

תאוריות למידה

חקר המוח וחינוך: שותפות טבעית

קרוֹל גולדפוס

הקדמה

בין חקר המוח לחינוך ראוי שתתקיים שותפות טבעית - שניהם עוסקים ברכישת ידע, בהבנה, ביישום, באנליזה ובסינתזה ולבסוף בהערכת הידע שנרכש. שניהם חותרים להרחיב את תחומיה של רוח האדם ושניהם משתמשים זה בזה וזקוקים זה לזה כדי לפרוץ את גבולותיה של תודעת האדם. ובכל זאת, דומה שבתי הספר אינם מסוגלים להדביק את קצב התפתחויות המחקר החדשניות, ובדרך כלל למורים בכיתה יש רק ידע בסיסי ביותר בנוגע לתהליכי הלמידה ובנוגע לאופן ולסיבות שבגללן תלמידיהם מצליחים או נכשלים.

במאמר שנכתב במסגרת הסדרה Nature Reviews Neuroscience, גוסוואמי (Goswami, 2006) מערערת על הצורך ביישום מחקר המוח בכיתה. היא בודקת את המכשלות הרובצות לפתחם של המורים המוצפים במידע מטעה על תפקוד המוח בלמידה. 'ניורו-מיתוסים' (מיתוסים על תפקוד המוח), כפי שהיא מכנה אותם, 'השתרבו לחומרי הלימוד של המורים בעת הכשרתם, מבלבלים אותם ודוחפים אותם ממש ליצירת תוכניות ואופני התערבות שאין להם בסיס מוצק - בסיס מחקרי התומך בהם' (שם).

על אף ה'ניורו-מיתוסים' הרווחים, מן ההכרח שהמורה ירכוש הבנה בסיסית באשר לאופן התרחשותה של הלמידה; לא רק בקריאה ובכתיבה אלא גם בכל הנוגע לתהליכים הניורולוגיים במוח השולטים בזיכרון, בקשב ובתגובות הרגשיות. תחומים אלה אכן שוקקים מיתוסים, והבנת המורה את התחומים האלה עשויה לקבוע אם תלמידיו ייהנו מחוויית לימוד משמעותית או ייכשלו. יתר על כן, מאחר שעל המורים בכיתה להתמודד עם כיתות גדולות והטרוגניות יותר מבעבר, כיתות שמרובים בהן יותר התלמידים עם קשיי למידה ולקויות למידה הנזקקים להתאמות מיוחדות של חומר הלימוד, הידע במדע המוח נעשה בעל משמעות עליונה.

המורה ואריינות המוח

הידע על אופן הלמידה של המוח מספק למורה כלים ומיומנויות לעבודה עם תלמידים מאוכלוסיות מגוונות. למשל, ראוי שהמורה יהיה מודע לכך שאת התלמיד הסובל מהפרעות קשב וריכוז (ADHD) יש ליידיע לגבי שינוי בפעילות הכיתה. המורה עשוי לחוש בכך או לא לחוש בכך באופן אינטואיטיווי, אך ההבנה שהתפקודים הניהוליים של המוח מתאמים מערכות זמן ומרחב המושפעות מהפרעות הקשב והריכוז, מעניקה למורה את תוספת הידע וההבנה הנחוצה לעשיית ההתאמות באופן הלימוד. עמידה על מורכבותו של תפקוד המוח בקשב, בוויסות-עצמי ובמטה-קוגניציה של הלומד עשויה לסייע למורים ברכישת הבנה עמוקה יותר של הגורמים המכשילים את תפקודן של המערכות האלה או מסייעים להן.

ד"ר קרוֹל גולדפוס היא ראש 'מרכז אדם לחקר כישורי שפה ורב-לשוניות' במכללת לוינסקי לחינוך.

בגישת 'מערכות התפקוד' שהציג לוריא (Luria, 1972; Luria, 1962, מצוטט אצל Berninger, 2004), הוצעו ארבעה עקרונות להבנת פעולתו של המוח. הראשון: המוח מפעיל אזורים שונים כדי לבצע תפקודים ספציפיים; השני: מטלות נבדלות זו מזו מסתמכות על אזורים משותפים במוח; השלישי: אותם אזורים במוח עשויים להשתתף ביותר מאשר מערכת תפקודית אחת; הרביעי: אזורים רבים במוח מעורבים במערכת תפקודית אחת.

כמורים אנו עדים מדי יום להפעלה ולהפעלה לא מספיקה של המערכות האלה. ייעודנו הוא ללמד, ואפילו להתאים את דרך הלמידה לצורכי תלמידינו, אך כיצד נוכל לעשות זאת בלי להבין את עיקריהן של מערכות תפקוד המוח האלה?

איך נוכל ללמד כשאנו מודעים לכך ש'הקשבה והבנה של שיעור בכיתה' אין משמעותן בהכרח לימוד ושליטה בחומר הנלמד? איזה מורה לא מצא עצמו נבוך נוכח תלמידים שלכאורה הבינו יפה את השיעור והנה הוא מגלה בשיעור שלאחר מכן שיש בהם שאינם זוכרים דבר מאותו שיעור? תקרית שכחה כזאת מאפיינת את מערכת הזכירה - מרכיב חיוני ובעל מורכבות בלמידה. אין למידה ללא זכירה.

הלמידה כרוכה בתפקודם של זיכרון ניהולי, זיכרון עבודה וזיכרון לטווח ארוך המתרחשים באזורים רבים ושונים במוח. שום דבר אינו נלמד באמת אלא אם יש ביכולתנו לאחזר או לדלות אותו מזיכרונו. זיכרון מסוג זה אינו נבנה בעקבות ישיבה, הקשבה והבנה גרידא של הדיון בכיתה או בעקבות קריאת טקסט. כדי להצליח במבחנים, על התלמידים והמורים כאחד להבין שעל התלמידים להיות מעורבים בפעילות כדי לאפשר להם לזכור את מה שהם מבינים (Thorne, 2003). זיכרון העבודה הוא מנגנון לשמירה זמנית ולתהליך של מידע מתקבל ו/או רעיונות הנוצרים בפנים, בעת שמשימות העיבוד מתבצעות. לוויסות-עצמי יש משמעות בתפקודים רבים הכוללים קשב ורמת פעילות נתונה.

יתר על כן, כדי שתתרחש למידה יעילה על המורה להבין את התפקיד שהרגשות ממלאים ואת המוח ה'רגשי' הקשור באזורים חיוניים שונים במוח. אף על פי שהמוקד העיקרי בחקר-המוח הקוגניטיבי הוא במערכות המוח וביישומי הוראה הנוגעים לקריאה, כתיבה ומתמטיקה, יש לכלול בהכשרת המורה הכרת תפקודי מוח אחרים הבאים לידי ביטוי בלמידה בכיתה, כגון זיכרון עבודה ותפקודי ניהול לצורך יצירת מסוגלות עצמית, ריסון עצמי וויסות עצמי.

בחברת ימינו, המהירות והלחץ הם חלק מחיי היומיום. גורמים אלה, בהתווספם לסיטואציה המלחיצה בכיתה, עשויים להיות בעלי השפעה מזיקה. הבנת תפקיד המוליכים העצביים (neurotransmitters), תפקיד הדופמינים והאופן שבו האמיגדלה ('גרעין השקד') המפקחת על התגובה הרגשית וההיפוקמפוס, מקום האכסון והתמרון של העובדות, פועלים בשיתוף - כל אלה יש בהם לספק למורה כלים לפיתוח אווירה המובילה ללמידה יעילה.

דברי לעיל מדגימים את חיוניות המפגש בין חקר המוח לחינוך. כאשר אנחנו, מורים ותלמידים, רואים את העיבוד המתרחש במסלולים העצביים, שנעשה יעיל יותר כשאנו מעורבים בפעילויות למידה, אנחנו מתחילים לשלוט בהוראה ובלמידה. איך יכול מורה כלשהו לעמוד מול כיתה בלי להכיר הנחות יסוד על דרכי הלמידה של המוח? איך נוכל ללמד כשאנו מבינים את הבסיס הניורולוגי והרגשי של הנעה חזקה בניגוד לחוסר ישע וייאוש, ושל הישג לימודי בניגוד לתחושת אשמה הכרוכה בכישלון?

המורה והמוח הקורא

בעקבות מחקרים רבים על המוח הקורא (Berninger, 2004) הגענו לכלל הבנה לגבי משמעותן המכרעת של מערכות הזיכרון לקריאה ולכתיבה. למדנו ממנו ש'המוח הקורא' בנוי קרוב לוודאי ממערכות אחרות היוצרות את המערכת התפקודית החדשה הזאת. הבנת גישת המערכות (שעיקריה הוצגו לעיל) מדגימה את חשיבות הפיתוח של 'מערכות תמיכה' וסנכרון בין המערכות השונות. תהליך העיצוב-מחדש הזה אינו מתרחש בן-רגע אלא מתפתח עם הזמן. מתוך שאנחנו מבינים את הקריאה (ואת הכתיבה) בגישת המערכות, אנו לומדים על אופן השפעתם של מערכות החושים, המערכות המוטוריות, רשתות

הקשב ותפקודי הניהול על הלמידה. אנו לומדים שתהליכי הזיכרון הם אינטגרליים למצבי הקדם-קריאה, התוך-כדי-קריאה והלאחר-קריאה כאחד.

כאשר התלמידים מפעילים את הידע הקודם שלהם - זיכרונות - ביחס לנושא שהם צריכים לקרוא עליו, הם מעוררים תגובות נוירולוגיות מורכבות במוח בכללותו. אחזור המידע ממיקומי זיכרון שונים מפעיל סדרה של מוליכים עצביים. הנוירונים מופעלים, וקשרים עצביים ישנים מתחזקים בעוד קשרים חדשים נפתחים. קדם-פעולה זו מכונה בצדק 'סיעור מוחין', מאחר שמתרחשת כאן סערה אמיתית של דחפים עצביים-חשמליים, השולחת מסרים לכל המערכות ומכינה את מוח התלמיד ללמידה.

המוח הקורא פועל כמערכת משולבת של תהליכים נוירולוגים נרחבים הכוללים תיאום בו-זמני וכן מערכות של תזמון (Berninger, 2004; Breznitz, 2006).

מינסקי (Minsky) בספרו Society of Minds, המצוטט אצל ברנינגר (Berninger, 2004), מדבר על תאוריית 'הבהוב הזמן'. זהו מנגנון מוחי [המיועד] לסינכרוניזציה של הפעילות העצבית בכל המוח. המוח לא רק שולח אותות עצביים מידיים אלא עושה זאת גם על רקע של פעילות מאקרו (פעילות כוללת, מתמדת). מכלולים (קונסטלציות) של מסלולים עצביים מתואמים ומועברים בו-זמנית. במחקרים המבוססים על הדמיית המוח אפשר לראות הפעלה באזורים שונים, בו-זמנית ובאופן עוקב. בהבאת חקר המוח אל החינוך וביצירת הבנה של כמה מהמערכות המורכבות המעורבות בלמידה, אנו מספקים מידע האמור לסייע למחנכים בהבנת ילדים שאובחנו כלוקים בדיסלקציה ו/או הפרעות קשב וריכוז, אך בעיקר מבהירים למורים את האופן שבו קשב, זיכרון וויסות-עצמי ממלאים תפקידים חשובים בלמידה אצל כלל התלמידים.

המורה ומוחו של המתבגר

תחום נוסף ב'אוריינות המוח', שתכופות אינו מובן כראוי על ידי המורים, הוא ההתפתחויות הייחודיות במוחו של המתבגר. מורים אינם ערים די הצורך לעובדה שהעמסת-יתר של חומר נוסף על מוחם של בני-העשרה, בלי לתת להם די זמן לעיבוד, תהיה לה השפעה מזיקה על הלמידה. כאשר האמיגדלה עמוסה יותר מדי בגירויים ומבחינה שאינה יכולה להתמודד עוד, היא נסגרת ושום מידע לא עובר להיפוקמפוס, ואז הלמידה המתרחשת היא מזערית.

כמה מן המחקרים העדכניים ביותר עוסקים בחקר המוח אצל המתבגר. הממצאים מן העת האחרונה על מוח בני-העשרה מראים שבשלב זה של החיים מתרחשת התפתחות חשובה של המסלולים העצביים (Gross-Tzur, 2006). מחקר עכשווי מראה שהלמידה בגיל העשרה היא לא רק תלויה התנסות אלא גם תלויה בציפייה להתנסות, כלומר שהמוח המתפתח בגיל ההתבגרות מתכונן גם ללמידה עתידית. הבנה זו, הקשורה בגמישות המוחית (היכולת של הנוירונים, דהיינו תאי העצב מחוללי המידע, והאקסונים - השלוחות של סיבי העצב העוסקות בתמסורת המידע - לצמוח ולהשתכפל). המחקר מהעת האחרונה מראה שנפח החומר הלבן (האקסונים) במוח גדול באופן משמעותי במהלך ההתבגרות, בעוד הגידול בחומר האפור (הנוירונים) מתרחש לפני ההתבגרות (Gross-Tzur, 2006). כיום ידוע שההתבגרות היא תקופה של צמיחת מוח עצימה, ושהאונה הפכה-פרונטלית (קדם-מצחית) איננה עוברת מייליניזציה (myelinization - ציפוי במיילין, מעין חומר מבודד העוטף את סיבי העצב). בני-העשרה נוסעים 'במהירות עצומה בלי בלמים' יכולת הניטור ומערכות הבקרה שלהם עדיין אינן מפותחות במלואן.

משמעות הגילוי הזה מנקודת ראות אקדמית וחברתית היא שבמוחו של בן העשרה נפתח חלון הזדמנויות ענק ללמידה, כלומר מדובר בתהליך נוירולוגי המתפתח באופן פעיל. אם הזדמנות זו מוחמצת, התוצאה היא לא רק פחות למידה עכשווית אלא גם יכולת פחותה יותר ללמוד בעתיד. כשל כזה בלמידה משפיע הן על ההיבטים הלימודיים והן על ההיבטים החברתיים של חיי בן העשרה.

מדען המוח ג'יי גיד (Giedd, 1999), מצוטט אצל Gross-Tzur, 2006) אומר לבני-העשרה שעומדת לפנייהם הבחירה: 'בתקופת ההתבגרות מוחכם מחונט באופן הדוק (hard-wired). אתם רוצים לחונט אותו לספורט ולנגינת מוזיקה ולפתרון בעיות מתמטיות, או לשכיבה על הספה מול הטלוויזיה?'

סיכום

במאמרה גוסוואמי (Goswami, 2006) טוענת כי

‘מדענים בחקר המוח מקדמים ומטפחים יצירה של רשת אנשי-קשר - יחידים העשויים לגשר על הפער הקיים כיום בין חקר המוח לחינוך; יחידים אלה עוסקים בהעברה של ידע באיכות גבוהה באופן ניתן לעיכול ... יש ביכולתם למלא תפקיד כפול: לפרש את חקר המוח מפרספקטיבה של מחנכים ובלשונם, ולהזין-בחזרה שאלות מחקר ולהעלות רעיונות מן המחנכים אל חוקרי המוח.’

אלא שהצעתה של גוסוואמי ליצירת שכבה של מתווכים עלולה להפוך את העיסוק בחקר המוח לתחום אליטיסטי בלתי נגיש לאלו העשויים להפיק תועלת מממצאיו.

מאמר זה מדגיש את הצורך בהעצמת המורים על ידי מתן מידע מעודכן על המוח, באופן שיאפשר להם לפעול בדרך הטובה ביותר למען האינטרסים של תלמידיהם. הקורסים להכשרת המורים בתחום אוריינות המוח ייצרו סגל מחנכים המסוגלים לדון באופן אינטליגנטי ולהפיץ מידע חדש בקרב חברי צוות המורים, כמו גם לקדם וליישם התערבויות המבוססות על ידע מדעי בבתי הספר שלנו, תוך התאמת הידע הזה לצורכי הלמידה המיוחדים של תלמידים בעלי לקויות.

מקורות

Berninger, Virginia, W. (2004). The Reading Brain in Children and Youth: In B. Wong (ed), *A Learning about Learning Disabilities Systems Approach*. Academic Press, USA

Goswami, Usha (2006), "Science and society: Neuroscience and education: from research to practice?" in *Nature Reviews Neuroscience*, 7.

Gross-Tzur, Varda (2006). The Adolescent Brain. Abstract from Lecture at the Dept. of Pediatric Neurology Study Day, Shaarei Zedek Medical Center, Jerusalem

Jensen, Eric (1998). *Teaching With the Brain In Mind*. ASDA 9 - Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria, VA.

O'Neill, Paul T. (2007). The Importance of Appropriate Accommodations. In www.ncld.org/Idessentials/fall2007

Perfetti, Charles A. (1994). Psycholinguistics and Reading Ability. In A.M. Gernsbacher (ed), *Handbook of Psycholinguistics*. Academic Press, USA.

Shaywitz, S. (2003). *Overcoming Dyslexia A New and Complete for Science-Based Program for Reading Problems at Any Level*. New York: Knopf Books, Random House

Shaywitz, S. (2001). The Neurobiology of Reading and Dyslexia. In: *Focus on Basics*, vol 5, Issue A, August 2001. available at <http://ncsall.gse.harvard.edu/fob/2001/shaywitz.html>