

נירו־פדגוגיה

אפרת לוצאטו*

מילות מפתח: נירו־חינוך, למידה מבוססת עדויות, חדשנות בלמידה, תהליכי הוראה ולמידה

היחסים המורכבים שבין שילוב ממצאים מתחום חקר המוח לבין חינוך ופדגוגיה (Carew & Masamen, 2010). חרף ההבדלים המשמעותיים בין שני תחומים אלו, החוקרים טוענים כי הן תחום מדעי המוח הן תחום החינוך עשויים להרוויח מהעשרה הדדית ודיאלוג משותף (Sigman et al., 2014), אם כי יש להתייחס בזהירות להשלכות מתחום אחד למשנהו. טומרדל (Tommerdahl, 2010) הציעה מודל תיאורטי המנסה לגשר על ההבדלים שביניהם על ידי הצגת קשר דו־כיווני בין התחומים והתייחסות לרבדים שונים של תחומי מחקר המתווכים בין הממצאים ממדעי המוח ועד לפרקטיקה בכיתה. תחומי מחקר אלו כוללים נירו־קוגניציה, מנגנונים פסיכולוגיים ותיאוריות חינוכיות.

הגורמים התורמים להתפתחות התחום

שלושה גורמים מרכזיים תרמו להתפתחות תחום הנירו־פדגוגיה. הגורם הראשון נעוץ בהכרזה שהכריז הנשיא ג'ורג' ו' בוש בראשית שנות ה־90 על העשור שבין 1990 ל־1999 כ"עשור של המוח" ("The decade of the brain"), הכרזה שהובילה להשקעת משאבים רבים בחקר המוח ועוררה גל מחקר רחב ברחבי העולם, שאדוותיו הגיעו גם לתחום החינוך. הגורם השני, הנובע במידת מה מזרם המשאבים שהוקצו, הוא ההתפתחות הטכנולוגית המואצת ב־20 השנים האחרונות של שיטות דימות ומכשירי דימות מתקדמים, כגון CT, EEG או f-MRI, שאפשרו חקר מעמיק של פעולות המוח בזמן אמת ובגוף חי ובריא.

התפתחות זו אפשרה למדוד תפקודים ושינויים מוחיים המתרחשים בעת ביצוע פעולות קוגניטיביות הקשורות בתהליכי למידה, כגון קשב, תפיסה, שפה, זיכרון והסקה. הגורם השלישי נובע מתנועות עולמיות שהחלו לפעול כבר באמצע המאה ה־20, אשר מקדמות גישות בין־תחומיות וחציית קווים וגבולות המגדירים כל דיסציפלינה כשלעצמה. לפי גישות אלו, בעיות חינוכיות יכולות להיפתר על ידי הצגת ידע וכישורים של מומחים מתחומי ידע שונים (אנשי חינוך, פסיכולוגים, סוציולוגים וחוקרי מוח, למשל) ויצירת קשרים ביניהם. חוקרים מתחום הנירו־פדגוגיה מתבוננים במקורות שונים של ידע, במטרה לענות על שאלות חינוך שקיימות מקדמת דנא, אך מזויות אחרת. לדוגמה: איזה ידע כדאי ללמד? מדוע? באיזה אופן? (Nouri, 2016). יתר על כן, כאשר יש קונפליקט חינוכי או פדגוגי, חקר המוח יכול להוסיף נקודת מבט שונה, מתוך הצבעה על המנגנונים המוחיים המעורבים בסוגיה (נורי ואחרים, 2014). זויות ראייה נוספת זו עשויה להוסיף ממד למסקנות שאליהן הגיעו חוקרי חינוך ולהציע הסברים ותיאוריות חדשים לגבי הדרך החינוכית הרצויה שיש לנקוט כדי להגיע לאותה מטרה.

במשך עשרות שנים התקדמו מדעי המוח והחינוך זה לצד זה, במסלולים מקבילים. אולם בעשרים השנים האחרונות נצפה בעולם עניין רב בקשר שבין ידע ממדעי המוח לחינוך, ונעשו ניסיונות ליצור קשר בין שני תחומי עניין ומחקר אלו (Ansari, 2011; De Smedt & Grabner, 2012; Tokuhamo-Espinosa, 2011). ייעודו של תחום הנירו־פדגוגיה הוא לגשר בין הידע המצטבר במחקרים מתחום מדעי המוח לבין חקר החינוך, בעיקר בהיבטים פרקטיים של תהליכי הוראה ולמידה.

הגדרה

נירו־פדגוגיה (Neuro-Pedagogy), המכונה בספרות גם נירו־חינוך (Neuroeducation/ Educational Neurosciences), היא תחום דעת בין־תחומי המשלב וממזג תחומים שונים, כמו מדעי המוח, פסיכולוגיה וחינוך, ומטרתו לשפר ולדייק את ההבנה הפרקטית והתיאורטית של תהליכי למידה והוראה (Devonshire, 2015; Domett, 2010; Nouri, 2016; Rodgers, 2015). מטרותיה המרכזיות מתמקדות בהבנה טובה יותר של האופן שבו אנו לומדים, בפיתוח שיטות הוראה ותוכניות לימודים, בפיתוח אסטרטגיות למידה ובתרומה להתוויית מדיניות חינוכית, על בסיס מדעי ועל סמך ממצאים אמפיריים (Busso & Pollack, 2012; Hardiman, 2015).

אחת מהנחות היסוד של התחום היא שידע על פונקציות ומנגנונים מוחיים המעורבים בתהליכי למידה וזיכרון יכול להשפיע על בחירת אסטרטגיות להוראה וללמידה. בחירה מותאמת של אסטרטגיות המבוססות על עדויות מדעיות חיונית לצורך תכנון תוכניות מיטביות לתלמידים עם צרכים שונים (Blakemore & Frith, 2005; Macdonald et al., 2017). למרות היותו תחום מחקר חדש יחסית, הוא מעורר כבר יותר מעשור דיאלוגים חשובים בין מורים, אנשי פדגוגיה, הורים ומדעני מוח, תוך בחינת

* ד"ר אפרת לוצאטו היא מדריכה פדגוגית ומרצה בנושאים הקשורים להוראת הקריאה ולקויות למידה בתוכנית לחינוך מיוחדת במכללת לוינסקי לחינוך, וכן היא מלמדת בתוכנית לתואר שני במכללת סמינר הקיבוצים ובמגוון השתלמויות מורים. כמו כן, היא שותפה בצוות פיתוח חינוך לשוני לכיתה ב' במט"ח. עבודת הדוקטור שלה עסקה בבחינת הטמעתה של תוכנית התערבות בנירו־פדגוגיה בקורס קריאה, וכיום היא שותפה בצוות המוביל את בניית ההתמחות בנירו־פדגוגיה במכון מופ"ת.

חשיבות התחום

(2019). במחקרים אלו נמצא, כי החשיפה לממצאים מתחום חקר המוח חיזקה את ביטחונם ותפקודם של המורים, כיוון שהיא סיפקה להם אישור וביסוס מדעי לפעולותיהם ולנוהלי העבודה שלהם. נוסף על כך, חשיפה זו תרמה להעשרה של כיווני חשיבה חדשים ובלתי מוכרים המבוססים על ידע נורו־פדגוגי. במחקר נוסף שבוצע בישראל (Luzzatto & Rusu, 2019) נבנתה תוכנית התערבות ששילבה מושגים ועקרונות מתחום הנורו־פדגוגיה בקורס קריאה לסטודנטים מהתוכנית לחינוך מיוחד. בבחינת תפיסותיהם, תחושת המסוגלות שלהם להטמעת ידע ממדעי המוח לאחר התוכנית ועמדותיהם כלפי הטמעת ידע זה בהוראתם - נמצא, שהשתתפותם בתוכנית ההתערבות השפיעה לטובה על תחושת המסוגלות שלהם וכי עמדותיהם כלפי הטמעת הידע ממדעי המוח בחינוך חיוביות, בדומה למדווח בספרות (Serpati & Loughan, 2012).

תחומי מחקר ועניין מרכזיים

לנורו־פדגוגיה, מעצם היותה תחום בין־תחומי - תחומי עניין ומחקר רחבים. נציג כאן **מקצת** הנושאים המרכזיים שבהם עוסק התחום.

- **גמישות המוח.** מספר הולך ועולה של מחקרים מציגים את השינויים המבניים והתפקודיים המתרחשים בעקבות התערבות ואת השיפור בתפקודים קוגניטיביים, כגון קשב וזיכרון, בעקבות תרגול. זאת הודות ליכולות הגמישות של המוח, המתבטאות ביצירת קשרים סינפטיים בין תאי עצב וההבנה שהלמידה מתבצעת ברשתות עצביות. אפשרות זו של מדידת שינויים מוחיים בעקבות התערבות עשויה לשמש מדד יעילות השפעתן של אסטרטגיות למידה שונות (Rueda, 2020).

- **אסטרטגיות למידה.** התבוננות במוח יכולה לאפשר הבנת ההשפעות של סביבות הוראה שונות, פדגוגיות שונות ותיווך מותאם - על למידה. למשל, אפשר לבחון אילו אסטרטגיות תורמות לשיפור הזיכרון והשליפה או תורמות לתפקודי קשב - לעומת אחרות. לדוגמה, נמצא כי תיווך מותאם תורם להתפתחות תפקודים ניהוליים וקשב ממוקד מטרה (Pozuelos, 2019). עוד נמצא, כי תרגול מינדפולנס ושימוש בפדגוגיה קונטמפלטיבית תורמים לשיפור תהליכי למידה, קשב וזיכרון (Bachmann et al., 2018; Levit Binnun & Tarrasch, 2014). בתחום אחר, נמצא כי מחקרים שבחנו תפקודי קריאה באמצעות מכשירי f-MRI מלמדים על שינויים מורפולוגיים המתרחשים במוח בעקבות תוכניות התערבות בקריאה, ויכולים לסייע בהערכת יעילות שיטות התערבות ספציפיות לשיפור שטף הקריאה והבנת הנקרא, אם כי טרם הצטבר מידע מספק בתחום.

לפי גישת ההוראה מבוססת העדויות המחקריות (Evidence-Based Teaching Approach), קיימים ממצאים מצטברים לשפר תהליכי הוראה ולמידה ולבססם על מדע, מעבר להתבססות על ניסיון עבר וידע אינטואיטיבי (Ansari et al., 2011; Blakemore & Frith, 2005; Hardiman, 2012; Howard-Jones, 2014). כמו כן, ידע על הבסיס הביולוגי של למידה עשוי לאפשר למורים פרספקטיבה, סבלנות ואמפתיה כלפי השונות בקרב תלמידיהם, ובעיקר כלפי תלמידים מאתגרים (Hook & Farah, 2013). תחום הנורו־פדגוגיה תואם את הצורך בחדשנות פדגוגית, הן מתוך התבססותו על ממצאים מדעיים הן בשל גישתו המכוונת לתהליכי הוראה ולמידה בין־תחומיים. המחקר המועט שבחן עמדות כלפי שילוב נורו־פדגוגיה בחינוך מצביע על התלהבותם של המורים שנחשפו לתחום בהשתלמויות או בלימודים מתקדמים מן הפוטנציאל הטמון בשילוב זה (Friedman et al., 2019; Pickering & Howard-Jones, 2007; Serpati & Loughan, 2012).

לבד מהידע המדעי על תהליכי למידה, לנורו־פדגוגיה תפקיד חשוב נוסף, הקשור בהפחתת נורו־מיתוסים. נורו־מיתוסים הם אמונות שגויות או לא מדויקות על תפקוד המוח שחלחלו גם לתפיסות מורים והשפיעו על קבלת ההחלטות שלהם. לדוגמה, אחד מהנורו־מיתוסים המפורסמים הוא שהאדם מנצל רק 10% ממוחו. הורד-ג'ונס (Howard-Jones 2014) הזהיר מהשפעת הנורו־מיתוסים המשחקים תפקיד משמעותי בהבנת הקשר בין מוח וחינוך. הנורו־מיתוסים עלולים להטעות מורים, למשל מתוך אמונה שניתן ללמד תלמידים עם לקויות למידה אסטרטגיות מסוימות המתאימות לצד הימני או לצד השמאלי של המוח, על בסיס האמונה השגויה שיש אנשים עם "מוח ימני" יותר או "מוח שמאלי" יותר. מובן שאמונה זאת אינה מבוססת על ראיות אמפיריות. כדי להימנע מהפשטת יתר, הכללת יתר ועיוות מידע הנוגע למוח, חשוב לשלב בהכשרה להוראה מספר תחומי דעת, כגון פסיכולוגיה, מדעי המוח וחינוך - ולתווך למורים את הידע המדעי המצטבר על אודות מבנה המוח ותפקודו.

למרות חשיבות התחום וההתעניינות הגוברת בו מצד אנשי המקצוע, מעטים המחקרים המתארים הטמעה של תוכניות התערבות המבוססות על נורו־פדגוגיה בשדה החינוך. כתוצאה מכך, מורים עדיין פועלים ומלמדים ללא ידע מספק על האופן שבו מוחם של תלמידיהם לומד, מתפתח ומעבד מידע. שילוב ידע זה, כבר בשלב ההכשרה להוראה, עשוי לתת לפרחי ההוראה כלים מבוססי מחקר שעשויים להיטיב את תהליכי ההוראה שלהם בעולם משתנה ודינמי. מתוך המחקרים המועטים שתיארו הטמעה בשטח, אפשר להצביע על פרויקט Brain U למורים (Dubinsky et al., 2019) וכן על מודל אחווה לנורו־פדגוגיה למורים הלומדים לתואר שני (Friedman et al., 2019).

המקורות

- נורי, א', עדיני, י' וקרני, א' (2014). **ניוירופדגוגיה: הזמנה לזו שית.** פורטל מס"ע. <https://portal.macam.ac.il/article/%D7%A0%D7%99%D7%A8%D7%95%D7%A4%D7%93%D7%92%D7%95%D7%92%D7%99%D7%94-%D7%94%D7%96%D7%9E%D7%A0%D7%94-%D7%9C%D7%93%D7%95-%D7%A9%D7%99%D7%97>
- Ansari, D., De Smedt, B., & Grabner, R. H. (2012). Neuroeducation—a critical overview of an emerging field. *Neuroethics*, 5(2), 105-117.
- Bachmann, K., Lam, A. P., Sörös, P., Kanat, M., Hoxhaj, E., Matthies, S.,... & Philipsen, A. (2018). Effects of mindfulness and psychoeducation on working memory in adult ADHD: a randomised, controlled fMRI study. *Behaviour Research and Therapy*, 106, 47-56.
- Blakemore, S. J., & Frith, U. (2005). *The Learning Brain: Lessons for Education*. Blackwell.
- Bowers, J. S. (2016). The practical and principled problems with educational neuroscience. *Psychological Review*, 123(5), 600.
- Bruer, J. (1997). Education and the Brain: A bridge too far. *Educational Researcher*, 26, 4-16.
- Busso, D.S., & Pollack, C. (2015). No brain left behind: Consequences of neuroscience discourse for education. *Learning, Media and Technology*, 40, 168-186.
- De Vos, J. (2015). Deneurologizing Education? From Psychologisation to Neurologisation and Back. *Studies in Philosophy and Education*, 34(3), 279-295.
- Devonshire, I.M., & Dommett, E.J. (2010). Neuroscience: Viable application in Education? *Neuroscience and Society*, 16, 349-356.
- Dubinsky, J. M., Guzey, S. S., Schwartz, M. S., Roehrig, G., MacNabb, C., Schmied, A., & Ellingson, C. (2019). Contributions of Neuroscience Knowledge to Teachers and Their Practice. *The Neuroscientist*, 1073858419835447.
- Friedman, I. A., Grobgeld, E., & Teichman-Weinberg, A. (2019). Imbuing education with brain research can improve teaching and enhance productive learning. *Psychology*, 10(02), 122-131.
- Hardiman, M. (2012). Informing pedagogy through the brain-targeted teaching model. *Journal of Microbiology & Biology Education: JMBE*, 13(1), 11.
- Hook, C. J., & Farah, M. J. (2013). Neuroscience for educators: What are they seeking, and what are they finding? *Neuroethics*, 6(2), 331-341.
- Howard-Jones, P. A. (2014). Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(12), 817-824.
- Immordino-Yang, M. H., & Gotlieb, R. (2017). Embodied Brains, Social Minds, Cultural Meaning: Integrating Neuroscientific and Educational Research on Social-Affective Development. *American Educational Research Journal*, 54(1 suppl), 344S-367S. <https://doi.org/10.3102/0002831216669780>
- Kearns, D. M., Hancock, R., Hoefl, F., Pugh, K. R., & Frost, S. J. (2019). The Neurobiology of Dyslexia. *TEACHING*

• **הוראה לתלמידים עם צרכים מיוחדים.** בהמשך לנושא הקודם, תחום עניין נוסף של הניוירופדגוגיה מתמקד בהשגת תובנות מבוססות מדע הנוגעות להוראת תלמידים עם לקויות התפתחותיות, הפרעות קשב וריכוז או לקויות למידה (Rueda, 2020). המחקר ממדעי המוח מספק ידע בעל ערך רב על חריגות מוחית המאפיינת לקויות שונות ועל ההתנהגויות והביטויים האקדמיים הנלווים לאבנורמליות זו. הבנה זו עשויה לשפוך אור על יעילותן של שיטות התערבות וטיפוליים אפשריים והצגת שיטות הוראה ספציפיות לילדים עם לקויות אלו (Kearns et al, 2019).

• **החיבור בין קוגניציה ורגש.** ההפרדה בין תהליכים קוגניטיביים ותגובות רגשיות שרווחה במאה ה־20, הפכה לנחלת העבר הודות לממצאים מתחום חקר המוח המלמדים על תלות בין תהליכים קוגניטיביים לבין הרגשות הנלווים להם כפי שמתבטאת בעירור של קשרים סינפטיים משותפים ובין חשיבות המצב הרגשי והפנימי ללמידה לבין הצלחה בלימודים (Immordino-Yang & Gotlieb, 2017). הממצאים מתחום חקר המוח תומכים בחשיבות הטמעת למידה חברתית רגשית (SEL- Social Emotional Learning) במערכת החינוך.

ביקורת

תחום הניוירופדגוגיה לא תמיד התקבל בזרועות פתוחות. בשנת 1997 פורסם מאמר בשם "גשר רחוק מדי" ("A Bridge too Far", Bruer, 1977) ובו נטען, כי הפער בין תחום מדעי המוח לתחום החינוך הם רחבים מדי, ולפיכך תחומים אלו אינם תורמים מהותית זה לזה. עוד נטען, כי למדעי המוח אין תרומה משמעותית לחינוך מעבר לתרומת הפסיכולוגיה הקוגניטיבית, וכי המסרים של התחום הם טריוויאליים ולא סביר כי הם ישנו את ההוראה בעתיד (Bowers, 2016; De-Vos, 2015). הביקורת על התחום מעלה תהייה חשובה לגבי גבולות התחום ומטרותיו. אומנם מהותו של תחום הניוירופדגוגיה הוא לחדד, לדייק, להדגיש ולהאיר היבטים שונים בעבודת המורים ובחירותיהם ולהסביר תהליכי למידה ואת הקשר בין ההוראה והלמידה מנקודת מבט מדעית, אך עם זאת, העיסוק בתחום זה מחייב צניעות - "ניתן להשתמש בידע המדעי בזהירות ובביקורתיות, כאשר שני הצדדים מבינים שהמדע משמש ככלי עזר למורה ולמחנך. לא מורה דרך, לא קובע מסמרות - אלא מדע ככלי עזר שיכול לאפשר הבנה של העקרונות שעומדים בבסיס שיטות ההוראה המוצלחות והדינאמיקה שלהן תחת תנאי כיתה וסביבה שונים" (נורי ואחרים, 2014, עמ' 1). יש להיזהר מ"תרגום" ישיר של ממצאים מחקר המוח ללמידה ולכיתה, ומן הראוי ללמוד כיצד להתאים בין הידע על אודות המתרחש במוח בזמן למידה לבין התאמתו לאסטרטגיות הוראה הולמות לתלמידים שונים בכיתה.

- Exceptional Children*, 51(3), 175–188. <https://doi.org/10.1177/0040059918820051>
- Levit Binnun, N., & Tarrasch, R. (2014). Relation between contemplative exercises and an enriched psychology students' experience in a neuroscience course. *Frontiers in psychology*, 5, 1296.
- Luzzatto, E., & Rusu, A. S. (2019). Pre-Service teachers' self-efficacy and attitudes regarding using motifs from Neuroeducation in Education and Teaching. *Educatia* 21, (17), 41-48.
- Macdonald, K., Germine, L., Anderson, A., Christodoulou, J., & McGrath, L. M. (2017). Dispelling the myth: Training in education or neuroscience decreases but does not eliminate beliefs in neuromyths. *Frontiers in Psychology*, 8, 1314. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01314>.
- Nouri, A. (2016). Exploring the nature and meaning of theory in the field of neuroeducation studies. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, 10(8), 2733-2736.
- Pickering, S. J., & Howard-Jones, P. (2007). Educators' views on the role of neuroscience in education: Findings from a study of UK and international perspectives. *Mind, Brain, and Education*, 1(3), 109-113.
- Pozuelos, J. P., Combata, L. M., Abundis, A., Paz-Alonso, P. M., Conejero, Á., Guerra, S., & Rueda, M. R. (2019). Metacognitive scaffolding boosts cognitive and neural benefits following executive attention training in children. *Developmental Science*, 22(2), e12756.
- Rodgers, D. L. (2015). The biological basis of learning: Neuroeducation through simulation. *Simulation & Gaming*, 46, 175-186.
- Rueda, C. (2020). Neuroeducation: Teaching with the brain. *Journal of Neuroeducation*, 1(1), 108-113.
- Serpati, L., & Loughan, A. R. (2012). Teacher perceptions of neuroeducation: A mixed methods survey of teachers in the United States. *Mind Brain and Education*, 6(3), 174-176.
- Sigman, M., Peña, M., Goldin, A.P., & Ribeiro, S. (2014). Neuroscience and education: Prime time to build the bridge. *Nature Neuroscience*, 17, 497-502.
- Tokuhama-Espinosa, T. (2011). *Mind, brain, and education science: A comprehensive guide to the new brain-based teaching*. WW Norton & Company.
- Tommerdahl, J. (2010). A model for bridging the gap between neuroscience and education. *Oxford Review of Education*, 36(1), 97-109.