נוירופדגוגיה: יישום ממצאי חקר המוח בחינוך וההשלכות על הידע הפדגוגי של מורים מכהנים

יצחק פרידמן, אתי גרובגלד, אריאלה טייכמן-וינברג

תקציר

המאמר מדווח על תוכנית שבה מורים מכהנים נחשפו למושגי ליבה במדעי העָצָב ובחקר המוח (neuroscience), במטרה ליישמם בהוראה ובעבודתם עם תלמידיהם. שתי קבוצות מורים שונות (אחת בכל שנה) השתתפו בקורס סמסטריאלי בשנים תשע"ו ותשע"ז במסגרת לימודי התואר השני במכללה, והתוודעו לחקר המוח וממצאיו וכן להשלכות האפשריות של יישומם בפדגוגיה. במאמר מתואר הרציונל של הצורך בשילוב מדע העָצָב בחינוך. מובאות עדויות של משתתפי הקורסים על חוויותיהם מחשיפתם לממצאי חקר המוח ומיישומו של הידע שרכשו במסגרת ההוראה וניהול הכיתה. עדויות המורים מצביעות על כך שהידע בנושא חקר המוח וממצאיו עשוי להיות מתורגם לפרקטיקה פדגוגית ולהיות חלק ממאגר הידע המקצועי של מורים. דיווחיהם מוצגים בארבעה מישורים: (1) התועלת שאפשר להפיק מההיכרות עם מדעי העָצָב והמוח ומיישום ממצאי חקר המוח בחינוך; (2) האישוש לפרקטיקה הפדגוגית שהמורים נוקטים בדרך כלל, דבר שחיזק את ביטחונם במקצועיותם; (3) היווצרותם של כיווני חשיבה ופעולה חדשים, מועילים ובלתי מוכרים למורים; (4) הבנה מעמיקה יותר של צורכי התלמידים בכל הקשור לקשב וללמידה, וכתוצאה מכך - יצירת שינוי בהתייחסות אל תלמידיהם. נטען כי על בסיס דיווחי המורים משתתפי הקורסים אפשר להסיק כי בקרב מורים שיש להם הבנה טובה של גמישות המוח (plasticity) ושל התפקיד שגמישות זו ממלאת בתהליכים הנוירוביולוגיים, יתרחש שינוי רצוי ומועיל בהוראתם ובהתייחסותם אל תלמידיהם. במילים אחרות, בנוירופדגוגיה יש פוטנציאל לשנות את הכשרת המורים ולשפר את פיתוחם המקצועי.

מילות מפתח: הכשרת מורים, נוירופדגוגיה, שיפור הלמידה

מבוא

מדינות רבות בעולם, וכמוהן ישראל, פועלות לשיפור ההישגים של תלמידיהן, להעלאת הרמה הלימודית והחינוכית של מערכת החינוך שלהן ולהתאמתה לשינויים המתרחשים בכל תחומי החיים. דוחות מנהליים ומחקריים מצביעים על כך שמורים מוכשרים, בעלי ידע מגוון ומעודכן הם המפתח למערכת חינוך מצטיינת. העדכון השוטף והמתמשך של הידע המקצועי של המורים נתפס כבסיס חשוב ביותר למקצועיות שלהם. כיוון שכך, הציפייה הציבורית והמקצועית מן

המורים היא שירכשו ידע חדש, רלוונטי לעיסוקם המקצועי, ושיעדכנו כל הזמן את הידע המקצועי שלהם (Guerriero, 2017). עדויות המבוססות על מחקרים במדינות שונות מצביעות על כך שהידע שנובע מחקר המוח, הבינה (mind) והחינוך הוא בעל ערך רב בקידום מקצועיותם של המורים, ויש בו פוטנציאל לשיפור הישגי החינוך (Brown & Daly, 2016; Hinton & Fischer, 2008; Zull, 2011); כמו כן המידע בדבר האופן שבו המוח פועל ומתפתח, רוכש, מעבד ומשמר מידע יש בו כדי לשנות את ההוראה. על כן ראוי שמורים יכירו את התהליכים שבהם המוח האנושי פועל ומעבד את המידע שהוא נחשף אליו (Sigman et al., 2014). על בסיס הבנת המערכות המוחיות האנושיות והתהליכים הנוירו-קוגניטיביים הכרוכים בלמידה יכולים המורים ליישם בחיי היום-יום שלהם את הידע שרכשו בתחום תהליכי עיבוד המידע הקשורים בהוראה ובלמידה, לפי יכולותיהם והבנתם. כך תיסלל הדרך להפיכת ההוראה מאומנות המבוססת על ניסיון ומִצְוַות אנשים מלומדה למדע המושתת על חקר הקוגניציה והתהליכים המוחיים.

מחשבה זו מבטאת תפיסה שונה וחדשנית של הוראה ולמידה (Tokuhama-Espinosa, 2011). לאור זאת מתחזקת בקרב אנשי החינוך התפיסה ולפיה חקר המוח הוא אחד מהיסודות העובדתיים החשובים שיכולים ליצור פרקטיקה הוראתית, לימודית וחינוכית מבוססת ידע (evidence based), וזו בתורה תעצים את יכולותיהם המקצועיות של המורים. שילוב ידע מתחומי המדעים הקוגניטיביים ומהמחקר החינוכי יעשיר את הידע הפדגוגי של המורים וישפר את יכולותיהם (Ansari, Konig, Leask, & Tokuhama-Espinosa, 2017, p. 196). יישום של ממצאי חקר המוח בהוראה ובלמידה עשוי אפוא לשמש בסיס ליצירתו ולפיתוחו של ידע דיסציפלינרי חדש ומועיל ביותר - נוירופדגוגיה.

נוירופדגוגיה ויישומיה: הסתייגויות וסיכויים

נוירופדגוגיה היא תחום ידע המשלב פסיכולוגיה, פדגוגיה וחקר המוח, ומטרתו העיקרית היא לקשר את שדה חקר המוח והמדע הנוירו-קוגניטיבי לשדה החינוך כדי ליישם את ממצאי חקר המוח בכיתה ובכך להשביח את ההוראה והלמידה. חקר המוח וממצאיו יכולים לעצב ולגוון את התאוריה הפסיכולוגית, ובכך לאפשר לה השפעה מועילה יותר על החינוך (Thomas, Ansary, & Knowland, 2019). הנוירופדגוגיה אינה מיועדת להחליף את הפסיכולוגיה על ענפיה השונים, או את הדיסציפלינה של חקר המוח בכל הקשור להכוונת ההוראה והלמידה, אלא לעמוד על כתפיהן של הדיסציפלינות המדעיות האלה ולהוסיף עליהן. הנוירופדגוגיה מיישמת אפוא את המושגים, השפה והשיטות של כמה דיסציפלינות מדעיות כדי ליישם ממצאים ותגליות שעניינם דרכי הפעולה והתפקוד של המוח, וכך להשיג תוצאות טובות יותר לכל המעורבים בחינוך.

הידע בתחום מדע העָצָב מתפתח במהירות, אך הדרכים ליישומו בהוראה אינן מדביקות עדיין את קצב ההתפתחות הזה (Ansari, Smedt, & Grabner, 2011; Wilson & Conyers, 2013). גם כאשר מידע מדעי שהוא רלוונטי לכאורה מועבר על ידי אנשי המחקר לאנשי השדה, הללו אינם מיישמים אותו באופן מלא ושלם, או אפילו אינם מיישמים אותו כלל. אחת הסיבות

לכך היא שמורים אינם תופסים את הידע הרב שנצבר על ידי המחקר המדעי כרלוונטי להוראתם (Daniel, 2014). לשם הדוגמה, לתאוריות הוותיקות והמוכרות היטב של הפסיכולוגים ויליאם ג'יימס, אדוארד ל' ת'ורנדייק ופרדריק סקינר בדבר תהליכי הלמידה יש השפעה זניחה על עבודתם המעשית של המורים בחיי היום-יום. מורים מאמינים בדרך כלל שהם יודעים ויכולים ללמד גם בלי שיהיו בקיאים בתאוריות של הלמידה, ואינם מרבים להשתמש בממצאי מחקרים. ברקע הדברים מצויה הידיעה כי תלמידים להוראה אינם נחשפים בדרך כלל למדעי העָצָב בצורה מעמיקה, והלומדים את מדעי העָצָב והמוח אינם נחשפים ללימודי חינוך (Coch & Ansari, 2012; Guerriero, 2017; Sigman et al., 2014).

סיבה אפשרית נוספת לכך שממצאי חקר המוח אינם משמשים את אנשי החינוך באופן שכיח היא רמת הבשלות וההתאמה של הממצאים האלה ליישום בשדה העשייה. ברואר כתב כי המעבר ממחקר המוח לחינוך הוא בבחינת "גשר רחוק מדי", משום שהבנתנו את תהליך היצירה והגיזום (pruning) של הנוירונים במוח, התקופות הרגישות והקריטיות (ליצירתן של סינפסות חדשות בתהליך של הלמידה והיצירה) וההשפעות הסביבתיות על המוח - לכל אלו אין עדיין בסיס איתן ליישום, לא בחיות ולא בבני אדם (Bruer, 1997). אף שדבריו של ברואר נאמרו לפני כשני עשורים, יש המצטטים אותו גם בשנים האחרונות. הספקנים תופסים את שדה המחקר שמתמקד בהשפעה הפוטנציאלית של מדע המוח על החינוך כעיסוק שהרלוונטיות שלו רחוקה מלהיות ברורה או מובנת לצורך הפרקטיקה החינוכית, ולכן גם קשה ביותר ליישום בחינוך. השימוש בידע מתחום חקר המוח בחינוך חשוף לביקורת גם מכיוונים נוספים, ואחת הטענות היא שהידע שכבר קיים בתחום הפסיכולוגיה הכללית והפסיכולוגיה הקוגניטיבית די בו כדי לשרת נאמנה את הצרכים הפדגוגיים של המורים (Bowers, 2016; Howard-Jones et al., 2016).

הניסיונות המוקדמים ליצירת קשר בין ממצאי חקר המוח לבין החינוך יצאו מתוך ההנחה שעיקר העול בבניית הגשר צריך להיות מוטל על מדעני העָצָב. אלה נדרשו להציג את ממצאיהם באופן שיובנו על ידי אנשי החינוך וייושמו על ידם. על הבסיס הזה עלתה השאלה אם המורים אומנם מעוניינים במידע על ממצאי חקר המוח כאמצעי לשיפור יכולותיהם ותפקודם בכיתה. באחד המחקרים שנעשו כדי להשיב לשאלה זו נמצא שהמורים שנדגמו אכן מעוניינים בגירויים אינטלקטואליים, בחשיבה חדשה בכל הקשור בתלמידיהם ובדרכים חדשות להבנת הפרקטיקה החינוכית שנשענת על חקר המוח. העניין שגילו מורים במידע מתחום חקר המוח היה רב, אף שהכירו בכך שהפוטנציאל הגלום בתרגום אפשרי של ממצאי חקר המוח לעבודה בכיתה הוא מוגבל בעת הזאת (Hook & Farah, 2012). תחושתם של המורים שהשתתפו במחקר הייתה שכיוון שעיסוקם הוא בטיפוח תודעתם ומוחם של תלמידיהם, חשוב שייחשפו לממצאי חקר המוח, גם אם בשלב זה יישום המידע לעבודתם היום-יומית אינו נראה אפשרי.

במטרה לבחון את האפשרויות לגישור בין מדעי העצב וחקר המוח לבין פדגוגיה עשו דובינסקי, רוריג ווארמה ניסיון בן שנים אחדות לחשוף מורים למידע מתחום חקר המוח (Dubinski, Roehrig, & Varma, 2013). הם העבירו למורים קורסי הדרכה וחשפו אותם

למושגים מרכזיים במדעי המוח והעצב. מסקנתם הייתה כי בנוירוביולוגיה של הלמידה, ובמיוחד במושג הגמישות (plasticity) הנוירונית, יש פוטנציאל לשנות את הכשרת המורים להוראה ואת פיתוחם המקצועי, משום שמדעי המוח והעצב יכולים לתרום מאוד להבנת תהליכי ההתפתחות הקוגניטיבית של ילדים צעירים. הממצאים האלה מחזקים את התחושה שחקר המוח עשוי לתמוך בחינוך ולהעשיר את יכולותיהם של העוסקים בו (Coch & Ansari, 2012; Della Sala & Anderson, 2012; Fischer & Daniel, 2009; Goswami, 2012, p. 55; Ronstadt & Yellin, 2010). כך או אחרת, אם לא יחול שינוי ניכר ומשמעותי בקשר בין אנשי המדע לאנשי החינוך, הרי הריחוק וההתבדלות של מערכת החינוך מן השפע המצוי בסביבה הדיסציפלינרית שיכולה לעטוף ולהזין אותה במידע, ברעיונות ובכיווני התפתחות עשויים לגרום לכך שמערכות החינוך בעולם ובארץ ימשיכו לסבול ממחסור בידע (Brown & Daly, 2016; Daniel, 2014).

בשנים האחרונות גוברים הקולות הקוראים לעשות שימוש בידע ובעדויות ממחקרי המוח והעצב וליישמם בהוראה. תומס טען כי די לנו במטפורות של "גשרים רחוקים", והדגיש כי מחקר אינטרדיסציפלינרי המאגד חינוך, פסיכולוגיה וחקר המוח יכול להציע לא מעט תקווה וסיכוי להתקדמות ביישום חקר המוח בחינוך (Thomas, 2019). הידע הבלתי מבוטל שיש בידינו על העקרונות הכלליים של תפקוד המוח מאפשר לנו לגבש יישומים ללמידה ולהוראה. ואכן מתרבים הניסיונות להראות את התועלת שביישום ממצאי חקר המוח לשיפור ההוראה, הן באמצעות סיכומי מחקרים וניסויים בתחום הזה הן באמצעות התנסות בשדה הפעולה החינוכי.

לדוגמה, מנדוזה, מרטינז, וסאבאנדו-סוארז (Mendoza, Martinez, & Sabando-Suarez, 2019) סקרו תשעה מחקרים שעניינם הקשר בין חקר המוח וחינוך, ועל בסיס סיכומם טענו כי מערכות החינוך ייטיבו לעשות אם יִפתחו שיטות הוראה ולמידה שהגורם העיקרי בהן הוא היכרות עם המוח ועם מערכות התקשורת בין הנוירונים שבו. סאראסין ועמיתיו סיכמו עשרה מחקרים מתקופות שונות ובהם דיווח על מורים שנחשפו לעקרונות הפלסטיות העצבית (neuroplasticity) כדי להעצים את יכולות תלמידיהם, בני שבע ועד הבגרות. הם מצאו כי לחשיפה זו הייתה השפעה חיובית על תפקוד המורים, וכי הם הצליחו להעלות את רמת ההניעה של תלמידיהם ואת הישגיהם הלימודיים, במיוחד במתמטיקה (Sarrasin et al., 2018).

שוורץ ואחרים (Schwartz et al., 2019) דיווחו על מחקר שנערך על בסיס לפני-אחרי, ובו הכירו למורים את מדע המוח של הלמידה (neuroscience of learning) כדי לשפר את יכולות ההוראה שלהם. ממצאיהם העלו כי בעקבות החשיפה למידע החדש שינו המורים את מערכי השיעורים שלהם, וכך השיגו מעורבות רבה יותר של תלמידיהם בלימודים. פיילר וסטאביו (Feiler & Stabio, 2018) הגיעו למסקנה ולפיה הנוירופדגוגיה עשויה לשרת לא רק את המורים, אלא גם את התלמידים עצמם. באמצעותה הם יוכלו להבין איך הם לומדים, איך לגבור על קשיים בלימודיהם בכיתה ובאופן עצמאי, וכך יקדמו את הישגיהם בלימודים ובכלל.

במאמר זה אנו מתארים ניסיון להראות כי ידע מתחום מדעי העצב וחקר המוח שהוקנה למורים מכהנים במסגרת קורס העשרה ולימוד יכול להיות מיושם בעבודתם בכיתתם וביחסיהם עם תלמידיהם. נציג את תחום הידע "נוירופדגוגיה" שמשלב כמה תחומי ידע בפדגוגיה, כפי שהוא מיושם במכללה להכשרת מורים. המטרה המרכזית של ההתנסות הייתה לבחון אם אפשר ליישם ממצאים מִחקר המוח בפדגוגיה, או ששתי הדיסציפלינות האלה אינן בנות גישור. נתאר את תוכני ההתנסות ונציג עדויות של משתתפיה בכל הקשור לחוויותיהם ביישום ממצאי חקר המוח בהוראה ובניהול הכיתה, לתועלת שהפיקו מכך ולאופן שבו גיבשו לעצמם דרכי יישום ייחודיות של הידע שרכשו. אין מדובר בניסוי מבוקר, אלא בתצפית שיטתית ומתועדת על מורים וגננות, מנהלות גן ומנהלי בתי ספר, שנחשפו לידע נוירופדגוגי ודיווחו על האופן שבו יישמו אותו בעבודתם בהוראה ובניהול. בממצאי ההתנסות שידווח עליה במאמר הנוכחי יש כדי לתמוך ברעיון ולפיו שילוב בין חינוך, פסיכולוגיה וחקר המוח לכדי שדה אינטרדיסציפלינרי - נוירופדגוגיה - יכול לסייע למורים ללמד ביעילות רבה יותר, להעמיק את הבנתם בדבר צורכי התלמידים ולהיענות להם, ולתלמידים - ללמוד טוב יותר ובהנאה רבה יותר.

מודל אחוה לנוירופדגוגיה

במכללה האקדמית אחוה הוחלט לבחון את הדרכים לחשוף מורים מכהנים לידע בנוירוביולוגיה לתועלת ההוראה והלמידה, ולגבש שיטות יעילות להקניית מושגי יסוד במדעי העצב והמוח. גובש מודל שנקרא "מודל אחוה לנוירופדגוגיה" (פרידמן, טייכמן-וינברג וגרובגלד, 2016), ובבסיסו ההנחה ולפיה חשיפת המורים לידע עדכני של התהליכים העֲצַבִּיים ודפוסי פעולתו של המוח ויישום הידע הזה בשדה החינוך עשויים לתרום להשבחת ההוראה ולהעלאת ההישגים הלימודיים, לשיפור התהליכים החברתיים, הרגשיים והתרבותיים בכיתה ובבית הספר ולחיזוק הקשר בין מורים לבין התלמידים והוריהם.

לפי המודל, אנשי השדה (מורים ומחנכים) ייחשפו למידע ממחקרי המוח והעצב שיעבירו להם המדענים, והם (אנשי השדה) שיציעו את יישומו בהוראה. מדובר בדיאלוג החוצה את הדיסציפלינות פדגוגיה, פסיכולוגיה (לענפיה השונים) ומדעי העצב והמוח. העיקרון שביסוד המודל שונה מן התפיסה שהציעו כמה חוקרי חינוך ופסיכולוגיה, ולפיה מצופה ממדעני חקר המוח להציע יישומים של ממצאי מחקריהם לשימושם של אנשי השדה, בדומה לפרקטיקה הנהוגה במדעי הרפואה והתרופות (Daniel, 2014). המטרה המרכזית של הדיאלוג הטרנס-דיסציפלינרי הזה כוללת גם הטמעה של השיטות ואמצעי ההוראה החדשים בתוך בתי הספר עצמם והעברתם לבתי ספר אחרים. באופן כזה יכולה להתאפשר הפצה של ידע חדשני, מועיל ומבוסס, בשיטת ה"מניפה". מדובר אפוא במבט חדש על ההוראה, במובן זה שמורים יכולים לראות עצמם כשולטים במידה רבה יותר בתהליכי ההוראה ולנווט באופן מודע יותר את השינויים במוחותיהם של תלמידיהם - פעולה שהיא ביסוד רעיון ההוראה והחינוך.

יישום המודל

בתוכנית לתואר שני במנהל מערכות חינוך במכללת אחוה מתקיים זה חמש שנים קורס שנתי לתלמידי התואר השני שכותרתו "נוירופדגוגיה: חקר המוח להשבחת ההוראה והלמידה". הקורס מועבר על ידי שלושה מרצים מתחומי הנוירו-פסיכולוגיה הקוגניטיבית, הנוירוביולוגיה והכימיה, בשיעור שבועי בשני סמסטרים. משתתפים בקורס הזה סטודנטים שהם מורים פעילים וממלאי תפקידים בבתי הספר ובגני הילדים. השתתפותם וולונטרית, במסגרת קורס בחירה שהוא חלק מתוכנית הלימודים. הסטודנטים בוחרים להשתתף בקורס מתוך מודעות לחשיבות של תכניו לשיפור ההוראה.

המשתתפים נחשפים לבסיס העֶצַבִּי של הלמידה, הזיכרון וההתנהגות ולתרומתם האפשרית של חידושי המחקר במדעי המוח לשיפור ההוראה והלמידה. הנושאים המוצגים בקורס הם רכיבי מערכת העצבים והמבנה הכללי של המוח; זיכרון ולמידה - כיצד המוח לומד, זוכר ושוכח; מושג הפונקציות הניהוליות; קשב ורגשות וההפרעות בהם; משוב חיובי ושלילי בתהליכי ההוראה ומחזור הדופמין במוח; מחזור הערות; מדיטציה והקשר שלה לשיפור הישגי התלמידים.

הסטודנטים מתבקשים לנסות ליישם את הידע שרכשו בקורס בהוראה שלהם ובניהול הכיתה. היישומים ואמצעי ההוראה החדשים מגובשים על ידי המורים עצמם, לאחר שנחשפו למידע החדש. במהלך הקורס מתקיימים שיחות ודיונים קבוצתיים, והסטודנטים מגישים דיווחים בכתב על התנסויותיהם בעבודתם בבתי הספר שלהם עם תלמידיהם ועמיתיהם. הדיאלוג שמתפתח במערכת היחסים הייחודית הזאת מאפשר גישור וקישור בין הדיסציפלינה הביולוגית-נוירולוגית-פסיכולוגית (כלומר שילוב בין מדע העָצָב, מדע הפסיכולוגיה העֶצַבִּית והמדע הקוגניטיבי-עֶצַבִּי) לבין הדיסציפלינה הפדגוגית.

המפגש של הסטודנטים עם תוכני מדע העָצָב אינו קל בראשיתו. למרבית הסטודנטים, אם לא לכולם, הקורס הוא חשיפה משמעותית ראשונה למוח ולדרכי פעולתו. גם סטודנטים בעלי רקע מוקדם בביולוגיה דיווחו כי לא נחשפו למידע מעמיק בנושא. הניסיון לקשור את הידע בדבר מבנה המוח ופעולתו לתהליכים החינוכיים הוא אפוא חדש ואף זר במידה רבה. עם זאת, הסטודנטים מעריכים את הקורס כמועיל ביותר, יישומי ומרתק, קורס המוסיף היבט לנושאים הנלמדים במהלך הלימודים האקדמיים לקראת התואר.

תרומת המידע הנוירופדגוגי להוראה ולניהול הכיתה

בסיום כל סמסטר הסטודנטים מגישים דוח ובו הם מספרים על תהליך היכרותם עם מדעי העצב והמוח, ומתארים את השימוש שעשו במידע שרכשו בקורס ובתרגילים בעבודתם עם תלמידיהם, תוך הדגשת הנושאים שמצאו כמסייעים ביותר לשיפור תהליכי ההוראה והלמידה. הנושאים העיקריים שהמשתתפים מציינים כרלוונטיים וחשובים לעבודתם כמורים הם תובנות כלליות הקשורות בזיכרון ובלמידה ובדרכים לשיפורם; זיכרון העבודה ותרומתו ללימוד חומר חדש;

אחסון הזיכרון ואחזור המידע השמור בו; תבניות החשיבה והידע המוקדם כבסיס ללימוד חומר חדש; חזרתיות (חזרות על חומר הלימוד כבסיס האיתן לקליטה מוצלחת וללימוד ידע חדש); הטרמה (priming); ריווח ההוראה לצורך ייעולה; הפרעות קשב וריכוז; רגשות והקשרם ללימוד ולהתנהגות חברתית; תנועה ולימוד; מחזור הערות והשנה היומי (יוממות, circadian circle).

ניתוח תוכן שנעשה לדיווחי הסטודנטים לפי הכללים המקובלים (Krippendorff, 2004) העלה ארבע תמות עיקריות: (1) התועלת שאפשר להפיק מההיכרות עם מדעי העָצָב והמוח ומיישום של ממצאי חקר המוח בחינוך; (2) אישוש לפרקטיקה הפדגוגית שהמורים נוקטים בדרך כלל, ולפיכך חיזוק ביטחונם במקצועיותם; (3) היווצרותם של כיווני חשיבה ופעולה חדשים, בלתי מוכרים ומועילים; (4) הבנה מעמיקה יותר של המורים את צורכי התלמידים בכל הקשור לקשב וללמידה, ובעקבות כך - יצירת שינוי בהתייחסותם. להלן נביא ציטוטים נבחרים מדברי הסטודנטים בהקשר של כל אחת מן התמות.

התועלת שאפשר להפיק מההיכרות עם מדעי העָצָב והמוח ומיישום ממצאי חקר המוח בחינוך

הקורס חשף את משתתפיו לראשונה לתחום מדעי העָצָב והמוח. סטודנטית דיווחה: "במהלך השיעורים למדתי על המבנה האנטומי של המוח ועל התהליכים המתרחשים בחלקי המוח השונים". מעבר להיכרות זו, הסטודנטים התייחסו בעיקר לחשיבותו של התחום לתפקודם כמורים וכאנשי חינוך:

> על מנת להבין ולסייע בתהליכי הוראה ולמידה, אנו נדרשים היום כמורים להתעמק יותר ויותר בהבנה ובידיעת המתרחש במוח האנושי בזמן הלמידה. הבנה זו היא המפתח ליעילות ולשיפור הלמידה וההוראה. [...] מידע משמעותי זה מאפשר להישען לא רק על האינטואיציה שלנו בעבודתנו החינוכית אלא גם לבסס את עבודתנו על בסיס מדעי-מחקרי של תהליכי למידה וזיכרון. החשיפה המדעית מאפשרת הבנה, העמקה, יצירת הקשרים הוראתיים וחינוכיים ופיתוח שיטות הוראה מותאמות לאורם. [...] הקורס אפשר לנו, כאנשי חינוך שלקחו בו חלק, להבין את המושגים הבסיסיים, לרכוש תובנות שונות ולסגל לעצמנו הבנות שיסייעו לנו בעבודתנו החינוכית. הקורס תרם מידע עצום, מגוון ונחוץ, המאפשר שימושים רבים ומגוונים בעבודה, כל אחד על פי חוויותיו האישיות.

נמצא גם כי המידע מתחום חקר המוח מאפשר להבין טוב יותר את דוחות האבחון:

> מורה יכול לקבל דוח ממטפל או ממאבחן ובו המלצות כאלה ואחרות להתמודדות עם קשיים ולקויות, אך המסמכים הללו לא תמיד מובנים לאנשי חינוך שלא עברו הכשרה מסוימת כמו חינוך מיוחד או טיפול בצרכים מיוחדים. לפיכך, מידע מתחום חקר המוח עשוי להשלים את המידע שמועבר לאיש החינוך על ידי הגורם המטפל.

תוכני הקורס העצימו את המורים ואת הבנת היכולת שלהם להשפיע על התלמידים:

> הממצא שהרשים אותי הוא שמחקרי המוח העלו כי האינטליגנציה אינה נקבעת בלידה, והתפתחות המוח והאינטליגנציה בשנים הראשונות הם גמישים. השפעת הסביבה

לעומת הגנטיקה מעמידה אותנו כאנשי חינוך במקום מאוד משמעותי בפיתוח החשיבה בקרב התלמידים כחומר ביד היוצר. חשוב מאוד שאנשי חינוך והמחנכים יבינו את ההשפעה הרבה שיש לסביבת הלמידה ולאופי השיעורים להשבחת ההוראה והלמידה כמקדמי חשיבה ולגרימת הסתעפויות והקשרים בלמידה.

האישוש לפרקטיקה הפדגוגית שהמורים נוקטים בדרך כלל, ולפיכך חיזוק ביטחונם במקצועיותם **ההיכרות עם מנגנוני הלמידה שבמוח העניקה למורים גיבוי לשיטות הוראה שקיימות כבר שנים רבות, כמו שינון, התנסות ובסיס ידע רחב. כפי שניסחה זאת אחת הסטודנטיות: "תמיד עשינו כך, ועכשיו יש לנו בסיס לחשוב שאנחנו פועלים נכון". וסטודנטית אחרת הוסיפה:**

במהלך הקורס קיבלתי "אישור" ו"הוכחה" מדעית לכך שדרכי העבודה ושיטות ההוראה שלפיהן אני עובדת באופן יום-יומי, שהתגבשו במהלך השנים, גם מתוך תהליך ההכשרה וההתמקצעות, גם מתוך הניסיון שנצבר וגם, כמובן, מתוך האינטואיציות האישיות שלי, הן אכן אפקטיביות ומותאמות למבנה מוח האדם ולתהליכים המתרחשים בו.

סטודנטית המלמדת שפה (אנגלית) באמצעות מוזיקה התייחסה לכמה תכנים בקורס שהסבירו לה את הצלחתה של שיטת ההוראה שהיא נוקטת: "לחן או נעימה של שיר יכולים להקל במידת מה על הלמידה והזיכרון. תוכן של מלל נשמר טוב יותר בזיכרון כאשר הוא מושמע לבני האדם בעזרת שיר מאשר בעזרת נאום יבש". כפי שהבינה אינטואיטיבית שמוזיקה מסייעת בלימוד שפה חדשה, כעת הסטודנטית גם מבינה, לדבריה, את הסיבה:

כאשר זוכרים טקסט, לזיכרון לטווח הקצר יש יכולת לשמר שבע יחידות מידע בערך, כלומר שבע מילים. אך קבוצות מידע מקורבות, כמו קבוצת מילים בתוך שיר, יישמרו בזיכרון בעצם כיחידה אחת. כך נפח החומר שניתן לאחסן בזיכרון גדל וניתן בהתאם לזכור יותר מידע.

סטודנטית ביטאה בדבריה את החיבור שמצאה בין הנאה ממוזיקה לבין מוטיבציה ללמידה:

מוזיקה מהנה, ותלמיד יקשיב לשיר, וימשיך גם לשיר אותו מחוץ לשיעורים שלי. אם השיר שאני אבחר יהיה שיר עם קבוצת מילים שאני מעוניינת שהתלמיד יקלוט, וימשיך לנגן אותו לעצמו עד לקליטת המילים החדשות, כך תהיה למידה. הנאה ממוזיקה גורמת למוח להפריש דופמין המעניק תחושת עונג ומגביר את המוטיבציה. לכן הדופמין מאפשר התמדה ללא שעמום.

מעבר לחיזוק הביטחון המקצועי של המורים בשיטות ההוראה שהם נוקטים, נראה שהקורס הגביר גם את ביטחונם בעבודה מול ההורים: "הנלמד תרם לי בפן המקצועי בכך שחידד באופן מדעי את 'תחושות הבטן' שלי ועזר לי לבנות שיח ברמה אחרת עם ההורים, ברמת תוכנית העבודה".

היווצרותם של כיווני חשיבה ופעולה חדשים, בלתי מוכרים ומועילים

משתתפי הקורס הציגו כיווני חשיבה ופעולה חדשים ובלתי מוכרים, כפי שציינה אחת הסטודנטיות: "הידיעה איך המוח פועל מאפשרת לנו לבנות דרכי הוראה שונות". מקצת הסטודנטים נתנו דוגמאות כלליות ולא ירדו לרמת פירוט מעשית, לדוגמה: "מדע המוח מצביע על קשר הדוק בין פעילות גופנית וקוגניציה. הייתי מציעה כיוון חשיבה אחר, לפיו התלמיד יהיה פעיל יותר מבחינה פיזית. הכוונה היא לכך שהתלמיד ילמד בדרכים אחרות ולא רק בישיבה על כיסא".

סטודנטים אחרים הציגו דרכי פעולה שיפעלו על פיהן בעתיד, או שיישמו בכיתה כבר במהלך הקורס:

ביחידת לימוד של חומר חדש אחלק את היחידה למספר מקטעים וביניהם הפסקות, על מנת ליצור עניין, למנוע עייפות ולהישאר בגבולות זמן אחסון הזיכרון קצר המועד (זיכרון העבודה): מקטע הוראה ראשון - בו אציג את החומר הנלמד על ידי מצגת, קריאה, הרצאה ועוד. מקטע הוראה שני - אצור תרגול שידרוש שליפה של המידע שנלמד במקטע הראשון. מקטע הוראה שלישי - אתן לתלמידים מטלת הבנה ויישום. בין המקטעים אשלב הפסקות קצרות של מספר דקות, או תנועה בכיתה במשחק ותרגול או עבודת יצירה. המטרה בלמידה כזו היא גם ליצור חזרות במרווחי זמן של 10 עד 15 דקות, על מנת לדאוג שהמידע החדש שנלמד אומנם ייקלט בזיכרון לטווח ארוך.

שני מורים הביאו דוגמאות והראו באמצעותן כיצד במהלך ההוראה של חומר לימודי הם יכולים לשפר תפקודים מוחיים שונים. הדוגמה הראשונה מתייחסת לשיפור זיכרון העבודה:

באחד המפגשים בקורס הדגמתי לבקשת המרצה את שיטת ההוראה לפתרון תרגיל חיבור עם המרה. הצגתי כפי שאני מלמדת את הילדים בכיתה. כאשר ניתחנו בקורס את דרך ההוראה שלי הבנתי את הטעות העצומה שעשיתי בכל פעם שלימדתי את הנושא. הטעות הייתה שבכל המרה (העברת מקום) הייתי רושמת עם התלמידים איזה מספר אנו ממירים. לא חשבתי ולו לרגע שניתן לומר להם "זכרו את המספר...". הפעולה הפשוטה לכאורה של זכירה במקום כתיבה היא ככל הנראה קריטית לפיתוח זיכרון העבודה של התלמידים. אני חייבת לומר שהדברים טלטלו אותי וידעתי ששיטת ההוראה חייבת להשתנות ובהקדם. בשיעור הבא עם הכיתה המשכנו עם הנושא, אך הפעם ביקשתי מהתלמידים לזכור את התוצאה. היה מדהים לראות כיצד הילדים התחברו לדרך החשיבה החדשה בשיעור. התרגול היה ממש קולח, התלמידים לא הרגישו שהם נדרשים לבצע פעולה מסובכת. משיעור זה המשכנו לעבוד בדרך שמעודדת שימוש בזיכרון העבודה. גם כאשר עברנו ללמוד כפל במאונך המשכנו להשתמש בזיכרון העבודה בדרך לפתרון. היום כאשר אני עובדת עם מורות בבית הספר, נותנת עצות והנחיות להוראת המתמטיקה, אני מדגישה את חשיבות זיכרון העבודה בתהליכי הלמידה.

הדוגמה השנייה מתייחסת לשיפור התפקודים הניהוליים באמצעות הוראת הכתיבה:

מתוקף תפקידי כמורה לעברית התחלתי להפעיל תפקודים ניהוליים בכתיבת חיבורים. לפני כן רוב החיבורים של התלמידים נכתבו בבית ללא ליווי מצידי, דהיינו נתתי להם את הכללים לכתיבת חיבור והערתי להם על סמך כתיבתם וכך ניתן הציון. אך לאור החידוש והידע שנצבר השנה, ראיתי בכתיבת החיבור הזדמנות טובה כדי ללמד מיומנויות הקשורות בפונקציות ניהוליות, בידיעה שזה ישפר להם את התפקודים בהקשרים אחרים, הן בתחום בית הספר והן בחייהם מחוץ לכותלי בית הספר. כתיבת החיבור הינה פעולה המאגדת הרבה אסטרטגיות אשר מושפעות מן הפונקציות הניהוליות, ועל כן אפשר דרך הכתיבה לשדרג את המנגנונים האלה. בכל מה שנאמר לעיל אפשר לקצר או להרחיב, לפי גיל התלמידים ומידת הרצון של המורה בהשקעה, אבל לטעמי הוא מודל אשר מציע שיפור לפונקציות הניהוליות או לבחון אותן בזכוכית מגדלת תוך חשיבה על תפקודים רבים בכתיבה רגילה.

הבנה מעמיקה יותר של צורכי התלמידים בכל הקשור לקשב וללמידה ויצירת שינוי בהתייחסות אליהם **מעבר לרכישת כלים ואסטרטגיות, מדברי הסטודנטים עולה כי בזכות הבנת התהליכים שלמדו בקורס הם שינו את יחסם לתלמידים - הן כלפי תלמידים ספציפיים הן כלפי הכיתה כולה. אחת הסטודנטיות, שהיא מנהלת בית ספר, תיארה מקרה שבו דנה עם מורה למתמטיקה בכיתה י"א על הקשיים של אחת התלמידות:**

המורה ביקשה מהתלמידים לפתור תרגיל באופן עצמאי, שאת נושאו לימדה בשיעור הקודם. עבור התלמידה, משימה זו הייתה מורכבת מדי, והיא נדרשה "לתיווך שונה" ממה שניתן לה והיא ביקשה לפשט לה את התרגיל, אולם המורה לא הייתה יכולה לעשות זאת באותו רגע. התלמידה לא הצליחה לפתור את התרגיל, והתסכול הרב גרם לה לבכי ולעזיבת הכיתה בכעס רב ובבושה. כמנהלת שוחחתי על כך עם המורה, בשיחה שכללה אמפתיה ותמיכה, עידוד ומתן אפשרת לפרוק תסכול. יחד עם זאת, הצעתי לה שנחזור לרגע לאבחון של התלמידה ונבדוק מדוע זה כל כך מורכב עבורה. בקריאת ממצאי האבחון מופיעות מספר מסקנות. האחת מהן, חשובה ביותר - זיכרון העבודה של התלמידה לקוי, יש לה קושי בזיכרון של פרטים רבים ועומס אינפורמציה. לעומת זאת הזיכרון החזותי שלה תקין. מכאן, השיח התמקד באמירה כי אם נבין מהיכן מגיע הקושי שלה, נוכל לעזור לה יותר. [...] שוחחנו על כך שבעיית זיכרון עבודה אומרת כי ישנה מורכבות באחד משלבי קליטת מידע חדש, כפי שנלמד בקורס, ואצל התלמידה הקושי הוא בלאגור מידע המופנה לשלב העיבוד. נתתי למורה טיפים שיכולים לעזור בהתמודדות עם זיכרון עבודה חלש.

עוד דוגמה הביאה סטודנטית אחרת בנוגע לתלמיד שלה:

בכיתתי יש תלמיד שמתקשה להתארגן ללמידה. הוא לא מוצא ציוד בתיקו האישי, תמיד יש על הרצפה סביבו מחברות וחוברות וקופסת אוכל, במחברותיו הוא כותב

כל פעם מצד אחר, מדלג על דפים רבים, לא כותב בתוך השורות, כתב ידו גדול ולא קריא ומחברותיו מקושקשות. עד כה פעלתי באופן אינטואיטיבי אך כעת אני מבינה את בעיית הארגון והתכנון שלו. הדבקנו על שולחנו מערכת שעות מאוירת עם הדגשות של ההפסקות. ציירנו ביחד איזה ציוד צריך להיות בכל שיעור לפי צבעים (עברית - אדום, חשבון - כחול, מדעים - ירוק וכו'). בסוף כל יום בדקנו ביחד שכל הציוד השייך לקלמר חזר למקומו ואם היה חסר הוא בדק בסביבתו על הרצפה. הדגשנו במרקר את השורות בהן כותבים במחברת ומספרנו את הדפים במחברת. [...] בעצם, באמצעות הזיכרון החזותי התקין שלו יצרתי תבניות זיכרון להתנהלות כיתתית תקנית.

ההתייחסות של המורים הייתה לא רק לתלמיד ספציפי אלא גם לגורמים הנוגעים לכלל התלמידים, כפי שעולה מן הדוגמה שלהלן:

למדתי מתוכני הקורס, שגם במהלך השיעור שנמשך יותר משעתיים רצופות התלמידים יכולים להגיע לתחתית מחזור קשב ולהיות מנומנמים. בהסתמך על ידע זה הנני משתדלת לבצע פעולות שיעירו אותם מהנמנום הזה, כגון לבקש מהתלמידים לקום ולהתמתח, לא מונעת מהם לאכול כריך שהביאו מהבית, לשתות מים ואף לקום ולעמוד דקה.

סטודנטית אחרת התייחסה לקשר בין רגשות ללמידה:

ממצאי חקר המוח יכולים לסייע מאוד למורים בעבודתם היום-יומית. הקשר בין רגשות ללמידה ותפקוד האמיגדלה - תלמידים שאינם פנויים ללמידה מבחינה רגשית, או תלמידים שחזרו לשיעור אחרי אירוע מטריד ומכביד בהפסקה, או מעורבים באלימות, מריבה עם חבר ויש ציפייה שילמדו כרגיל, יש להיערך לקיים איתם פגישות אישיות ודיאלוג, צריכה להיות נכונות של המורה להקשיב. יש להכין מאגר משאבים עם התלמידים להתמודדות עם מצבי לחץ או להפיג איומים שמפריעים לתלמיד ללמוד.

מדיווחיהם של המשתתפים אפשר לסכם ולומר, כי בעיניהם המידע שרכשו בקורס יוצר תובנות באשר לתנאים ולתשומות החושיות המועילות ביותר כדי לקיים את יכולתו של המוח לקלוט מידע חדש, לעבד אותו ולקיים למידה מועילה ומשמעותית. את התובנות העיקריות בקורס אפשר להציג כ"עשרת הדיברות לנוירופדגוג":

1. **המוח גמיש ויכול לחווט את עצמו מחדש** - בכל משך החיים מתקיימת גמישות עצבית, שיוצרת למידה.
2. **למידה יוצרת גדילה של תאי עצב במוח**, וכך משתפרת היכולת הקוגניטיבית - במיוחד בגיל הצעיר. למידה שנרכשת בצורה חווייתית מאיצה ומייעלת את התהליך.
3. **הישענות על דפוסי מידע ודוגמאות שקיימים בזיכרון יוצרת למידה משמעותית ואפקטיבית** - קישור בין מידע חדש למידע מוכר יוצר חשיבה אנלוגית יעילה.
4. **חזרות, שינון ותרגול מטמיעים מידע בזיכרון** - המוח חייב תרגול קבוע ומגוון שמפעיל את מרב החושים. זיכרון נשמר על ידי כך שנעשה בו שימוש חוזר. כשאין משתמשים בזיכרון, המידע האצור בו דועך.

5. **קצב הלימוד והגשת יחידות המידע משפיע על הקליטה והלימוד של התלמיד** - מקטעים קצרים והפסקות תכופות מאפשרים למידה יעילה.
6. **תנועה מקדמת למידה וזיכרון** - תנועה, ובכלל זה התעמלות, מגבירה את יכולתם של תאי העצב במוח לתקשר אלו עם אלו. כך משתפר מצב הרוח וניתן סיוע ליצירת קשרים חדשים בין תאי עצב קיימים, דבר שמקדם עיבוד קוגניטיבי משופר.
7. **השינה רלוונטית ללמידה ולזיכרון** - שינה מספקת הכרחית לעיבוד המידע ולהעברתו לזיכרון לטווח הארוך. מוח נטול שינה מספקת מתקשה לאחסן מידע בזיכרון.
8. **מחזור העֵרוּת והשינה היומי** משפיע על זמני הלימוד האופטימליים, והוא אישי ושונה אצל כל אדם.
9. **רגשות משפיעים על יכולת הלמידה** - אקלים מיטבי בכיתה ובבית הספר תומך ביכולות הלמידה. לחץ משבש את קליטתו של מידע חדש. לחץ כרוני משחרר חומרים שהורסים תאי עצב במרכזי הזיכרון במוח.
10. **האקלים החברתי והתרבותי בבית הספר קשור בלימוד משמעותי** - אווירה חברתית והעשרות סביבתיות, כגון כתיבה, לימוד שפה, האזנה למוזיקה ופעילות גופנית, קובעות חלק נכבד מהתפתחות המוח.

דיון ומסקנות

המטרה שבחשיפתם של מורים מכהנים לנוירופדגוגיה הייתה לגבש ולבחון דרכים ליישום ממצאי מחקרים מתחום מדעי המוח והנוירופסיכולוגיה הקוגניטיבית בעבודה החינוכית בכיתה, בבית הספר, בהכשרת המורים ובכל הקשור בחינוך התלמידים, בפיתוח הכישורים והמיומנויות ובהעלאת ההישגים בלימודים. הפעילות בקורסים, הן של המרצים הן של הסטודנטים, כוונה להשיב לשאלה מה היא הדרך הראויה והמועילה לגשר בין חקר המוח ומדע העָצָב לבין הפרקטיקה החינוכית. שאלה חשובה זו אינה קלה למענה, משום שאנשי דיסציפלינות מדעיות אינם מניבים בדרך כלל מידע נגיש ושימושי לאנשי ההוראה ולמחנכים. אנשי מדע, במיוחד אלה הפועלים במסגרות אקדמיות, מאמצים את יכולותיהם, תבונתם וניסיונם, מתמקדים במחקריהם ומנתקים את עצמם מן העולמות שאינם רלוונטיים לעבודתם. מאמצים אלו הכרחיים ואולי אפילו קריטיים בתהליך פיתוח הידע המדעי. נוסף על כך, אנשי המחקר המדעי פועלים בסביבה מחקרית ייחודית השונה מסביבת עבודתם של אנשי השדה. המעבדה אינה מייצגת את המתרחש בכיתה, וברור כי המציאות המורכבת של הכיתה על ה"רעשים" שבה אינה מספקת תנאים הולמים למחקר מסוג זה. עם זאת, ממצאים המופקים מן המעבדה נכללים בפרסומים מדעיים ובספרי לימוד מתוך כוונה או תקווה שאנשי השדה יעשו בהם שימוש.

לפיכך מטרה מרכזית בהצגת הידע הזה בפני אנשי השדה היא לנסות לאשש ולהצדיק את הרעיון ולפיו ממצאי חקר המוח ומדע העצב צריכים להיות חלק בלתי נפרד מן הידע הפדגוגי של המורה. ייתכן שבמאמצים משותפים של חוקרים, מורים ומפקחים אפשר יהיה להציע

מודלים פדגוגיים חדשים המכוונים להביא לשיפור ניכר באיכות ההוראה ובתוצאותיה. גם אם לא תתממש משאלה זו בראשית הדרך, ממצאי ההתנסות הנוכחית מצביעים על כך שהמידע שיעמוד לרשות המורים בהתבסס על ממצאי חקר המוח יהיה בבחינת תוספת חשובה ומועילה לידע הפדגוגי המצוי באמתחתם המקצועית של המורים הצעירים והוותיקים גם יחד. אחת הדרכים לגרום לשילוב ידע מתחום מדע העצב וחקר המוח בחינוך היא לגרום לכך שהידע הנוירולוגי יהיה חלק בלתי נפרד מן הידע הפדגוגי של המורים, הן באמצעות שילובו בשלב ההכשרה להוראה הן בהשתלמויות הנערכות במהלך שירותם כמורים פעילים.

מודל המכללה האקדמית אחוה ליישום ממצאי חקר המוח בהוראה ובלמידה נועד להתמודד עם שאלת הדרך הראויה והמועילה לגשר בין חקר המוח וממצאיו לבין הפרקטיקה החינוכית. שאלה זו נתפסת כחשובה במיוחד בתקופתנו, כאשר תחושת אי הנחת מן התהליכים החינוכיים ומתוצאות המאמצים המושקעים בחינוך מקבלת תהודה רבת עוצמה בארץ ובעולם. לתרומה שבהפעלתו של המודל בהשוואה לתרומתם של מודלים וניסיונות קודמים לפתרון השאלה היו כמה היבטים: ראשית, מודל אחוה לנוירופדגוגיה מבטא שינוי בתפיסת תפקידם של אנשי הדיסציפלינות השונות המעורבים במחקר הנוירוני וביישום ממצאי חקר המוח בחינוך, ושל הקשרים ביניהם. התפיסה המרכזית בקרב העוסקים בתחום גורסת כי אנשי חקר המוח הם שצריכים להיות פעילים ולשאת בעול היישום של ממצאיהם בעולם המעשה, ואילו אנשי החינוך הם הצד הסביל; עליהם מוטלת משימת היישום במתכונת שמציעים אנשי המחקר (Daniel, 2014). לעומת זאת, מודל אחוה גורס כי המדענים, אנשי חקר המוח, אמורים להציג בפני אנשי החינוך את ממצאיהם (באופן שבו הללו יכולים להבינם ולרדת לעומק משמעותיהם), ואנשי החינוך הם שצריכים ליזום, לגבש ולנסח דרכים הולמות ליישום הממצאים בחינוך, בניהול הכיתה ובשינוי הפדגוגיה.

שנית, לעומת מחקרם של הוק ופארה (Hook & Farah, 2012), שהתמקד בשאלת העניין שאנשי החינוך עשויים לגלות בחשיפה לממצאי חקר המוח, הרי מודל אחוה לנוירופדגוגיה הוסיף את בחינת היכולת של אנשי החינוך ליישם את הממצאים האלה בעבודת ההוראה ובטיפול בתלמידים. הממצאים שעלו מהפעלת המודל הראו כי מורים מכהנים מייחסים חשיבות ליישום הממצאים האלה ומסוגלים ליישמם בעבודתם ללא קושי ובהבנה רבה.

שלישית, הפעלת מודל אחוה לנוירופדגוגיה אינה רק מאששת את ממצאי מחקרם ארוך הטווח של דובינסקי, רוריג ווארמה (Dubinski, Roehrig, & Varma, 2013), אלא מוסיפה עליו הצעות מעשיות לשיפור ההוראה ולניהול הכיתה.

מן הקורס שניתן לסטודנטים במכללה האקדמית אחוה עולה כי אפשר להפריך את הטיעונים בדבר חוסר התועלת שביישום ממצאי חקר המוח לעבודת המורים בהוראה ובלמידה. לאור הניסיון שנרכש בהפעלת המודל אנו מאמינים כי יש חשיבות רבה מאוד לכך שמורים ואנשי חינוך יהיו מצוידים בידע בסיסי במדעי העָצָב ויכירו את מבנה המוח ותפקודו, יכולותיו ומגבלותיו, כדי שיוכלו להבין, להעריך וליישם את עקרונות הלמידה המבוססים על חקר המוח.

בעזרת ידע זה יוכלו להכיר את החידושים ההולכים ומתגבשים בשדה חקר הלמידה, לשפר את יכולת ההוראה שלהם, להעלות את הישגי תלמידיהם, להרבות את הנאתם שלהם מן ההוראה ולהעצים את הנאתם ומעורבותם של תלמידיהם מן הלימודים ומן הלמידה בהווה ובעתיד. במיוחד נכון הדבר בכל הקשור להכשרת פרחי הוראה לתפקידם העתידי.

אין לסיים את הדיון ללא העלאת טענה חשובה, לא לגמרי בלתי מבוססת, שמשמיעים מדי פעם בעיקר חוקרים מתחום מדעי העצב וחקר המוח, ולפיה מורים שנחשפים למידע הקשור בחקר המוח מנסים ליישם אותו בחינוך באופן שגוי, כשהם יוצרים "סיפורי מעשיות נוירוניות" (neuromyths). הכוונה לעובדות כביכול, או לפרשנות כביכול, של עובדות נכונות בדבר דרכי התפקוד של המוח וההשלכות של העובדות האלה על תהליכי ההוראה והלמידה; או אפילו מחשבות ורעיונות שנשמעים סבירים, אך אין הם נשענים על עובדות אמפיריות מוצקות או על עובדות כלשהן (Morein-Zamir & Sahakian, 2010). אכן, חקר המוח הוא מדע מורכב, והכרתו, ובמיוחד יישום ממצאיו בתחום ההוראה והלמידה, אינם משימה קלה. אלא שהדרך להתגבר על כך היא להעמיק את חקר המוח ואת ההיכרות עם ממצאיו, לשלבו בתהליך הכשרת המורים ובהשתלמותם השוטפת ובכך ליצור בקרבם הבנה טובה ויסודית יותר של הנושא ולמנוע "סיפורי מעשיות נוירוניות", או למצער לצמצם אותם מאוד.

מקורות

פרידמן, י', טייכמן-וינברג, א' וגרובגלד, א' (2016). **מודל אחוה לנוירופדגוגיה: יישום ממצאי חקר המוח בהוראה ובלמידה**. המכללה האקדמית אחוה.

Ansari, D., Koning, J., Leask, M., & Tokahuma-Espinosa, T. (2017). Developmental cognitive neuroscience: Implications for teachers' pedagogical knowledge. In S. Guerriero (Ed.), *Pedagogical knowledge and the changing nature of the teaching profession* (pp. 195–222). OECD Publishing.

Ansari, D., Smedt, B., & Grabner, R. H. (2011). Neuroeducation: A critical overview of an emerging field. *Neuroethics*, *5*, 105–117. https://doi.org/10.1007/s12152-011-9119-3.

Bowers, J. S. (2016). The practical and principled problems with educational neuroscience. *Psychological Review*, *123*(5), 600–612. http://dx.doi.org/10.1037/rev0000025

Brown, T. T., & Daly, A. J. (2016). Welcome to educational neuroscience. *Educational Neuroscience*, *1*(1–2), 1–2.

Bruer, J. T. (1997). Education and the brain: A bridge too far. *Educational Researcher*, *26*(8), 4–16.

Coch, D., & Ansari, D. (2012). Constructing connection: The evolving field of mind, brain, and education. In S. Della Sala & M. Anderson (Eds.), *The good, the bad, and the ugly* (pp. 13–30). Oxford University Press.

Daniel, D. B. (2014, November). *Preaching about teaching: Translating mind, brain, and education to the classroom*. Paper presented at the meeting of the international Mind, Brain, and Education Society, Fort Worth, TX.

Della Sala, S., & Anderson, M. (Eds.) (2012). *The good, the bad, and the ugly*. Oxford University Press.

Dubinski, J. M., Roehrig, G., & Varma, S. (2013). Infusing neuroscience into teacher professional development. *Educational Researcher*, *42*(6), 317–329. Published on line 1 Aug. 2013. https://doi.org/10.3102/0013189X13499403

Feiler, J. B., & Stabio, M. E. (2018). Three pillars of educational neuroscience from three decades of literature. *Trends in Neuroscience and Education*, *13*, 17–25.

Fischer, K. W., & Daniel, D. B. (2009). Need for infrastructure to connect research with practice in education. *Mind, Brain, and Education*, *3*(1), 3–16. Society and Blackwell Publishing, Inc.

Goswami, U. (2012). Principles of learning, implications for teaching? Cognitive neuroscience and the classroom. In S. Della Sala & M. Anderson (Eds.), *The good, the bad, and the ugly* (pp. 47–57). Oxford University Press.

Guerriero, S. (Ed.) (2017). *Pedagogical knowledge and the changing nature of the teaching profession*. OECD Publications.

Hinton, C., & Fischer, K. W. (2008). Research schools: Grounding research in educational practice. *Mind, Brain, and Education*, *2*(4), 157–160. Society and Blackwell Publishing, Inc.

Hook, C. J., & Farah, M. J. (2012, April). Neuroscience for educators: What are they seeking, and what are they finding? *Neuroethics*, *6*(2), 331–341. DOI 10.1007/s12152-012-9159-3.

Howard-Jones, P. A., Varma, S., Ansari, D., Butterworth, B., De Smedt, B., Goswami, U., Laurillard, D., & Thomas, M. S. (2016). The principles and practices of educational neuroscience: Comment on Bowers (2016). *Psychological Review*, *123*(5), 620–627.

Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology*. Sage Publications.

Mendoza, L. R. M., Martinez, M. E. M., & Sabando Suarez, A. M. (2019). The brain as a fundamental axis in learning process. *International Research Journal of Engineering and Scientific Research*, *5*(4), 38–45. https://doi.org/10.21744/irjeis.v5n4.689

Morein-Zamir, S., & Shakrian, B. S. (2010). Neuroethics and public engagement training needs for neuroscientists. *Trends in Cognitive Sciences*, *14*(2), 49–51.

Ronstadt, K., & Yellin, P. B. (2010). Linking mind, brain, and education to clinical practice: A proposal for transdisciplinary collaboration. *Mind, Brain, and Education*, *4*(3), 95–101. Society and Blackwell Publishing, Inc.

Sarrasin, J., B., Nenciovici, L., Brault Foisy, L. M., Allaire-Duquette, G., Riopel, M., & Masson, S. (2018). Effects of teaching the concept of neuroplasticity to induce a growth mindset on motivation, achievement, and brain activity: A meta-analysis. *Trends in Neuroscience and Education*, *12*, 22–31.

Schwartz, M. S., Hinesley, V., Chang, Z., & Dubinsky, J. M. (2019). Neuroscience enriches pedagogical choices. *Teaching and Teacher Education*, *83*, 87–98.

Sigman, M., Peña, M., Goldin, A. P., & Ribeiro, S. (2014). Neuroscience and education: Prime time to build the bridge. *Nature Neuroscience*, *17*(4), 497–502.

Thomas, M. S. C. (2019). Response to Dougherty & Robey on neuroscience and education: Enough bridge metaphors – interdisciplinary research offers the best hope for progress. *Current Directions in Psychological Science*, *28*(4), 337–340. https://doi.org/10.1177/0963721419838252

Thomas, M. S. C., Ansary, D., & Knowland, V. C. P. (2019). Annual research review: Education neuroscience – progress and prospects. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *60*(4), 477–492. https://doi.org./10.1111/jcpp.12973

Tokuhama-Espinosa, T. (2011). *Mind, brain, and education science: A comprehensive guide to the new brain-based teaching*. W.W. Norton & company.

Wilson, D., & Conyers, M. (2013). Five big ideas for effective teaching: Connecting mind' brain, and education research to classroom practice. *Teaching Theology and Religion*, *17*(2), 181–182.

Zull, J. E. (2011). *From brain to mind: Using neuroscience to guide change in education*. Stylus Publishing.