבאופן עקבי מסתירה רעיונות כאלה מרורות שלמים. ואם אתם חושבים שהם מתוחכמים מדי בשביל ילדים, זה מפני שמעולם לא חזיתם במורים מעודדי השראה, כושר המצאה ודמיון שיכולים לעבוד עמם. הרבה מאוד מבני ה-30 בבריטניה נחשפו כבר לרקורסיה, למשל, מפני שפעם הרבה בתי ספר יסודיים בבריטניה לימדו תכנות בשפת לוגו. לבסוף רוב בתי הספר הללו ויתרו על כך וחזרו אחורה ללמד כיצד להשתמש בתוכנת וורד של מיקרוסופט".

המקרה של לימודי הלוגו, לרבות ריו, הוא דוגמה לכך שלימוד כתיבת תוכנות מחשב חייב להיות חלק מכל תוכנית לימודים בבית ספר יסודי. הסיבה לכך היא שאין דרך טובה יותר לעזור למישהו להבין רעיונות כמו רקורסיה או אלגוריתמים מאשר לתת לו לכתוב את הקוד שייצור אותם בעצמו. לכן, לדעתו, המנטרה שנשמעת לאחרונה בבריטניה, "קידוד זה הלטינית החדשה", הוא קל דעת ומסוכן. שכן, האמירה הזאת מניחה שתוכנות היא פעילות מיותרת ואופציונלית בלבד. במילים אחרות, השפה הלטינית מסקרנת, אבל היא מתה. נוטון גורס את ההיפך, שקודי מחשוב הם "הלינגו של החיים בראשית בעת הזאת".

ומה בנוגע לשאלת השוק? לרבות עתו, המטרה העיקרית של לימוד מדעי המחשב בבתי ספר יסודיים אינה כלכלית. אמנם התעשיות היצרניות זקוקות לזרימה חזקה יותר של מגויסים שיכולים לכתוב קודים, והאוניברסיטאות זקוקות אף הן לאספקה עקבית של ילדים שנדלקים ממחשבים. "זה נכון", הוא קובע, "אבל זו לא הסיבה העיקרית שעלינו לחולל שינויים רדיקליים במערכת החינוך שלנו". הצידוק העיקרי לשינוי, לרבותו, הוא לא כלכלי אלא מוסרי. "ילדים חיים בעולם שמעוצב על ידי פיזיקה, כימיה, ביולוגיה והיסטוריה, ולכן הם צריכים כמובן להבין בכל גופי הידע הללו. זה הקונסטנזוס כרגע. אבל העולם שלהם גם מעוצב על ידי מחשוב רשת, ואם לא תהיה להם הבנה עמוקה יותר של התשתית הזאת הם יגרלו נכים אינטלקטואלית".

נוטון גורס שדווקא אם ילדים לא ילמדו את גופי הידע הללו בגיל צעיר, הם יגרלו להיות צרכנים פאסיביים של אותן טכנולוגיות של מכשירים ושירותים, שההיגיון של היווצרותם סגור בפניהם. חיייהם, הוא אומר, "ישועברו יותר ויותר לטכנולוגיות מחשב שנוצרו על ידי אליטות שעוברות בשביל חברות גדולות כמו גוגל, פייסבוק

ודומותיהן, ואנו נמשיך ליצור דורות של אוגרים שרצים ללא תכלית על גלגל בבלוב שנבנה על ידי מרק צוקרברג".

## פיתוח חשיבה

ד"ר גינת מאוניברסיטת תל אביב אומר כי "המושגים שנוטון משתמש בהם רלוונטיים, אבל הוא מעט נסחף לטעמי. אני מסכים אתו ש-CT (computational thinking, חשיבה מיחשובית) הוא גוף ידע חשוב מאוד ושיהיה טוב ללמד אותו את כולם, מגיל כמה שיותר צעיר. עם זאת, הסתייגותי טמונה בכך שבבית ספר יסודי אפשר ללמד בצורה מוגבלת, וצריך לחשוב היטב מה בדיוק

## ד"ר גינת: "אפשר ללמד תלמיד בכיתה א' כמה רעיונות, אבל לא גוף ידע מבוסס ומסודר"

כי בשביל זה צריך בשלות קונצפטואלית. נדרשת גם מידה מסוימת של הפשטה, שנעשית קלה יותר ככל שמתבגרים. ללמד אלגוריתמים ורקורסים, היסודות של מדעי המחשב, בצורה שיש לה ערך ותועלת מש לא רק למדעי המחשב אלא גם תעזור גם במדעים אחרים - זה מעט יומרני לדעתי בבית ספר יסודי. אני

וקולגות רואים ערך בלימוד מדעי המחשב בגיל צעיר בעיקר כדי לפתח צורת חשיבה מסוימת, כי יש משהו בחשיבה אלגוריתמית שמשייב לב חשיבה לוגית, הדרושה בכל מיני שטחים. זה באמת יכול להשפיע על התפתחות של הייטק במדינה מסוימת, אבל אני בספק בנוגע לאימננט של השחרור מהשוק ומהתעשייה שנוטון מדבר עליו".

השאלה מאיזה גיל רצוי ללמד מדעי המחשב, ומה המניעים למיגמה המבקשת לעשות זאת כמעט מהגיל הרך, נותרת איפוא פתוחה ובוודאי תוסיף להלהיט את הרות. חות. אפשר לשער שהוויכוח הזה יגיע במוקדם או במאוחר, כנהוג, גם לישראל.