

מחשבוניים וקונסטרוקטיביזם

Calculators and Constructivism

מאת: G.H. Wheatley, D.H. Clements & M.T. Battista
הופיע ב: Arithmetic Teacher, Vol. 38, No. 2, October 1990, pp. 22-23.
תרגום: ברכה סגליס

מקומו של המחשבון במתמטיקה של בית הספר היסודי מעלה הרבה דעות סותרות. מורים אחדים והורים רבים מאמינים שהשימוש במחשבון יערער את השליטה בעובדות היסודי ולכן אסור להשתמש בו לפחות עד שהתלמידים 'שולטים בעובדות' ומיומנים בחישובים של נייר ועיפרון. אחרים טוענים שבחברה של היום, מיומנות בשימוש במחשבון הינה חיונית. המועצה הלאומית של מורי המתמטיקה בארה"ב מחזיקה, מזה מספר שנים, בדעה שיש להשתמש במחשבוניים בכל כיתות היסוד. מנקודת מבט קונסטרוקטיביסטית (Von Glasersfeld, בדפוס) המחשבון יכול לסייע בלמידה המתמטית כאשר הוא:

1. מאפשר למקד את תשומת הלב להבנת המשמעות.
 2. יוצר מצבים בעייתיים.
 3. מקדם פתרון בעיות.
 4. מאפשר ללומד להתייחס למשימות מורכבות יותר.
 5. תורם למוטיבציה ומעלה את הביטחון.
- השימוש במחשבון יכול לאפשר הזדמנויות ללמידה מתמטית בכך שהוא יכול ליצור מצבים בעייתיים. חישובו על הפעילות הבאה המיועדת לזוג תלמידים (השתמשו במחשבוניים לא-מדעיים בעלי לוגיקה אלגברית, בידקו על מנת לוודא שהפעילות אמנם עובדת).

נחש את המספר שלי

בילי בוחרת במספר 59 כמספר הסודי שלה ומקשה במחשבון: $59 \div 59 =$ צג המחשבון מראה '1'. היא מוסרת את המחשבון לויקי ושואלת: "האם את יכולה לגלות את המספר שלי? את יכולה לרשום את הניחוש שלך ולהקיש על מקש השווה. כאשר תקבלי 'אחד' סימן שמצאת את המספר הסודי שלי". ויקי משיבה: "אני אנחש ארבעים".

$$40 = 0.6779661$$

בנקודה זו לויקי יש מעט מאוד מושג מה המשמעות של כל הספרות האלה. ה'בעיה' שלה היא לתת משמעות לתצוגת הספרות הללו על מנת להשיג את מטרתה. היא כעת מנסה 90.

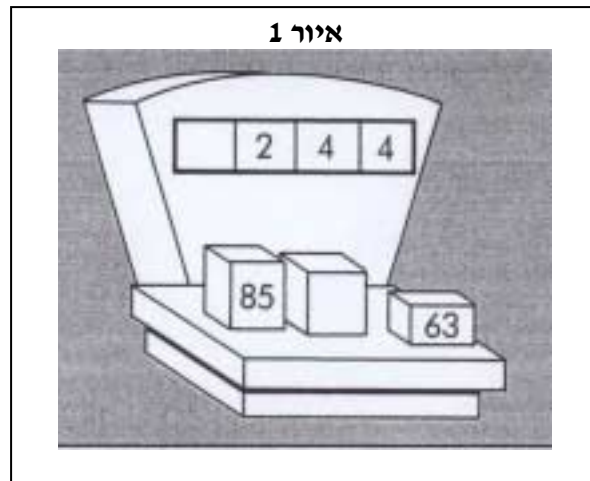
$$90 = 1.5254237$$

מספר זה נראה לויקי כמספר גדול יותר. בעקבות ניסוי זה היא ממשיכה עם המספרים הבאים:

70	=	1.1864406
60	=	1.0169491
50	=	0.8474576
56	=	0.9491525
59	=	1

באמצעות משחק זה יכלה ויקי לתת משמעות לרצפים של הספרות שהופיעו על צג המחשבון. שני המספרים שמשני צידי ה'נקודה' קיבלו חשיבות מיוחדת בעוד שיתר הספרות זכו להתעלמות. התנסויות חוזרות ונשנות במשחק זה יעמיקו את ההבנה המושגית של ויקי על מספרים עשרוניים. (פעילות זו מתאפשרת משום שהמחשבון שומר בזיכרון את הפעולה 'לחלק ל-59' ומבצע אותה בכל פעם שויקי מכניסה מספר ומקישה על מקש השווה).

גיני, תלמידת כיתה ג', הגיבה למשימה המופיעה באיור 1 בכך שהוסיפה מספר ל-85 ול-63 עד שמצאה את המספר שנתן סכום של 244. משימה זו לא היתה עבורה כזו שבה ניתן להשתמש במקש החיסור של המחשבון. היא הכניסה את המחוברים בסדר שבו הם הופיעו על הדפים משמאל לימין, 85, המספר שלה ו-63. תוך דקות מעטות היא היתה מסוגלת לקבוע את המספר שנתן את הסכום הדרוש. המחשבון היה יעיל בכך ששחרר את גיני מכללי החישוב ואפשר לה להתמקד על יחסים מספריים. למעשה, לא היתה לגיני שיטה מהימנה למציאת הפרשים במספרים תלת ספרתיים.



פיטר, תלמיד נוסף מאותה כיתה, ניסה תחילה לפתור בעיה זו ללא מחשבון אך תוך זמן קצר שאל: "האם ישנה דרך שבה המחשבון יכול לעשות 148 ועוד כמה יתן 244?"

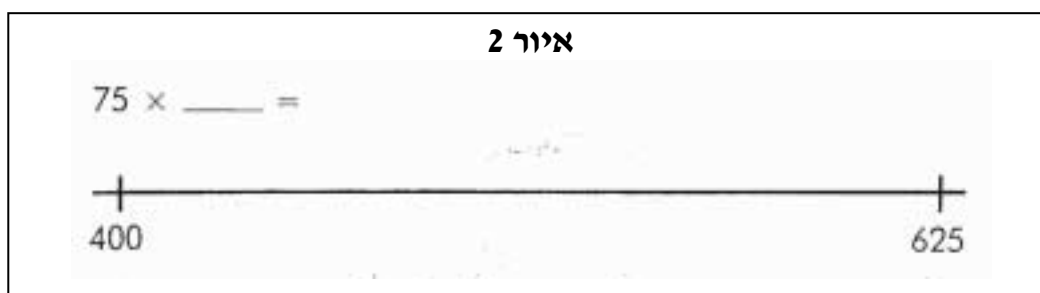
בשאלו שאלה זו הוא צעד צעד ראשון בקישור שאלה של 'כמה עוד' למשימת חיסור. כאשר הוא למד כיצד להשתמש במקש החיסור להשגת המטרה שלו, היה פיטר נלהב מן היכולת החדשה שגילה והמשיך לנסות תרגילי חיסור אחרים. עבור כל אחד מתלמידים אלו, יצר המחשבון מצב בעייתי שהוביל לפעילות מתמטית בעלת משמעות.

נדרש זמן ניכר עד שתלמידים בונים לעצמם סכמות פעולה הכוללות שימוש במחשבון (Wheatley and Wheatley, 1982). תלמידים ניצפו כשהם עושים חילוק ארוך עם נייר ועיפרון בשעה שהמחשבון היה

מונח לידם בהישג יד. מצב זה אנלוגי לנגר המכניס לארגז הכלים שלו מסור רב עוצמה בעודו ממשיך להשתמש במסור היד הרגיל. עם זמינות של מחשבון והזדמנויות לשימוש במחשבון יבנו תלמידים עם הזמן דפוסי פעולה הכוללים הושטת יד אל המחשבון. פעילויות מסוג 'משחק הטווח' מקדמים מעבר זה.

'משחק הטווח'

משחק הטווח (1979 Reys et al.) הינו פעילות מחשבון רב תכליתית הניתנת להפעלה בכל רמת כיתה. פעילות זו הוכחה כהתנסות רבת עוצמה לבניית תובנת המספר. המשימה המוצגת באיור 2 היא למצוא מספר שכאשר כופלים אותו ב- 75 יתן תוצאה בטווח של 400 עד 625.



התלמידים מקבלים הוראה להכניס למחשבון שלהם את המספר 75 ואת סימן הכפל ולבחור מספר שהם חושבים שישים אותם בתוך הטווח. ריקרדו בחר 10 ומצא שהוא היה גדול מדי. לאחר מכן הוא ניסה את 6, וקיבל $75 \times 6 = 450$. אבל גם מספרים אחרים מלבד 6 יכולים להתאים. התלמידים מקבלים עידוד למצוא את כל המספרים (במספרים שלמים) שיתאימו לתנאים הללו. השאלה: "מהו המספר הקטן ביותר שעובד?" יכולה ליצור דיון מעניין. כאשר תלמידים מתחילים לנסות מספרים עשירוניים כמו 5.4 שנותן 405, ואחרי זה 5.35 שנותן 401.25, יש להם הזדמנות לבנות משמעות למספרים עשירוניים ולפתח 'תובנה למספרים' באופן שבו משתמשים במונח זה ב'סטנדרטים לתוכנית הלימודים ולהערכה של מתמטיקה בבית הספר' של ה-NCTM (1989 Standards).

משום שמחשבוניים מציגים מנות חילוק בצורה עשרונית, התלמידים עשויים להיות נבוכים באופן פרודוקטיבי כאשר הם משתמשים במחשבון. מהי המשמעות של 3.456138? גיולי ניסתה לפתור את הבעיה: "אוטובוס אחד יכול לקחת 34 תלמידים. כמה אוטובוסים נדרשים על מנת לקחת 489 תלמידים?" היא חילקה 489 ב-34 במחשבון, הסתכלה על הצג שהראה את התשובה, ראתה שרשרת מספרים עם נקודה וקראה: "אוי ואבוי!" היא הניחה במהירות את המחשבון בצד ועשתה את פעולת החילוק בעזרת האלגוריתם הסטנדרטי עם נייר ועיפרון. מאחר שלא היתה רגילה להשתמש במחשבון, היא ציפתה שהצג יראה לה את אותו סוג של מידע שהיתה מקבלת בשימוש בשיטות של נייר ועיפרון. היא לא היתה מוכנה לצורה העשרונית ולא היתה מסוגלת לתת לה משמעות מספרית. המחשבון מקדם הזדמנויות עשירות לחשיבה מתמטית, בדוגמא זו לעשות רפלקציה על מנות חילוק המבוטאות בצורה עשרונית. פעילויות המחשבון: 'נחש את המספר שלי' ו'משחק הטווח' שתוארו קודם מציעים הזדמנויות כאלה.

בשנות התשעים, הדעה שהמתמטיקה הינה אוסף קבוע של פרוצדורות שיש לשלוט בהן באמצעות תרגול, מפנה דרך לתפיסה שונה, שהיא, מתמטיקה כפעילות של בניית דפוסים וקשרים. מחשבוניים יכולים לשחק תפקיד חשוב בבנייה של קשרים מתמטיים אצל תלמידים. מכל מקום, עלינו לחשוב על השימוש שלהם במערך הוראה שונה למדי ועם פעילויות השונות במידה ניכרת משיעורים של הסבר ותרגול או אפילו משיעורים הנקראים לכאורה 'הוראה בדרך הגילוי' שבהם המורה מדריך את התלמידים לעיקרון שברצונו ללמד. תלמידים צריכים לקבל את החירות לבנות משמעות בדרכים שמובנות להם. העברת תשומת הלב מביצוע חישובים מייגעים בנייר ועיפרון לפתרון בעיות ובניית יחסים מסתיימת בלמידה מושגית רבת עוצמה.

כאשר משתמשים במחשבוניים בסביבה לימודית תואמת קונסטרקטיביזם (1988 Cobb et al.) כפי שהומחש במאמר זה, הם יכולים לקדם את יכולתם של תלמידים לבנות דגמים (patterns) של מספרים המהווים את הבסיס לחשיבה מתמטית, על ידי כך שהם מאפשרים ביצוע מהיר ומדויק של חישובים מורכבים רבים ובכך משאירים את מיקוד תשומת הלב על המשמעות. הפעילויות המתוארות כאן מציעות כיצד ניתן להשתמש במחשבוניים להשגת מטרות אלו.

ביבליוגרפיה

- Cobb, Paul, Erna Yackel, Terry Wood, and Grayson Wheatley. "Research into Practice: Creating a Problem-Solving Atmosphere." *Arithmetic Teacher* 36 (September 1988): 46-47.
- National Council of Teachers of Mathematics, Commission on Standards for School Mathematics. *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, Va.: The Council, 1989.
- Reys, Robert, Barbara Bestgen, Terrence Coburn, Harold Schoen, Richard Shumway, Charlotte Wheatley, Grayson Wheatley, and Arthur White. *Keystrokes: Multiplication and Division*. Palo Alto, Calif.: Creative Publications, 1979.
- Von Glasersfeld, Ernst. "An Exposition of Constructivism: Why Some Like It Radical." In *Constructivist Views on the Teaching and Learning of Mathematics*. JRME Monograph. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics, forthcoming.
- Wheatley, Grayson and Charlotte Wheatley. *Calculator Use and Problem Solving Strategies of Grade Six Pupils*. Final Report. Washington, D.C.: National Science Foundation, 1982.