

## פרק 5



### האם התועלת שבתרגול מצדיקה את ההשקעה בו?

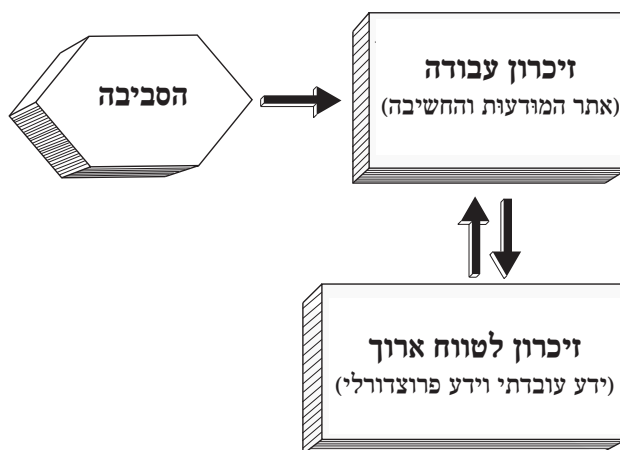


**שאלה:** לתרגול יצא שם רע בהקשר הבית-ספרי. עצם השימוש במונחים כמו אימון ותרגול, שכמו לקוחים מתחום הכושר והצבא, מרמז למשהו אוטומטי ולא נעים, הנעשה מטעמי משמעת ולא לתועלת התלמיד. לעתים נמתחת ביקורת על מורים הדורשים מתלמידיהם לתרגל ולתרגל עד זרא, עד שאובדת להם כל מוטיבציה פנימית ללמוד. מעברו השני של הדיון טוענים מסורתנים חינוכיים שתלמידים מוכרחים להתאמן כדי ללמוד עובדות ומיומנויות שצריכות תמיד להיות בהישג ידם – למשל עובדות מתמטיות כמו  $12 = 5 + 7$ . אבל מעטים המורים שיטענו שהתרגול מחזק את המוטיבציה של התלמידים ומעצים את הנאתם. האם התועלת הקוגניטיבית מצדיקה את הפגיעה האפשרית במוטיבציה?

**תשובה:** צוואר הבקבוק במערכת הקוגניטיבית שלנו הוא היכולת להחזיק בדעתנו כמה רעיונות בו-זמנית. קל לנו, לדוגמה, לחשב בראש  $19 \times 6$ , אבל כמעט בלתי אפשרי לכפול  $184,930 \times 34,004$ . התהליכים דומים, אבל במקרה האחרון "נגמר המקום" המוקצה בראש למעקב אחר המספרים. למוח יש כמה תכסיסים המאפשרים לו לעקוף את הבעיה. ואחד האפקטיביים ביותר שבהם הוא התרגול – כי הוא מצמצם את ה"מקום" שדורשת העבודה המנטלית. זה העיקרון הקוגניטיבי המנחה את הפרק:

כמעט אי-אפשר לרכוש מיומנות ברמה גבוהה במטלות מנטליות בלי תרגול רב.

לא תוכלו להצטיין בכדורגל אם בכל כדור תתרכזו במודע בשאלות כמו באיזו עוצמה לטפל בכדור, באיזה חלק של הנעל להשתמש, וכן הלאה. פעולות ומיומנויות בסיסיות כאלה צריכות להיעשות אוטומטיות ולפנות מקום לסוגיות ברמה עלית – כמו אסטרטגיית משחק. באותו האופן, אי-אפשר להצטיין באלגברה בלי לדעת בעל-פה עובדות מתמטיות. תלמידים מוכרחים לתרגל דברים מסוימים. אבל לא כל חומר דורש תרגול. בפרק זה ארחיב בשאלת חשיבותו של התרגול, ואדון גם בשאלה מה חשוב מספיק כדי להצדיק תרגול, וכיצד ליישם את התרגול בדרך שימושית ומעניינת ככל האפשר עבור התלמידים.



איור 1: המודל הפשוט של מנגנון התודעה.

למה לתרגל? סיבה אחת היא הצורך לפתח יכולת ברמה מינימלית כלשהי. ילדים מתאמנים בקשירת שרוכים בעזרת הורה או גננת, עד שאפשר לסמוך עליהם שיוכלו לקשור אותם בלא השגחה. אנחנו מתרגלים גם מטלות שאנחנו מסוגלים לבצע, אבל שהיינו רוצים להשתפר בביצוען. כל שחקן טניס מקצועני יכול להעביר את הכדור למגרש של יריבו בכל חבטת הגשה, ובכל זאת ימשיך להתאמן בחבטת ההגשה כדי לשפר את עוצמתה ואת רמת הדיוק שלה. בהקשר חינוכי מתקבלות על הדעת שתי המטרות כאחת – הן פיתוח השליטה הראשונית, הן שכלול המיומנות. תלמידים יכולים להתאמן בחילוק ארוך עד לשליטה בתהליך, כלומר עד שיוכלו לסמוך על יכולתם לפתור תרגילי חילוק

ארוך. במיומנויות אחרות, כמו כתיבה משכנעת, גם אחרי שתלמידים רוכשים את היסודות ומגיעים לרמה נאותה, עליהם להמשיך לתרגל כדי לזקק ולשכלל את היכולות.

שני טעמי התרגול הללו – רכישה ראשונית של מיומנות ופיתוח נוסף של המיומנות – מובנים מאליהם, וכנראה אינם שנויים במחלוקת במיוחד. פחות מחוורות הן הסיבות לתרגול מיומנויות שכביכול כבר נקנתה שליטה בהן, כאשר לא ברור מאליו שתרגול נוסף ישפר את היכולת. למרבה הפלא, תרגול מסוג זה חיוני לחינוך הבית-ספרי. הוא עוזר להשיג שלוש מטרות חשובות: הוא מחזק את המיומנויות הבסיסיות הדרושות ללמידת מיומנויות מתקדמות יותר, הוא מגן מפני שכחה והוא משפר את יכולת ההעברה.

## התרגול סולל את הדרך להמשך הלמידה

כדי להבין מדוע התרגול חשוב כל כך להתקדמות התלמידים, אבקש להזכיר שתי עובדות הקשורות במנגנון החשיבה.

**איור 1** (בעמוד הקודם, ואשר ראיתם גם בפרק הראשון) מראה שזיכרון העבודה הוא אתר החשיבה. חשיבה מתרחשת כאשר משלבים מידע בדרכים חדשות. והמידע מגיע מן הסביבה או מן הזיכרון לטווח ארוך או משניהם גם יחד. כך למשל, כאשר אתם מנסים להשיב לשאלה "מה משותף לארינמל ולערצב?", מחשבותיכם על המאפיינים של שני החרקים משתכנות בזיכרון העבודה תוך כדי חיפוש נקודות השוואה החשובות ככל הנראה כדי לענות לשאלה.

אבל מאפיין מכריע של זיכרון העבודה הוא הקיבולת המוגבלת שלו. אם תנסו לאצור שם עובדות רבות מדי או להשוותן זו לזו מבחינות רבות מדי, תאבדו את חוט המחשבה. אם אשאל אתכם, לדוגמה, "מה משותף לארינמל, ערצב, רכבל, מגדלור וכדורגל?"\* מדובר בפריטים רבים מכדי להשוותם בו-זמנית. בזמן שתחשבו מה הקשר בין המגדלור לכדורגל, כבר תשכחו מה היו הפריטים האחרים.

**מצוקת המקום בזיכרון העבודה היא צוואר הבקבוק הבסיסי של הקוגניציה האנושית.** אפשר לפנטז על דרכים רבות לשיפור המערכת הקוגניטיבית – זיכרון מדויק יותר, קשב ממוקד יותר, ראייה חדה יותר וכן הלאה – אבל אם יצוץ

\* יכול להיות שיש לפריטים האלה מאפיינים משותפים נוספים, אבל אני בחרתי בהם כי כולם הלחמים של שתי מילים.

שד ממנורת קסמים ויציע לכם דרך אחת לשפר את שכלכם, בקשו תוספת מקום בזיכרון העבודה שלכם. אנשים שקיבולת זיכרון העבודה שלהם גדולה יותר מיטיבים יותר לחשוב – לפחות בהקשר של סוג החשיבה המתבצע בבתי ספר. ישנן ראיות רבות לאמינות המסקנה הזו, ואותו היגיון פשוט מאוד משותף לרובן: קחו מאה בני אדם, מדרו את הקיבולת של זיכרון העבודה שלהם ואז את יכולת החשיבה שלהם\*, וכדקרו את המתאם בין הציונים. ציון גבוה במבחן זיכרון העבודה יחזה ביעילות מפתיעה ציון טוב גם במבחן החשיבה, ואילו ציון גרוע בזיכרון העבודה יחזה ציון גרוע גם במבחן החשיבה (אף שזיכרון העבודה אינו חזות הכול – זכרו את הפרק השני, שבו הדגשתי את חשיבותו של ידע־הרקע). למרבה הצער, שום שד אינו צפוי להגיח ולזכות אתכם בשדרוג של זיכרון העבודה שלכם. וכיוון שהפרק עוסק בתרגול, אולי תחשבו שאני מתכוון להציע שתלמידים יתאמנו על שיפור זיכרון העבודה שלהם. למרבה הצער, אין תרגילים כאלה. ככל הידוע, זיכרון העבודה קבוע פחות או יותר – איש איש ומנת חלקו, והתרגול לא ישנה זאת.

ואף על פי כן, ישנן דרכים להתחכם למגבלה הזו. בפרק השני דנתי באריכות בשאלה איך לאצור מידע רב יותר בזיכרון העבודה באמצעות דחיסת המידע. בתהליך שנקרא קיבוץ, מתייחסים לכמה דברים שונים כאל יחידה אחת. במקום להחזיק בזיכרון העבודה באותיות ק, ו, ג, נ, י, צ, י, ה, אפשר לקבץ את כולן יחדיו למקבץ אחד, המילה "קוגניציה". מילה שלמה תופסת בזיכרון העבודה בערך אותו מקום שתופסת אות יחידה. אבל כדי לקבץ אותיות למילה אחת צריך להכיר את המילה. את האותיות o, p, a, z, z, e, s, c ו-ו הייתם יכולים לקבץ בהצלחה אילו ידעתם במקרה ש-pazzesco היא מילה באיטלקית שפירושה "משוגע". אבל אם המילה אינה נמצאת בזיכרון לטווח ארוך שלכם, לא תוכלו לקבץ את האותיות.

\* כדי לבחון את הקיבולת של זיכרון העבודה מבקשים מנבדקים לבצע משימה מנטלית פשוטה כלשהי, ובמקביל לשמור בזיכרון העבודה שלהם מידע כלשהו. במדידה אחת, לדוגמה, מבקשים מן הנבדק להקשיב לשילוב של אותיות וספרות (למשל 3T4IP8) ואז לחזור על הספרות ואחריהן על האותיות, לפי סדר (כלומר 1348PT). מטלה זו דורשת מן הנבדק לזכור אילו ספרות ואילו אותיות הושמעו לו, ובמקביל להשוותן אלה לאלה כדי לסדרן. הנסיין מעביר מבחנים רבים ומשנה את מספר הספרות והאותיות כדי לאמוד את המספר המקסימלי שהנבדק מסוגל להתמודד עמו בלי לטעות. את יכולת החשיבה ההגיונית אפשר למדוד בדרכים רבות: לעתים משתמשים במבחני איי־קיו סטנדרטיים, או במבחנים שמתמקדים באופן מדויק יותר בחשיבה הגיונית דווקא, וכוללים בעיות מן הסוג "אם P נכון, אז Q נכון. Q אינו נכון. מה, אם בכלל, נובע מזה?" קשר מהימן נמצא גם בין זיכרון העבודה להבנת הנקרא.

הדרך הראשונה אפוא להתחכם לקיבולת המוגבלת של זיכרון העבודה היא באמצעות מידע עוברתי. וישנה דרך נוספת: אפשר לייעל את תהליכי הטיפול במידע בזיכרון העבודה. למעשה, אפשר לייעל אותם עד כדי איפוס מוחלט של עלותם. חשבו על קשירת שרוכי הנעליים: בתחילה היא תובעת את תשומת לבכם המלאה, ועל כן את מלוא נפחו של זיכרון העבודה, אבל התרגול מאפשר לכם, עם הזמן, לקשור את השרוכים אוטומטית (איור 2). מה שתבע את מלוא נפחו של זיכרון העבודה כמעט אינו נזקק כעת למקום כלשהו. כמבוגרים אתם מסוגלים לקשור את שרוכי הנעליים תוך כדי שיחה ואפילו אגב פתרון תרגילי חשבון בראשכם (במקרה הנדיר שבו עולה הצורך בכך).

דוגמה סטנדרטית נוספת שהזכרתי כבר היא הנהיגה. כאשר אתם לומדים לנהוג, הנהיגה תובעת את מלוא נפחו של זיכרון העבודה. כמו בקשירת הנעליים, הדברים שאנו עושים הם שתופסים את המקום המנטלי – תהליכים כמו בדיקת המראות, כיוונון המהירות באמצעות לחיצה על דוושת הגז או הבלם, הצצה במד המהירות, בחינת המרחק ממכוניות אחרות. בדוגמת הנהיגה

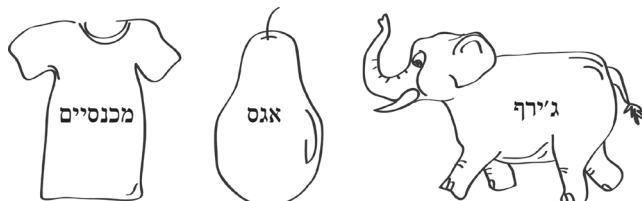


אינכם מנסים להחזיק בדעתכם דברים רבים במקביל (כי אז הייתם יכולים לפנות מקום מנטלי באמצעות קיבוץ), אלא מנסים לעשות דברים רבים ברצף מהיר. נראה כי נהגים מנוסים אינם מתקשים כלל לבצע את כל הפעולות האלה, ויכולים אפילו להוסיף עליהן דברים אחרים – כמו שיחה עם נוסע.

איור 2: ברנש זה למד לא מזמן לקשור את שרוכי נעליו. הוא יצליח בכך בכל פעם שינסה, אבל הפעולה דורשת ממנו כרגע את מלוא נפחו של זיכרון העבודה. התרגול יהפוך את התהליך לאוטומטי.

תהליכים מנטליים אפשר להפוך לאוטומטיים. תהליכים אוטומטיים דורשים פחות מקום, אם בכלל, בזיכרון העבודה. הם נוטים גם להיות מהירים למדי, עד כדי כך שנדמה שאתם יודעים בדיוק מה לעשות גם מבלי לקבל החלטה מודעת בנושא. נהג מנוסה מציץ במראה ובודק את הנקודות המתות בשדה הראייה

שלו לפני מעבר נתיב מבלי לחשוב לעצמו "טוב, אני עומד לעבור נתיב, אז אני צריך להביט במראות ולבדוק את הנקודות המתות שלי". כדוגמה לתהליך אוטומטי, הביטו באיור 3 וציינו מה מייצג כל אחד מן הציורים. התעלמו מן המילים ואמרו רק מה מצויר.



איור 3: אמרו בקול רם מה מופיע בכל ציור, תוך התעלמות מהטקסט. קשה להתעלם כאשר הטקסט אינו מתאים לציור, כי הקריאה היא תהליך אוטומטי.

כפי שהבחנתם בוודאי, לפעמים המילים מתאימות לציורים ולפעמים אינן מתאימות. קרוב לוודאי שהרגשתם שקשה יותר לקבוע מה מצויר במקרי האי-התאמה. זאת, משום שכאשר קורא מנוסה רואה מילה מודפסת, הוא מתקשה שלא לקרוא אותה. הקריאה היא אוטומטית. לכן המילה המודפסת "מכנסיים" מתנגשת במילה שאתם מנסים לשלוף מן הזיכרון, "חולצה". ההתנגשות מאטה את זמן התגובה. אצל ילד שזה עתה למד לקרוא לא תתגלה הפרעה כזו, כיוון שהקריאה אינה אוטומטית עדיין. לנוכח האותיות מ, כ, נ, ס, י, י, הילד יצטרך לאחזר במאמץ גדול (ולכן לאט-לאט) את הצלילים השייכים לכל אות, לקשור אותם יחדיו ולזהות שתוצאת צירוף הצלילים מרכיבה את המילה "מכנסיים". אצל הקורא המנוסה תהליכים אלה מתרחשים כהרף עין ומשמשים דוגמה טובה לסגולותיהם של תהליכים אוטומטיים: (1) הם מתרחשים במהירות גדולה. קוראים מנוסים יכולים לקרוא מילים שכיחות בתוך פחות מרבע שנייה. (2) הם מתעוררים בידי גירוי סביבתי, ובנוכחות הגירוי התהליך עשוי להתרחש גם אם הייתם מעדיפים שלא יתרחש. על כן אתם יודעים שיהיה קל יותר לא לקרוא את המילים שבאיור 3, אבל נדמה שאינכם מסוגלים להימנע מכך. (3) אינכם מודעים למרכיבים של התהליך האוטומטי. דהיינו, התהליכים המרכיבים את הקריאה (זיהוי האותיות, למשל), לעולם אינם מודעים. המילה "מכנסיים" מופיעה בתודעה, אבל התהליכים המנטליים הדרושים כדי להגיע למסקנה שהמילה היא "מכנסיים" אינם מגיעים

לתודעה. התהליך שונה מאוד אצל הקורא המתחיל, המודע לכל צעד וצעד ("זו מם, והצליל שלה הוא 'מ'...").

הדוגמה באיור 3 ממחישה את פעולתו של מנגנון אוטומטי, אבל היא דוגמה לא רגילה משום שהתהליך האוטומטי מפריע למה שאתם מנסים לעשות. לרוב, תהליכים אוטומטיים עוזרים ולא מפריעים. הם עוזרים כי הם מְפַנֵּים מקום בזיכרון העבודה. תהליכים שעד לאוטומציה תפסו מקום בזיכרון העבודה תופסים כעת מעט מאוד מקום, ומְפַנֵּים בכך מקום לתהליכים אחרים. בדוגמת הקריאה יכולים התהליכים ה"אחרים" לכלול חשיבה על משמעותן של המילים. קוראים מתחילים הוגים לאט ובמאמץ כל אות ואות, ואז משלבים את הצלילים למילים. על כן לא נותר בזיכרון העבודה שלהם מקום לחשוב על משמעות (איור 4). אותו דבר עשוי לקרות גם לקוראים מנוסים. מורה בתיכון ביקשה פעם מחבר שלי לקרוא שיר בקול רם. כשסיים את הקריאה שאלה אותו המורה מה הוא חושב על משמעות השיר. הוא נעץ בה עיניים מזוגגות ואז נאלץ להודות שהתרכז כל כך בקריאה בלי שגיאות עד שלא הבחין כלל במה עוסק השיר. כמו תלמיד בכיתה א', מוחו התמקד בהגיית המילים ולא במשמעותן. הכיתה צחקה, כמוכן, אבל ההתרחשות היתה מובנת – אם גם מביכה מבחינתו.

אותם שיקולים תקפים גם בתחום המתמטי. כאשר תלמידים מתוודעים לראשונה לפעולות החשבון, הם פותרים לא פעם בעיות באמצעות אסטרטגיות ספירה. בתרגיל  $4+5$  למשל הם מתחילים מ-5 ומונים עוד ארבעה מספרים עד לתוצאה – 9. אסטרטגיה זו יעילה דיה לפתרון של בעיות פשוטות, אבל אתם יכולים לתאר לעצמכם מה קורה כאשר הבעיות נעשות מורכבות יותר. בתרגיל רב-ספרתי כמו  $89+97$  למשל אסטרטגיית ספירה מאבדת הרבה מיעילותה. הבעיה היא שהתרגיל המורכב דורש לבצע תהליכים רבים יותר בזיכרון העבודה. התלמיד עשוי לחבר 7 ו-9 באמצעות ספירה ולהגיע ל-16. כעת יצטרך לזכור לכתוב את ה-6, ואז לפתור  $8+9$  (עשרות) בספירה, וגם לזכור להוסיף לתוצאה עוד 1 בטור העשרות.

התרגיל נעשה פשוט בהרבה אם זוכרים בעל-פה ש:  $9+7=16$ , כי אז יכול התלמיד להגיע לתשובה הנכונה עבור חלק זה בתרגיל בעלות נמוכה בהרבה לזיכרון העבודה שלו. מציאת העובדה המתאימה בזיכרון לטווח ארוך והכנסתה לזיכרון העבודה אינה תובעת הרבה מזיכרון העבודה. לכן, אין פלא שתלמידים המשננים את לוח הכפל מצליחים טוב יותר במטלות מתמטיות שונות בהשוואה

לתלמידים שירדיעת העובדות המתמטיות שלהם לוקה בחסר או מהוססת. וכבר הוכח שתרגול עובדות מתמטיות עוזר לתלמידים בעלי הישגים נמוכים להצליח יותר במתמטיקה מתקדמת.

איור 4: המשפט הבא נכתב בקוד פשוט.  $1 = א$ ,  $2 = ב$ ,  $3 = ג$  וכן הלאה, כאשר כל שורה מסמנת מילה חדשה. מאמציו של קורא מתחיל דומים מעט למאמצים לפענח את המשפט הזה, שבו אתם נדרשים לטרוח על ערכה של כל אות ואות. אם תנסו לפענח את המשפט, עשו זאת מבלי לכתוב את הפתרון. בדומה לקורא המתחיל, סביר להניח שעד שתגיעו לסוף המשפט כבר תשכחו את תחילתו.\*



1 8 4  
13 10 4 16 10 13  
5 13 10 13 6 4 19 5  
21 12 21  
5 20 10 19 8 5  
5 1 21 6 14 1 5  
5 1 6 5  
12 5 2 10 14  
1 22  
6 14 13 18 16

נתתי שתי דוגמאות לעובדות שתלמידים צריכים לאחזר מזיכרונם לעתים קרובות: אילו צלילים מתאימים לאותיות שהם קוראים, ועובדות מתמטיות כמו  $7+9=16$ . בשני המקרים, האוטומציה מגיעה באמצעות שליפה מן הזיכרון – כלומר לנוכח גירוי סביבתי מתאים, עובדה שימושית נוחתת מיד בזיכרון העבודה. תהליכים אחרים כרוכים בסוגים שונים של אוטומציה. דוגמאות בולטות הן כתיבה והקלדה. בתחילה, כתיבת אותיות בעיפרון או הקלדתן על גבי מקלדת היא פעולה מאומצת הדורשת מכם את מלוא נפחו של זיכרון העבודה. קשה לחשוב על התוכן של מה שאתם מנסים לכתוב בעודכם מتركזים בכתיבה מדויקת, אבל עם התרגול תוכלו להתמקד יותר ויותר בתוכן. למעשה, סביר להניח שתהליכים אחרים בכתיבה מתמכנים אף הם. אצל תלמידים מתקדמים יותר, גם כללי התחביר והדקדוק נעשים טבע שני. הם אינם צריכים להשקיע מחשבה בהתאם הנושא והפועל, או להתאמץ לזכור שמוטב לא לפתוח משפטים ב־'החיבור'.

\* תרגיל זה יכול גם לשמש דוגמה נוספת לאופן שבו ידע־רקע יכול לעזור ללמידה. תרגום המשפט הוא "אחר מיעדיה הקדומים של החקירה האנושית הוא להבין את עצמנו", שהוא משפט הפתיחה בספר אחר שכתבתי, *Cognition*, שמן הסתם אינכם מכירים. תארו לעצמכם כמה קל יותר היה לכם לפענח, וכמה קל יותר היה לכם לזכור את התרגום, אילו המשפט המקורר היה משהו שאוחסן כבר בזיכרון לטוח ארוך שלכם, כמו למשל "בראשית ברא אלהים את השמים ואת הארץ".

לסיכום, אמרתי שזיכרון העבודה הוא המקום בשכל שבו מתרחשת החשיבה – שם אנחנו מצרפים רעיונות זה לזה ועושים מהם דברים חדשים. הקושי הוא מגבלת המקום בזיכרון העבודה: אם אנחנו מנסים להכניס לשם דברים רבים מדי, אנחנו מתבלבלים ומאבדים את חוט המחשבה בתרגיל שאנחנו מנסים לפתור, בסיפור שאנחנו מנסים לעקוב אחריו, או בגורמים שאנחנו מנסים לשקול לשם קבלתה של החלטה מורכבת. אנשים שזיכרון העבודה שלהם מרווח יותר מצטיינים יותר במטלות חשיבה מסוג זה. אף שאיננו יכולים להגדיל את זיכרון העבודה, אנחנו יכולים, כאמור, לכווץ את התכנים הנכנסים לזיכרון העבודה בשתי דרכים: באמצעות קיבוץ, החוסך במקום שתופסות העובדות – שדורש ידע בזיכרון לטווח ארוך (ושדנתי בו בפרק השני), ובאמצעות כיווץ התהליכים המשמשים אותנו להכנסת מידע לזיכרון העבודה או לטיפול בו לאחר שנכנס לשם.

הגיעה השעה לשלם את המחיר: מה דרוש כדי לכווץ את התהליכים האלה, כלומר כדי להופכם לאוטומטיים? אתם יודעים את התשובה: תרגול. יכול להיות שישנה תחבולה כלשהי שתאפשר לכם להתחכם לצורך הזה וליהנות מרווחי האוטומציה מבלי לשלם את מחיר התרגול. אולי ישנה תחבולה כזו, אבל היא טרם נחשפה בידי המדע או בידי חוכמתן המאוגדת של תרבויות העולם. ככל הידוע, הדרך היחידה לפתח את קלילות הפעולה המנטלית היא לחזור על התהליכים הרצויים פעם אחר פעם אחר פעם.

אתם מבינים אפוא מדוע אמרתי שהתרגול מאפשר למידה נוספת. אולי "השתלטתם" על הקריאה במובן זה שאתם יודעים אילו צלילים שייכים לאילו אותיות, ועל כן אתם מסוגלים לשזור צלילים למילים בלי טעות. אבל אם כבר למדתם את האותיות, למה להמשיך בתרגול הקריאה? אתם מתרגלים לא רק כדי לקרוא מהר יותר – חשוב לפתח מיומנות גבוהה מספיק כדי להפוך את זיהוי האותיות ושלילפת הצלילים לאוטומטיים. אם הם אוטומטיים, מתפנה בזיכרון העבודה המקום שהקדשתם לאחזור צלילים מן הזיכרון לטווח ארוך. ואת המקום שהתפנה אפשר כעת להקדיש לחשיבה על משמעות.

מה שנכון לקריאה נכון לרוב שאר המקצועות הנלמדים בבית הספר, ולכל המיומנויות שאנחנו רוצים שתלמידינו ירכשו. המיומנויות הן היידיכיות. ישנם תהליכים בסיסיים (כמו שליפה של עובדות מתמטיות או שימוש בהיגיון דוקטיבי במדעים) אשר תחילה תובעים לא מעט מזיכרון העבודה, אבל עם התרגול נעשים אוטומטיים. תהליכים אלה חייבים לעבור אוטומציה כדי שתלמידים יוכלו לקדם

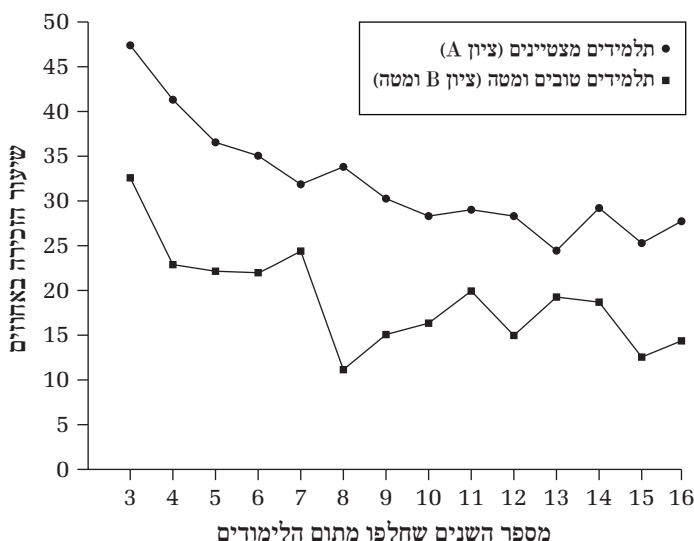
את חשיבתם אל הרמה הבאה. הפילוסוף הגדול אלפרד נורת וייטהד תמצת את הרעיון במילים הבאות: "עובדה מובנת מאליה – ושגויה מיסודה – שמופיעה דרך קבע בספרי מימרות ובנאומיהם של אישים גדולים, נוגעת לצורך לטפח את ההרגל לחשוב על מה שאנחנו עושים. ההפך הגמור הוא הנכון. הציוויליזציה מתקדמת באמצעות הרחבת מספר הפעולות החשובות שביכולתנו לבצע מבלי לחשוב עליהן".<sup>23</sup>

## התרגול מאריך את חיי הזיכרון

לפני שנים אחדות חוויתי חוויה שוודאי מוכרת לרבים מכם. נתקלתי בכמה מחברות משיעורי הגיאומטריה שלמדתי בתיכון. היום אינני סבור שאהיה מסוגל לומר לכם דבר וחצי דבר בגיאומטריה, אף על פי שלנגד עיני ממש ניצבו בעיות, בחנים ומבחנים, כולם בכתב ידי, כולם עם תרגילים פתורים ומבוארים וראיות לידע עובדתי.

חוויה כזו יכולה לייאש מורים. הידע והמיומנויות שרכשתי בתיכון בעמל ויזע, בעזרתו של המורה לגיאומטריה, נעלמו כולם, מה שמבסס באופן כלשהו קיטורים הנשמעים לעתים מפי תלמידים: "אבל מה כבר נעשה עם החומר הזה?" אם הדברים שאנחנו מלמדים את תלמידינו צפויים פשוט להיעלם, איזו משמעות יכולה להיות לתפקידנו כמורים?

ובכן, האמת היא שאני בכל זאת זוכר קצת גיאומטריה. אני בוודאי יודע היום הרבה פחות משידעתי מיד עם סיום הלימודים – אבל אני יודע יותר משידעתי לפני. חוקרים בחנו את זיכרונם של תלמידים באופן מסודר יותר והגיעו לאותה מסקנה: אנחנו שוכחים הרבה ממה שלמדנו (אך לא הכול), והשכחה מהירה מאוד. באחד המחקרים, חוקרים איתרו סטודנטים שלמדו קורס סמסטריאלי אחד בפסיכולוגיה התפתחותית, שלוש עד שש-עשרה שנים לפני כן, ובחנו אותם על החומר שלמדו בקורס.<sup>24</sup> איור 5 (בעמוד הבא) מראה את התוצאות, ששורטטו בנפרד ביחס למצטייני הקורס (ציון A) וביחס לסטודנטים שלא הצטיינו בו (ציון B ומטה). באופן כללי, החומר לא השתמר בזיכרונם היטב. שלוש שנים מתום הקורס, הסטודנטים זכרו מחצית או פחות ממה שלמדו, ושיעור זה המשיך לרדת עד לשנה השביעית, שאז התיישר. התלמידים המצטיינים זכרו יותר בסך הכול – ולא במפתיע, שהרי ידעו יותר מלכתחילה. אבל הם שכחו בדיוק כמו האחרים, ובאותו הקצב.



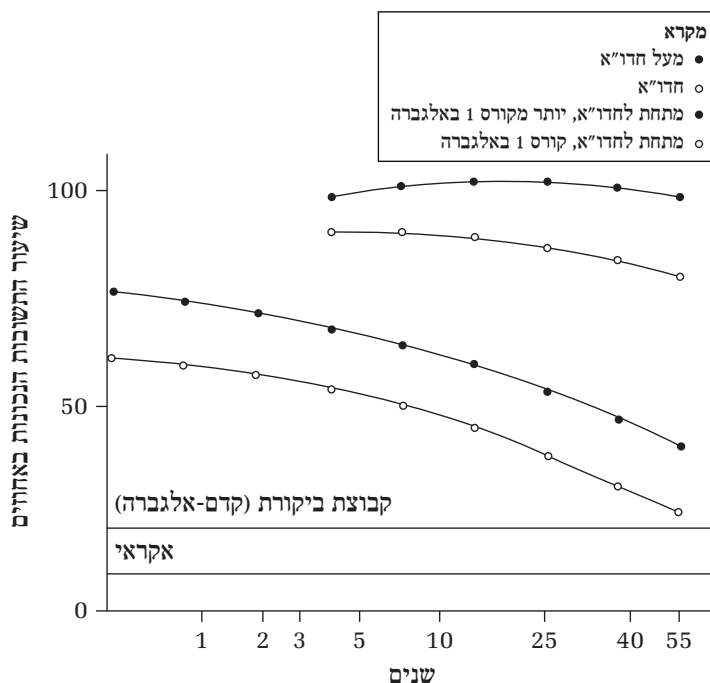
**איור 5:** גרף המראה באיזו מידה זכרו סטודנטים חומר שלמדו שלוש עד שש־עשרה שנים מוקדם יותר, במסגרת קורס סמסטריאלי אחד בפסיכולוגיה התפתחותית. הקווים הנפרדים מראים את תוצאות הזכירה של מצטייני הקורס, לעומת תוצאות הזכירה של תלמידים שהשיגיהם היו טובים ומטה.

מסתבר אפוא שהשקעה בלימודים אינה מבטיחה הגנה מפני שכחה. אם נניח שהתלמידים המצטיינים השקיעו מאמץ רב, יש להכיר בכך ששכחו באותו קצב כמו כל האחרים. אבל משהו אחר בכל זאת מגן מפני שכחה: תרגול מתמשך. מחקר אחר בחן בני גילאים שונים באלגברה בסיסית.<sup>25</sup> מעל אלף נבדקים השתתפו בניסוי, ולכן לקחו בו חלק אנשים רבים מרקעים שונים. השוני המרכזי ביניהם התבטא בהיקף לימודי המתמטיקה.

הביטוי באיור 6, המראה את ציוני הנבדקים בבחינה באלגברה,\* למטרות הניסוי נבחנו כולם באותו זמן. הציונים הופרדו לארבע קבוצות, לפי מספר הקורסים במתמטיקה שלמדו הנבדקים בתיכון ובמכללה. נתמקד תחילה בעקומה התחתונה. זו מציגה את ציוניהם של מי שלמדו קורס יחיד באלגברה. ככל שנעים

\* שימו לב שהעקומות בגרף נראות חלקות ורציפות מאוד. ישנם, למעשה, גורמים רבים התורמים ליכולתם של תלמידים לשמר את לימודי האלגברה שלהם. גרף זה מציג את הביצועים לאחר ניכוי סטטיסטי של הגורמים האחרים, ולכן הוא אידיאליזציה שמקלה עלינו לראות את ההשפעה של מספר הקורסים שנלמדו. אינכם רואים את הציונים הגולמיים בגרף זה, אבל מדובר בייצוג סטטיסטי מדויק של הנתונים.

משמאל לימין, גדל הזמן שעבר מתום הלימודים, ולכן הנקודה השמאלית ביותר (תשובות נכונות בשיעור של כ-60 אחוז) מייצגת את מי שסיימו קורס באלגברה ממש לאחרונה, ואילו הנקודה הימנית ביותר מייצגת את מי שלמדו אלגברה לפני חמישים וחמש שנים! העקומה התחתונה נראית כפי שהיינו מצפים שתיראה: ככל שחולף זמן רב יותר מאז הלימודים, כך תוצאות הבחינה גרועות יותר.



איור 6: ביצועים במבחן בסיסי באלגברה של מי שלמדו בקורס מלפני חודש עד לפני חמישים וחמש שנים. ארבעת קווי הנתונים מייצגים ארבע קבוצות, הנבדלות ביניהן בכמות הלימודים מעבר ללימודי אלגברה בסיסית.

העקומה הבאה כלפי מעלה מראה את ציוניהם של מי שלמדו יותר מקורס אחד באלגברה. כמצופה, הם הצליחו יותר במבחן, אבל גם הם הפגינו שכחה – בדיוק כמו בקבוצה האחרת. כעת ראו את הקו העליון. אלה ציוניהם של מי שלמדו קורסים במתמטיקה מעבר לרמת החדר"א. מה שמעניין בקו הזה הוא שהוא שטוח! מי שלמדו מתמטיקה לאחרונה לפני חמישים וחמש שנה עדיין יודעים אלגברה כמו מי שלמדו לפני חמש שנים!

מה קורה פה? האפקט אינו נובע מכך שמי שלמדו קורסים רבים יותר במתמטיקה הם חכמים יותר או מוכשרים יותר במתמטיקה. את העובדה הזו לא רואים בגרף, אבל כמו במחקר הקודם שהוצג, על תלמידי הפסיכולוגיה ההתפתחותית, אין הבדל בין תלמידים שקיבלו ציונים מעולים, טובים או בינוניים בקורס הראשון שלהם באלגברה – כולם שוכחים באותו הקצב. במילים אחרות, תלמיד שקיבל ציון בינוני בקורס האלגברה הראשון שלו, אבל שממשיך ולומד קורסים נוספים במתמטיקה, יזכור את האלגברה שלמד, בעוד שתלמיד שהצטיין בלימודיו בקורס הראשון, אבל שלא למד עוד מתמטיקה, ישכח אותה. הסיבה לכך היא שלמידת קורסים נוספים במתמטיקה מבטיחה את המשך החשיבה והתרגול של אלגברה בסיסית. ומי שמתרגל אלגברה די הצורך, בעצם לא ישכח אותה לעולם. מחקרים אחרים הראו אותן תוצאות בדיוק במקצועות אחרים, כמו ספרדית כשפה זרה.

אחד הדברים שלא הובררו כל צורכם במחקרים הללו, הוא השאלה אם הזיכרון לטווח ארוך נרכש בזכות התרגול הנוסף או בזכות מתחת התרגול על פני זמן.

חוקרים בדקו גם את חשיבות העיתוי של הלמידה. הכוונה איננה לשעת הלמידה במהלך היום אלא לריווח הלימודים. נאמר זאת כך: קודם הדגשנו שעדיף ללמוד שעתיים מאשר ללמוד שעה. נניח אפוא שהחלטתם ללמוד משהו במשך שעתיים. כיצד כדאי לחלק את השעתיים האלה? האם כדאי ללמוד 120 דקות ברצף? או אולי 60 דקות ביום אחד ו-60 דקות נוספות למחרת? או שמא 30 דקות מדי שבוע על פני ארבעה שבועות?

כשלמדתי בבית הספר, תלמידים היו מתפארים בכך שלמדו באופן אינטנסיבי לקראת מבחן וגם הצליחו בו, אבל לא זכרו דבר מן החומר כעבור שבוע (עניין מוזר להתפאר בו, אני יודע). מחקרים שנעשו בתחום מאשרים את ההתרשמות: אם תדחסו כמות גדולות של חומר במשך זמן קצר, תוכלו להצליח במבחן הקרוב, אבל תשכחו את החומר במהירות. לעומת זאת, אם תקדישו ללימודים מועדים אחדים עם מרווחים ביניהם, אולי לא תצליחו עד כדי כך במבחן הקרוב, אבל בניגוד למי שדוחס את החומר במהירות, תזכרו את החומר זמן רב יותר אחרי המבחן (איור 7). אפקט הריווח בוודאי אינו מפתיע במיוחד אותנו, המורים. הרי ידענו שדחיסת חומר אינה מועילה לזיכרון ארוך-הטווח. מתקבל על הדעת אפוא שריווח הלמידה ייטיב יותר עם הזיכרון. אבל חשוב להדגיש שתי השתמעויות חשובות לאפקט הריווח. דיברנו על חשיבות התרגול, ואמרתי זה עתה שהתרגול

מועיל יותר כאשר הוא מרווח. לכן אם מרווחים את התרגול אפשר להסתפק בפחות תרגול מאשר כשדוחסים ומתרגלים את כולו בבת אחת. לריווח התרגול יש יתרון נוסף. "תרגול", כפי שהשתמשנו במונח, פירושו עבודה נוספת על משהו שאנו כבר שולטים בו. בהגדרה, תרגול כזה נשמע משעמם למדי, למרות תועלתו הקוגניטיבית. אבל כאשר התרגול מרווח על פני זמן, קל יותר למורה לתכנן עבור התלמידים מטלות מעניינות יחסית.

| שבת | ראשון      | שני        | שלישי      | רביעי                                  | חמישי                | שישי |
|-----|------------|------------|------------|----------------------------------------|----------------------|------|
|     |            | 1          | 2          | 3                                      | 4                    | 5    |
| 6   | 7<br>לימוד | 8<br>לימוד | 9<br>לימוד | 10<br>לימוד<br>לימוד<br>לימוד<br>לימוד | 11<br>בחינה<br>בחינה | 12   |
| 13  | 14         | 15         | 16         | 17                                     | 18<br>בחינה<br>בחינה | 19   |
| 20  | 21         | 22         | 23         | 24                                     | 25                   | 26   |
| 27  | 28         | 29         | 30         | 31                                     |                      |      |

 **איור 7:** איור פשוט זה ממחיש את מה שמדעני קוגניציה מכנים אפקט הריווח בזיכרון. תלמיד מס' 1 (באות מודגשת) למד במשך ארבע שעות ביום שלפני המבחן, בעוד תלמיד מס' 2 למד לקראתו במשך שעה אחת מדי יום במשך ארבעה ימים. תלמיד מס' 1 כנראה יצליח במבחן מעט יותר מתלמיד מס' 2, אבל תלמיד מס' 2 יצליח הרבה יותר במבחן שני שייערך כעבור שבוע.

## התרגול מועיל להעברת הלמידה

בפרק הרביעי עסקתי באריכות באתגרי ההעברה של מה שאתם כבר יודעים אל מצבים חדשים. זוכרים את חידת תקיפתו של הגידול בהקרנות? גם כאשר הנבדקים שמעו סיפור דומה שהכיל בתוכו את פתרון החידה (תקיפת המצודה

בעזרת כוחות צבא קטנים), הם לא העבירו את מה שידעו כבר מחידת הגידול. כאמור, העברת למידה כן עשויה להתרחש, גם כשלמראית עין אין דמיון בין המצבים – אלא שהיא נדירה. מה אפשר לעשות כדי להגדיל את סיכוייה? אילו גורמים ישפרו את הסיכוי שתלמיד יגיד "אה, ראיתי כבר בעיות כאלה ואני זוכר איך לפתור אותן!"?

מסתבר שגורמים רבים תורמים להעברה מוצלחת של למידה קודמת, אבל שחלקם חשובים במיוחד. כאמור, סיכויי ההעברה גדלים כאשר מבנה השטח של הבעיה החדשה דומה למבנה השטח של בעיות שראינו בעבר. לכן קל יותר לאספן מטבעות לזהות שביכולתו לפתור בעיית שברים אם זו מנוסחת במונחים של המרת מטבעות מאשר אם היא דורשת חישובי יעילות של מנוע – גם אם היא מקבילה מבחינה מתמטית.

התרגול הוא גורם משמעותי נוסף שתורם ליכולת ההעברה. פתרון בעיות רבות מסוג מסוים מגדיל את הסיכויים שתזהו את המבנה היסודי של הבעיה, אף אם מעולם לא ראיתם את גרסתה המסוימת. קריאת סיפור החיילים והמצודה מגדילה אפוא במעט את הסיכוי שתדעו מה לעשות כאשר תיתקלו בבעיית הגידול וההקרנות. אבל אילו קראתם כמה סיפורים שבהם מפצלים כוח ואז מרכזים אותו בנקודת יעד, הסיכויים שתזהו את מבנה העומק של הבעיה היו גדלים משמעותית.

במילים אחרות, תארו לעצמכם שאתם קוראים את הבעיה הבאה:

אתם מתכננים טיול למקסיקו. אתם מגלים שתוכלו לחסוך עלויות אם תביאו איתכם דולרים אמריקניים, תמירו אותם שם בפסו מקסיקני, ואז תשלמו עבור המלון במזומן. אתם לנים במלון במשך ארבעה לילות ועלות השהות היא מאה פסו מקסיקני ללילה. איזה מידע נוסף דרוש לכם כדי לחשב כמה דולרים להביא, ואילו חישובים תבצעו?

מדוע מבוגרים יבחינו מיד במבנה העומק של בעיה זו, בעוד תלמיד בכיתה ד' לא יבחין בו?

חוקרים סבורים שישנן כמה סיבות לכך. ראשית, התרגול מגדיל את הסיכויים שבאמת תבינו את הבעיה מלכתחילה, ואז שגם תזכרו אותה בעתיד. אם אינכם

מבינים וזוכרים את העיקרון הדרוש לפתרון הבעיה, קטנים הסיכויים שתוכלו להעבירו למצבים חדשים. זה מובן מאליו. אבל תארו לעצמכם תלמיד כיתה ד' שיודע חילוק. מדוע אין הוא מבין שפעולת החילוק יכולה להיות שימושית לפתרון בעיית המטבעות? ולמה אתם כן מבינים זאת? כזכור, בפרק הרכיעי אמרתי שתוך כדי הקריאה, מצטמצמות משמעותית הפרשנויות האפשריות להתפתחויות עתידיות. השתמשתי בתיאור קצר של הוריקן ואמרתי שאם תראו אחר כך את המילה "עין", לא תחשבו על עין המשמשת לראייה, או על ניצן של תפוח אדמה, וכן הלאה. העניין הוא שכאשר אתם קוראים (או מקשיבים למישהו מדבר), אתם מפרשים את מה שנכתב בהתבסס על אסוציאציות מנושאים דומים. אתם יודעים על הרבה דברים הקשורים במילה "עין", ועל כן המוח מאתר מיד את הצירופים המתאימים על בסיס ההקשר של חומר הקריאה. אינכם צריכים לעשות את הבחירה הזו במודע, לחשוב "הממ... מעניין מה המשמעות המתאימה פה למילה 'עין'?" המשמעות הנכונה פשוט צצה בראש מיד.

מידע הקשרי יכול לשמש לא רק להבנת מילים יחידות בעלות כמה פירושים אפשריים, אלא גם להבנת היחסים בין יסודות שונים בחומר הקריאה. תארו לעצמכם למשל שאני מתחיל לספר לכם סיפור: "אשתי ואני נפשנו באי קטן, והיה שם חוק מוזר. אם שני אנשים או יותר מטיילים יחד אחרי השקיעה, כל אחד מהם צריך לשאת איתו עט. המלון דאג לתלות שלט תזכורת בנושא על הדלת, ולספק עטים לכל דורש, אבל כאשר יצאנו לארוחת ערב בלילה הראשון, שכחתי לקחת את העט שלי."

תוך כדי קריאת הסיפור אתם מבינים בנקל את הפואנטה: הפרתי כלל. שימו לב שאין לכם ידע־רקע רלוונטי לגבי מבנה השטח של הסיפור – מעולם לא נתקלתם בכלל כזה, והוא אינו נשמע הגיוני במיוחד. אבל יש לכם ניסיון רב ביחסים התפקודיים בין חלקי הסיפור, כלומר אתם מבינים שהסיפור מתמקד בהרשאה. ביחסי הרשאה עליכם למלא תנאי מוגדר לפני שתורשו לעשות משהו (איור 8 בעמוד הבא). לדוגמה, כדי לשתות אלכוהול בארצות הברית עליכם להיות בני עשרים ואחת לפחות. בסיפור שלי, כדי לצאת בערב על אי קטן עם אדם נוסף, כל אחד מכם חייב לשאת עמו עט. אתם יודעים גם, שכאשר יש כלל הרשאה, יש בדרך כלל תוצאות להפרתו. על כן, כאשר התחלתי לספר לכם את סיפורי המוזר, יכולתם לצפות בוודאי כיצד הוא יתפתח: הוא יתמקד בשאלה אם נתפסתי בלי עט, ואם נתפסתי, מה היו התוצאות. מאזין אוהד יזרום איתי

ויאמר משהו כמו "אוי ואבוי! אז תפסו אותך בלי עט?" לעומת זאת, אם המאזין ישאל "באמת? איזה עטים קיבלתם במלון?" אחשוב שפספס את הפואנטה.

איור 8: קוראי אנגלית יבינו את השלט המצולם בקלות בתור כלל הרשאה: אם אינך נועל שתי נעליים וחולצה, לא תקבל שירות. קל להבין את הכלל הזה, לא רק משום שהוא מוכר אלא גם משום שנתקלתם במבנה העומק שלו פעמים רבות בעבר.



כאשר אני מספר את סיפור העט, הרעיון של "כלל הרשאה" צץ בדעתכם באופן אוטומטי, בדומה למשמעות "מוקד ההוריקן" כאשר אתם קוראים את המילה "עין" בסיפור הסערה. אתם מבינים את המילה "עין" בהקשרה כיוון שראיתם שהמילה "עין" מתייחסת ל"עין הסערה" פעמים רבות בעבר. באותו האופן, מבנה העומק של כלל ההרשאה צץ במוחכם כאשר אתם שומעים את סיפור העטים – ומאותה סיבה יש לכם ניסיון רב בחשיבה על כללי הרשאה. ההבדל היחיד בין כלל הרשאה לבין עין, הוא שבמקרה האחרון מדובר במילה יחידה, ואילו בראשון מדובר ברעיון שעוצב בידי הקשר בין כמה מושגים. המוח שלכם אוצר בתוכו יחסים תפקודיים בין מושגים (כדוגמת רעיון ההרשאה) בדיוק כפי שהוא אוצר משמעויות של מילים יחידות.

בפעם הראשונה שבה מישהו אומר לכם ש"עין" יכולה להתייחס למוקד ההוריקן, אתם מבינים זאת בנקל, אבל אין זה אומר שבפעם הבאה שבה תפגשו במילה "עין", תעלה בדעתכם המשמעות הנכונה. סביר יותר להניח שתתבלבלו קצת ותצטרכו לפענח את פירושה מן ההקשר. כדי לפרש את ה"עין" כראוי באופן אוטומטי, תצטרכו להיתקל בה כמה פעמים – או בקיצור, תצטרכו לתרגל אותה. אותו דבר נכון למבני עומק. אולי תבינו מבנה עומק בפעם הראשונה שתיתקלו בו, אבל לא בהכרח תזהו אותו אוטומטית כאשר תפגשו בו שוב. קיצורו של דבר, התרגול תורם להעברת הלמידה כי הוא עושה את מבנה העומק גלוי יותר.

בפרק הבא אסביר מה קורה אחרי שצוברים שעות אימון רבות בתחום מסוים. אשווה בין מומחים למתחילים, ואתאר את ההבדלים העצומים ביניהם.

## השלכות ליישום בכיתה

פתחתי את הפרק בהצגת שתי סיבות מובנות מאליהן לתרגל: רכישה של מיומנות התחלתית (כמו כאשר נער מתבגר מתאמן בנהיגה במכונית עם תיבת הילוכים ידנית, עד שביכולתו להשתמש בה בלי לטעות), ופיתוח מיומנות מתקדמת יותר (כמו כאשר שחקן גולף מתאמן כדי לשפר את הדיוק בחבטות). אז הצעתי סיבה שלישית להמשך תרגולן של מיומנויות מנטליות, גם כאשר אין כבר מקום לשיפור בולט ביכולת. לתרגול מסוג זה יש שלושה יתרונות: (1) הוא עוזר לתהליך המנטלי להיעשות אוטומטי, ולכן מקדם למידה נוספת. (2) הוא הופך את הזיכרון לעמיד לאורך זמן. (3) הוא משפר את הסיכוי להעברת הלמידה למצבים חדשים.

החיסרון בתרגול כזה נראה מובן מאליי: משעמם למדי לתרגל משהו אם איננו צפויים להשתפר בו! הנה כמה רעיונות לדרכים שבהן נוכל ליהנות מיתרונות התרגול תוך צמצום מחיריו.

### מה לתרגל?

לא כל דבר אפשר לתרגל באופן אינטנסיבי, פשוט אין די זמן לכך. למרבה המזל, גם אין צורך לתרגל כל דבר. התועלות הצומחות מן התרגול מכוונות אותנו אל סוגי הדברים שמומלץ לתרגל. אם התרגול הופך תהליכים מנטליים לאוטומטיים, כי אז אפשר לשאול, אילו תהליכים צריכים להיעשות אוטומטיים? שליפת עובדות חשבוניות מן הזיכרון נראית מועמדת טובה לכך, וכמוה היכולת לשלוף צילילי אותיות מן הזיכרון. מורה למדעים עשוי להחליט שתלמידיו צריכים להיות מסוגלים לשלוף בקלות עובדות בסיסיות לגבי היסודות הכימיים. באופן כללי, התהליכים שצריכים לעבור אוטומציה הם קרוב לוודאי אבני הבניין של מיומנויות שמיופן יספק את התועלת הרבה ביותר. אבני בניין הן הדברים שעושים שוב ושוב בתחום כלשהו, ושמהווים תנאים מוקדמים לעבודה מתקדמת יותר.

## רווחו את התרגול

אין שום סיבה שכל תרגולו של רעיון מסוים יתבצע בטווח זמן קצר או אפילו בגדרי יחידת לימוד נתונה. למעשה, יש סיבה טובה לרווח את התרגול. כאמור, הזיכרון מכה שורשים עמוקים יותר כאשר התרגול מרווח, ותרגול אותן מיומנויות שוב ושוב ממילא צפוי לשעמם. מוטב לגוון מעט. הריווח עשוי גם לאפשר לתלמידים לתרגל בחירה שקולה בדרכי היישום של כל מה שהם יודעים. אם מיומנות מסוימת תתורגל כולה בבת אחת, תלמידים ידעו תמיד שכל בעיה המוצגת להם היא בהכרח גרסה של המיומנות המתורגלת. אבל אם התרגילים יכללו מדי פעם חומר מלפני שבוע או חודש או שלושה חודשים, תלמידים ייאלצו לשקול היטב כיצד לטפל בבעיה, ואיזה ידע ומיומנויות שרכשו עשויים להיות רלוונטיים לפתרונה. זכרו, עם זאת, שתלמידים ילמדו גם אצל מורים אחרים. מורה לאנגלית עשוי לחשוב שתלמידיו מוכרחים להבין את השימוש בדימויים בשירה, אבל הידע והמיומנויות הדרושים להערכת דימויים ייקנו על פני שנים של הוראה.

## שלבו את התרגול בלימוד מיומנויות מתקדמות יותר

גם אם תגדירו מיומנות בסיסית כלשהי ככזו שיש לתרגלה עד שליטה מוחלטת, אין זאת אומרת שתלמידים אינם יכולים לתרגל אותה בהקשר של מיומנויות מתקדמות יותר. תלמידים צריכים להתאמן בשליפת הצלילים המתאימים בתגובה לאותיות מודפסות למשל, אבל במידת האפשר למה לא לתרגל זאת בהקשר של חומר קריאה מעניין? שחקן ברידג' מיומן צריך ללמוד איך לספור את הנקודות שבידו לקראת ההכרזות, אבל אילו לימדתי ברידג', אני לא הייתי מתרגל את תלמידי בספירת נקודות עד שהיו מגיעים לשליטה אוטומטית. האוטומטיות דורשת הרבה מאוד תרגול. הדרך החכמה לעשות זאת היא לפזר את התרגול לא רק לאורך זמן אלא גם על פני פעילויות שונות. חשבו על דרכים יצירתיות רבות ככל האפשר לתרגל את המיומנויות ההכרחיות, אבל זכרו שתלמידים יכולים לתרגל את היסודות גם תוך כדי עבודה על מיומנויות מתקדמות יותר.

## קריאה נוספת

### להשכלה כללית

Rohrer, D., & Pashler, H. (2007). Increasing retention without increasing study time. *Current Directions in Psychological Science*, 16, 183–186.

סקירה קצרה ולא קשה כל כך לקריאה של מחקרים המראים שתרגול מרווח מגדיל את טווח הזיכרון, ועל כן דורש בסך הכול פחות זמן בהשוואה לתרגול שנעשה כולו במקבץ אחד.

### להשכלה מקצועית

Ackerman, P. L., Beier, M. E., & Boyle, M. O. (2005). Working memory and intelligence: The same or different constructs? *Psychological Bulletin*, 131, 30–60.

בסקירה המקפת הזו טוענים המחברים שהקשר בין זיכרון העבודה לאינטליגנציה חזק פחות משנהוג לחשוב – אבל האומדן ה"נמוך" שמציעים המחברים עדיין גבוה למדי! אחרי הסקירה באות תגובות מאת שלושה צוותי מחקר אחרים.

Cepeda, N. J., Pashler, H., & Vul, E. (2006). Distributed practice in verbal recall tasks: A review and quantitative synthesis. *Psychological Bulletin*, 132, 354–380.

סקירה מקפת של השפעות התרגול המרווח על הזיכרון.

Cumming, J., & Elkins, J. (1999). Lack of automaticity in the basic addition facts as a characteristic of arithmetic learning problems and instructional needs. *Mathematical Cognition*, 5, 149–180.

מאמר אחד מני רבים המאשר שתלמידים שאינם יודעים את העובדות המתמטיות הבסיסיות ברמה של שליפה אוטומטית מתקשים להתמודד עם מתמטיקה ברמות גבוהות יותר.