



המועצה הלאומית למחקר (National Research Council)

דוח הוועדה להגדרה של מהי 'למידת עומק' ומהן 'מיומנויות
של המאה ה-21'

פיתוח 'ידע בר-העברה' ומיומנויות עבור המאה ה-21

ארה"ב, 2012

מאמר זה תורגם, עובד ונערך
לשימוש מקצועי בלבד

עיקרי הדברים¹

בשנים האחרונות, קובעי מדיניות, ארגוני חינוך וחוקרים משתמשים במושגים 'מיומנויות המאה ה-21', 'למידת עומק', 'למידה משמעותית', ועוד, כדי לתאר את הכישורים החשובים בעיניהם לתלמידים. הם פועלים כדי להטמיע את המיומנויות הללו - אך לא ברור מהן, האם הן כלל חשובות, וכיצד - אם בכלל - ראוי וניתן להטמיען.

לכן, הוטל על 'המועצה הלאומית למחקר' (National Research Council) לנסות וועדת מומחים בינתחומית, מטובי החוקרים והמומחים, כדי להיכנס לעובי הקורה ולתת לקהילה המקצועית ולציבור תשובה ברורה: מהן הראיות המחקריות, מה אומר המדע על המיומנויות הללו, ומהן הדרכים האפקטיביות להטמיען בשדה.

ממצאים עיקריים

1. 'למידת עומק' היא המרכיב החשוב ביותר בכישורי המאה ה-21. מדובר בתהליך שבאמצעותו אדם רוכש יכולת להעביר את מה שלמד בסיטואציה מסוימת וליישם זאת בסיטואציה אחרת, חדשה. אולם, חשוב לשים לב שאין מדובר במיומנות כללית, גנרית וחוצת תחומי-ידע, אלא במיומנות הנטועה בתחום דעת ספציפי. יתר-על-כן, לא מדובר במיומנות בסיסית של תלמיד חסר ידע בתחום הדעת, אלא במיומנות מתקדמת של לומד מומחה שכבר למד ויודע את הידיעות הנחוצות לשם העמקה והעברה.

2. למידת עומק (העברה) היא שכבה מתקדמת של הוראה ולמידה והיא מתאפשרת בגבולותיו של תחום דעת, לאחר שהלומד פיתח ידע סדור שניתן לשליפה מהירה. היא תלויה בשיטות הוראה מתאימות, הכוללות אימון ותרגול רבים ומתן משוב מוסבר ללומדים בזמן אמיתי. הוראת עומק כוללת הצבת יעדים ללמידה, ניהול מעקב אחר התקדמות הלמידה, התאמת אסטרטגיות למידה ורפלקציה של הלומד. בניית סביבה לימודית משתפת היא מרכיב חשוב, ובלבד שהיא נועדה לחשיפה של חשיבתו של הלומד בפני המורים ושאר התלמידים, שתאפשר אבחון והבניית למידה.

¹ זהו תקציר ערוך ומעובד בעברית לשימוש פנימי, מתוך דוח מקיף שיצא לאור במחצית השנייה של 2012, בעריכת ג'יימס פלגרינו (James W. Pellegrino) ומרגרט הילטון (Margaret L. Hilton). לדוח המלא באנגלית:

http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13398

3. בתחומי המדעים, נדרשת הבהרה נוספת של המושג 'חקר' שהפך פופולארי, אך השימוש בו נעשה ללא הבחנה. הקריאה הכללית להגברת החקר הובילה לעתים להזנחה של היבטים חשובים ולהתייחסות אל שיטות מדעיות כאילו הן נפרדות מהתוכן המדעי. התנסות חוויתית בלמידת מדע יכולה להיות יעילה רק אם היא מתוכננת לאור יעדי למידה ברורים, משולבת בתהליך ההוראה, מתבססת על למידה נרחבת של תכנים מדעיים, ומאפשרת לתלמידים זמן לרפלקציה ולדיון.

4. התערבויות חינוכיות הממוקדות בכישורי המאה-ה-21 ובלמידת עומק מצליחות עד היום ברמה מקומית ובקטן, אך מתקשות במעבר להיקף מערכתי. הן מתקשות להצליח ולצמוח משום שלעתים הן מופעלות באופן גנרי ובטרם תלמידים רכשו ידע מספק. לשם כך נדרש שינוי עמוק בהכשרת המורים (מבוססת פרקטיקה, קהילות מקצועיות ממוקדות תוצרי למידה של תלמיד, שימוש בוידאו), בשיטות ההוראה ובדרכי ההערכה, שיכללו בין השאר, הכרות מעמיקה עם דרכי חשיבה ולמידה של תלמידים, שימוש באסטרטגיות הוראה גמישות, בייצוגי מושגים שונים ובמטלות מגוונות, תשאול והסבר של התלמיד לעצמו, הדרכה צמודה ללומד ומתן משוב, ושימוש רב בהערכה מעצבת לצורך אבחון וניטור בזמן אמיתי.

קרן טראמפ

רקע

זמן רב חלף מאז שבארה"ב חילחלה ההבנה שהשקעות המדינה בחינוך תורמות תרומה חיונית לציבור. כולם מבינים שהחינוך מוביל להגברת הצמיחה והוא תומך ביציבות המשפחה, השכונה והקהילה. כיום, לנוכח האתגרים הכלכליים, הסביבתיים והחברתיים, חשיבותו של החינוך רק מתחזקת. הילדים הגדלים כעת יוכלו להתמודד עם אתגרי המחר רק אם בית-הספר והמסגרות החוץ בית ספריות יכינו אותם לתפקד כאזרחים, כעובדים, כמנהלים, כהורים, כמתנדבים וכיזמים. כדי שיוכלו בבגרותם למצות את הפוטנציאל הגלום בהם, נדרשים הצעירים לפתח מגוון של מיומנויות בסיסיות וידע רחב. במקביל, גוברת הדרישה שבתי-הספר יפתחו בקרב תלמידיהם מיומנויות שונות, כגון פתרון בעיות, חשיבה ביקורתית, תקשורת, שיתוף פעולה, וניהול עצמי - המסווגות כיום תחת הכותרת - 'מיומנויות המאה ה-21'.

תחת הכותרת הזו, קרנות פרטיות, קובעי מדיניות וארגונים העוסקים בחינוך משתמשים במגוון של שמות לרשימת מיומנויות כלליות הנתפסות בעיניהם כחשובות, אך לא ברור האם הן כלל חשובות ומהי חשיבותן באמת. לכן, הוטל על 'המועצה הלאומית למחקר' של ארה"ב, להיכנס לעובי הקורה ולתת לקהילה המקצועית ולציבור תשובה ברורה מה אומר המחקר העוסק בהוראה ובלמידה על מיומנויות אלה. באופן ספציפי הוטלו עלינו המשימות הבאות:

- לאסוף ולסווג את המיומנויות המתיוגות כיום תחת כותרות שונות, כמו 'למידת עומק' (deeper learning), 'מיומנויות המאה ה-21', 'מוכנות ללימודים על-יסודיים ולעולם העבודה', 'למידה המציבה את התלמיד במרכז', 'למידת הדור הבא', 'מיומנויות יסוד חדשות' ו-'חשיבה מסדר גבוה'. תיוגים אלה כוללים על פי רוב את המיומנויות הקוגניטיביות ואת המיומנויות הלא קוגניטיביות כאחד, כלומר, חשיבה ביקורתית, פתרון בעיות, שיתוף פעולה, תקשורת אפקטיבית, הנעה [מוטיבציה], התמדה ולמידה כיצד ללמוד – כולן מיומנויות הניתנות להדגמה במקצועות הליבה של בתי-הספר, וכולן חשובות להצלחה בלימודים, בעבודה ובתחומים אחרים שבהם האדם המבוגר נדרש לגלות אחריות. לעתים כוללים התיוגים גם יכולות חשובות נוספות, כגון יצירתיות, חדשנות, ואתיקה, הנדרשות להצלחה בשלבי החיים המאוחרים יותר, וניתן לפתחן בסביבת לימוד פורמאלית או בלתי פורמאלית.
- לתאר את קשרי הגומלין בין מיומנויות אלה ואת הקשר בינן ובין מיומנויות ותכנים אקדמיים מסורתיים יותר בדיסציפלינות העיקריות, שהן קריאה, מתמטיקה ומדעים.
- לסכם את ממצאי המחקר הבוחן את חיוניותן של מיומנויות אלה להצלחה בחינוך, בעבודה ובתחומים אחרים שבהם האדם המבוגר נדרש לגלות אחריות, ובהם באה לידי ביטוי החשיבות

שבפיתוח מיומנויות אלה במערכת החינוך, מגיל הגן ועד סיום השלב הראשון של הלימודים העל-יסודיים [גן עד י"ב + 4 שנות לימודים אקדמיים].

- לסכם את הידע שנצבר ואת המחקר שעדיין נדרש ביחס לדרכים שבהן ניתן ללמוד, ללמד ולהעריך מיומנויות אלה. הסיכום נועד לכלול את היסודות הקוגניטיביים של מיומנויות אלה על-פי תורת הלמידה וכן את ספרות המחקר העוסקת בגישות האפקטיביות להוראה וללמידה של מיומנויות אלה, כולל גישות הנוגעות לשימוש באמצעים דיגיטליים.
- לזהות מאפיינים של התערבויות חינוכיות אשר, על-פי ספרות המחקר, מסוגלים לשמש כמחווים לכך שהתערבות מסוימת עשויה לפתח את המיומנויות הללו באופן מהותי ומשמעותי. בייחוד ביחס ללמידה בסביבה הפורמאלית של בית הספר, לזהות מאפיינים הקשורים ללמידה של מיומנויות אלה על ידי התערבות חינוכית ב-: (א) פיתוח מקצועי של מורים (ב) תכניות לימודים ו- (ג) הערכה. אשר ללמידה בסביבה בלתי פורמאלית, לזהות מאפיינים של למידת המיומנויות האמורות על-ידי התערבות חינוכית ב- (ד) מסגרות העשרה אחרי שעות בית-הספר ותכניות המתקיימות מחוץ לכותלי בית הספר, וב- (ה) ביקורים בתערוכות, במוזיאונים ובמרכזים אחרים של למידה בלתי פורמאלית. ביחס ללמידה בסביבה פורמאלית ובלתי פורמאלית כאחד, לזהות מאפיינים הקשורים ללמידת המיומנויות האמורות על ידי התערבות חינוכית ב- (ו) מדיה דיגיטלית.
- בבואה לבצע את המוטל עליה, נעזרה הוועדה במומחים מהשורה הראשונה ובמאגרי מחקר נרחבים מתחומי הפסיכולוגיה הקוגניטיבית, ההתפתחותית, החינוכית, הארגונית והחברתית, וכן בכלכלה, וזאת כדי להבהיר ולארגן מושגים ומונחים. ואולם, איננו מתיימרים לספק הגדרות מדויקות ואמינות מבחינה מדעית של כל מגוון המונחים המשמשים את השיח בתחום זה. הסיבה נעוצה בחלקה בקוצר הזמן שהוקצב לפרויקט, ובחלקה במחסור במחקרים שעסקו במגוון המיומנויות וההתנהגויות הנכללים תחת הכותרות 'למידת עומק' ו-'מיומנויות המאה ה-21'. עם זאת, הוועדה נקטה צעדים ראשוניים להבהרת משמעות המונח 'למידת עומק' והקשר בינו ובין אשכולות של כישורים החופפים מספר מונחים הקשורים עם קטגוריית-העל 'מיומנויות המאה ה-21'. בניגוד לגישה הרואה באלה מיומנויות כלליות הניתנות ליישום במגוון של משימות והקשרים שונים - אקדמיים, אזרחיים, במקום העבודה או בחוג המשפחה - הוועדה רואה במיומנויות המאה ה-21 מימדים המאפיינים מומחיות ותפקוד בתחום ידע מסוים, והשזורים בו. כדי לשקף את תפיסתנו, ולפיה מיומנויות וידע שזורים זה בזה, אנו מבחינים בין "כישורים" [competencies] ובין מיומנויות [skills].

הבהרה וארגון של מושגים ומונחים

הוועדה זיהתה שלושה תחומים נרחבים של כישורים: קוגניטיביים, תוך-אישיים ובין-אישיים, וזאת במטרה לארגן את המונחים השונים המשמשים בשיח העוסק במיומנויות המאה ה-21 ולאתר נקודת מוצא להמשך המחקר העוסק במשמעותן ובערכן של מיומנויות אלה.

- **התחום הקוגניטיבי** כולל שלושה אשכולות של כישורים: תהליכים ואסטרטגיות קוגניטיביים, ידע, ויצירתיות. אשכולות אלה כוללים כישורים כגון חשיבה ביקורתית, אוריינות מידע, הנמקה והצגת טיעונים [ארגומנטציה], וחדשנות.
- **התחום התוך-אישי** כולל שלושה אשכולות של כישורים: פתיחות מחשבתית, מוסר עבודה, והתארגנות [conscientiousness], ומסד של הערכה עצמית חיובית. אשכולות אלה כוללים כישורים כגון גמישות, יזמה, יחס של הערכה כלפי שונות, ומטא-קוגניציה (יכולתו של אדם להרהר בתהליך הלמידה של עצמו ולתקנו במידת הצורך).
- **התחום הבין-אישי** כולל שני אשכולות של כישורים: עבודת צוות תוך שיתוף פעולה, ומנהיגות. אשכולות אלה כוללים כישורים כגון תקשורת, שיתוף פעולה, אחריות ופתרון סכסוכים.

חשיבותם של כישורי המאה ה-21

הוועדה בחנה ראיות לחשיבותם של סוגים שונים של כישורים להבטחת הצלחה בלימודים, בעבודה, בבריאות ובתחומי חיים אחרים, ומצאה שספרות המחקר הקיימת, המאששת את הטענה הנ"ל, היא מוגבלת וכוללת בעיקר מחקרי מתאם [קורלציה]; עד היום, רק מחקרים ספורים הראו קשר סיבתי בין אחד או יותר מכישורי המאה ה-21 לבין התוצאות בקרב אנשים בוגרים. המחקר בחן מגוון רחב של כישורים אשר אינם בהכרח בעלי הגדרה ברורה או שאין הבחנה ברורה בינם ובין כישורים הקשורים אליהם.

למרות מגבלת הראיות בספרות המחקר הקיימת, הוועדה הצליחה להגיע לשלוש מסקנות בנוגע לחשיבותם של הכישורים השונים:

1. כישורים קוגניטיביים נחקרו ביתר הרחבה לעומת כישורים תוך-אישיים ובין-אישיים, ומחקרים אלה הצביעו על עקביות במתאם חיובי מתון בין הכישורים הקוגניטיביים ובין התוצאות הרצויות בתחומי הלימודים, העבודה והבריאות. מתאם חיובי קיים גם בין כישורים אקדמיים בלדות המוקדמת ובין התוצאות האמורות.
2. מבין הכישורים התוך-אישיים והבין-אישיים, ההתמדה בשמירת סדר וארגון, אחריות וחריצות, היא הכישור בעל המתאם הגבוה ביותר עם התוצאות הרצויות בתחומי הלימודים, העבודה והבריאות. התנהגות אנטי-חברתית, המתאפיינת בממדים תוך-אישיים ובין-אישיים כאחד, היא בעלת מתאם שלילי עם תוצאות אלה.
3. מספר שנות הלימוד הוא גורם רב-עוצמה לניבוי רמות ההכנסה הצפויות ולניבוי בריאות ומעורבות אזרחית. יתרה מזאת, נראה שבעלי השכלה גבוהה רוכשים יותר ידע ומיומנויות במקומות עבודתם מאשר בעלי רמת השכלה נמוכה יותר, והם בעלי מידה מסוימת של יכולת ליישם את מה שלמדו גם בעיסוקים אחרים. מאחר שלא ידוע מהו התמהיל של כישורים קוגניטיביים, תוך-אישיים ובין-אישיים הגורם לכך שהשכלה נוספת מהווה יתרון בשוק העבודה, הרי שעידודם של אנשים לרכוש השכלה גבוהה עשוי כשלעצמו להועיל כאסטרטגיה משלימה לפיתוח כישורי המאה ה-21.

למידת עומק

אנו מגדירים 'למידת עומק' כתהליך שבאמצעותו אדם רוכש את היכולת להעביר את מה שלמד בסיטואציה מסוימת וליישם זאת בסיטואציה אחרת, חדשה. באמצעות למידת עומק (הכרוכה במקרים רבים בלמידה בצוותא ובאינטראקציה עם אנשים נוספים בקהילה כלשהי), הלומד מפתח מומחיות בתחום ידע מסוים ו/או בביצוע. התוצר של למידת עומק הוא ידע הניתן להעברה, כולל ידע תוכן בתחום מסוים וידע כיצד, מדוע ומתי ליישמו כדי לענות על שאלות ולפתור בעיות. תמהיל זה של ידע ומיומנויות אנו מכנים 'כישורי המאה ה-21'. הכישורים מאורגנים סביב עקרונות יסוד של תחום הידע והקשרים ביניהם ולא כעובדות או כהליכים נפרדים ושטחיים. האופן שבו הפרט או הקבוצה מבנים ומארגנים את הידע והמיומנויות השזורים אלה באלה, הוא שתומך בהעברת הלמידה, ולא העובדות או ההליכים כשלעצמם. בעוד שסוגי למידה אחרים עשויים לאפשר לאדם לזכור עובדות, מושגים או הליכים, הרי שלמידת עומק מאפשרת לו להעביר את מה שלמד כדי לפתור בעיות חדשות.

מאפייני הוראה המקדמת למידת עומק

המחקר הנרחב והיסודי ביותר ביחס ללמידת עומק מגיע ממדעי הלמידה. אף כי מחקר זה התמקד ברכישת ידע ומיומנויות קוגניטיביים, הוא מצביע על כך שלמידת עומק ופתרון בעיות מורכבות כרוך בשילוב של כישורים קוגניטיביים, תוך-אישיים ובין-אישיים. למעלה ממאה שנות מחקר בנושא של 'העברת ידע' הניב ראיות מעטות לכך שהוראה יכולה לפתח כישורים קוגניטיביים כלליים הניתנים להעברה לכל דיסציפלינה, בעיה או הקשר חדשים, בין כותלי בית-הספר ומחוצה לו. עם זאת, המחקר הצליח לזהות מאפיינים של הוראה שעשויים לספק תמיכה משמעותית ללמידת עומק ולפיתוח כישורי המאה ה-21 בנושא או בדיסציפלינה מסוימים. למשל, כיום אנו יודעים כי יש סיכוי טוב להעברה כאשר הלומדים מבינים את העקרונות הכלליים שבבסיס הלמידה הראשונית שרכשו, וכאשר הנסיבות או הבעיה שאליהם יש להעביר את הלמידה הראשונית מבוססות על אותם עקרונות כלליים. כמו כן, בפתרון בעיות, ניתן לתמוך בהעברה באמצעות הוראה המסייעת ללומדים לפתח הבנה מעמיקה של מבנה הבעיה ושיטות הפתרון הישימות, אך שינון פתרונות לבעיות ספציפיות או שינון של דרכי פתרון בעיות אינו יעיל בקידום העברת הלמידה.

בין שההוראה מתבצעת בבית-הספר או מחוצה לו, ובעזרת אמצעים דיגיטליים או בלעדיהם, המלצות הוועדה להוראה המתמקדת בפיתוח כישורים קוגניטיביים הן כדלהלן:

1. העוסקים בתכנון ופיתוח של הוראה הממוקדת בלמידת עומק ובפיתוח כישורי המאה ה-21 הניתנים להעברה, יפתחו בתוך כל תחום-דעת דגם המתאים באופן ספציפי לתחום המבהיר כיצד הלמידה אמורה להתפתח, בצירוף מחוונים והערכות למדידת התקדמות התלמידים אל השגת היעדים.
2. הגופים המממנים צריכים לתמוך בפיתוח תכנית לימודים ותכניות הוראה הכוללות שיטות הוראה המבוססות על מחקרים, כגון:
 - א. שימוש במבחר רחב ומגוון של ייצוגי מושגים ומטלות, כגון תרשימים, ייצוגים מספריים ומתמטיים וכן הדמיות [סימולציות] לצד פעילויות והדרכה התומכות במיפוי של כל מגוון הייצוגים האמורים.
 - ב. עידוד להרחבה ופירוט, להצגת שאלות ולמתן הסברים – למשל, עידוד תלמידים הקוראים טקסט בהיסטוריה לחשוב מה הייתה כוונת המחבר ו/או להסביר מידע וטיעונים מסוימים תוך כדי קריאה דמומה או קריאה בקול.
 - ג. הטלת מטלות מאתגרות על התלמידים, בליווי הדרכה, משוב, ועידוד התלמידים להרהר בתהליך הלמידה של עצמם [רפלקסיה] ולתת לעצמם דין וחשבון על מידת הבנתם בכל שלב של התהליך.
 - ד. הוראה המלווה בדוגמאות ובמקרים מייצגים, כגון דיגום [modeling] של פתרון בעיה שלב אחר שלב, ושימוש בבעיות פתורות.
 - ה. הטרמה לעידוד המוטיבציה של תלמידים על ידי חיבור נושאי הלימוד לחייהם האישיים ולתחומי העניין שלהם, שילובם בתהליכים שיתופיים של פתרון בעיות, והסבת תשומת-לבם לידע ולמיומנויות שהם מפתחים תוך כדי הלימוד, במקום השימוש בציונים או בניקוד [scores].
- ו. שימוש בהערכה מעצבת כדי: (א) להבהיר לתלמידים מה הם יעדי הלימוד; (ב) לנהל בקרה שוטפת של התקדמות התלמידים בלמידה, ואגב כך לתת להם משוב ולהגיב לתהליך הלמידה שלהם; (ג) לערב את התלמידים בהערכת עצמם ובהערכת חברהם.

ספרות המחקר הקיימת בנושא של כישורי הוראה ולמידה בתחום התוך-אישי והבין-אישי היא פחות נרחבת ופחות מדויקת מאשר המחקר העוסק בלמידת עומק של ידע ומיומנויות בתחום הקוגניטיבי. מסקירתנו את המחקרים החדשים הנערכים בתחומים אלה, וכן את המחקר הנרחב יותר העוסק בכישורים קוגניטיביים, עולה כי מאפייני ההוראה התומכים בפיתוח כישורים הניתנים להעברה בתחום הקוגניטיבי עשויים לתמוך בהעברה גם בתחום התוך-אישי והבין-אישי.

הזדמנויות ואתגרים

עקרונות ההוראה שאנו מתווים אינם משתקפים בדרך כלל בידע ובדרכי העבודה של מורים, תלמידים, והנהלות בתי-ספר, בציפיות של הנהלות בתי-הספר מהמורים ובסעיפי ההערכה המשמשים להערכת תפקוד המורה. מסלולי הכשרת מורים יידרשו לסייע לפרחי הוראה לפתח יעדים ספציפיים של הוראה ולמידה לשם 'העברה', כמו גם את הכישורים הנחוצים כדי לממש יעדים אלה. הן למורים המתחילים והן למנוסים יידרש זמן כדי לפתח הבנות חדשות בתחומי הדעת שאותם הם מלמדים, ולהבין כיצד יש להעריך את כישורי המאה ה-21 במקצועות אלה, תוך הפיכתן של הזדמנויות להתפתחות מקצועית לגורם מרכזי בעבודתו של כל מורה ומורה. אין ספק שהמורים יזדקקו לתמיכה מהנהלות שתחתן הם עובדים בהתמודדותם עם המורכבות וחוסר הוודאות הכרוכים בשינוי דרכי ההוראה שלהם - שינוי שאמור להתרחש במסגרת הרחבה יותר של מיסוד ההתמקדות בלמידת עומק ובהעברה אפקטיבית.

כיום, התערבויות חינוכיות הממוקדות בכישורים הניתנים להעברה, מצליחות כשהן פועלות באופן ממוקד ומקומי, אך אינן מצליחות בהיקף מערכתי. לשם כך, יש לטפל במדיניות ובסוגיות נרחבות יותר בכל הנוגע לתכניות לימודים, להוראה, להערכה ולהתפתחות מקצועית. בייחוד יידרשו שיטות הערכה חדשות, המסוגלות למדוד כישורים אלה במדויק ולתמוך ברכישתם. יהיה צורך לקיים תכנית מחקר ופיתוח מתמשכת, כדי ליצור כלים להערכת כישורים קוגניטיביים, תוך-אישיים ובין-אישיים. כמו כן, חוקרים ומוציאים-לאור יידרשו לפתח תכניות לימודים חדשות המשלבות את עקרונות התכנון ושיטות ההוראה מבוססי-המחקר המתוארים לעיל. ולבסוף, יידרשו גישות חדשות להכשרת מורים ולהתפתחותם המקצועית, כדי לסייע למורים בהווה ולמורים לעתיד להבין את עקרונות ושיטות ההוראה האמורים, וכן את תפקידם של למידת עומק ושל כישורי המאה ה-21 ברכישתם של תכני ליבה עיוניים. כדי שהמורים לא רק יבינו רעיונות אלה אלא יוכלו גם לתרגם אותם לעבודתם המעשית באופן שוטף, הם יזדקקו לתמיכה מהנהלות בתי הספר ומשרד החינוך, כולל הקצאת זמן ללמידה, לתכנון משותף של מערכי שיעור ולעיון חוזר בהם, ולרפלקסיה.

כישורי המאה ה-21 מנקודת המבט של הפסיכולוגיה הדיפרנציאלית

כאמור, אנו רואים במיומנויות המאה ה-21 ידע הניתן להעברה או ליישום בסיטואציות חדשות. ידע זה, הניתן להעברה, כולל הן ידע תוכן בתחום כלשהו, והן ידע הליכי [procedural knowledge], כלומר כיצד, מדוע ומתי ליישם את הידע הנרכש כדי להשיב על שאלות ולפתור בעיות. מימדים אלה של ידע הניתן להעברה (כיצד, מדוע ומתי ליישם את ידע התוכן הנרכש) נקראים על-פי-רוב 'מיומנויות'. אנו מכנים תמהיל זה של ידע תוכן והמיומנויות הנלוות אליו 'כישורי המאה ה-21'. כשאנו משתמשים במונח 'כישורים' אנו מתבססים על המונחים המשמשים את ה-OECD בפרויקט הנרחב של הארגון לזיהוי כישורי יסוד הדרושים לחיים ולעבודה בימינו. על-פי הגדרת ה-OECD (2005), כישורים הם:

יותר מאשר ידע ומיומנויות. הם היכולת לתת מענה לדרישות מורכבות על ידי שימוש במשאבים פסיכו-סוציאליים וגיוסם (כולל מיומנויות וגישות) בהקשר מסוים. למשל, היכולת לתקשר באופן אפקטיבי היא כישורו של האדם להשתמש בידע הלשוני שלו, במיומנויותיו המעשיות בתחום טכנולוגיית המידע, וביחסו כלפי מי שעמו/ה הוא מתקשר (OECD, 2005, עמ' 4).

משתנים רפלקטיביים חבויים: טקסונומיות של כישורים קוגניטיביים ולא קוגניטיביים

מכיוון שמשתנים רפלקטיביים חבויים (גורמים) מבוססים על מחקר אמפירי, הם מספקים מסגרת מוצקה לארגון המשתנים המעצבים הכלולים ברשימות של מיומנויות המאה ה-21. טקסונומיות של משתנים רפלקטיביים חבויים קיימות הן ביחס לכישורים קוגניטיביים (Carroll, 1993) והן ביחס לכישורים לא קוגניטיביים (Goldberg, 1992).

הטקסונומיה של יכולות קוגניטיביות

קרול (1993) עשה שימוש משני בלמעלה מ-450 מטריצות קורלציה של תוצאות מבחנים קוגניטיביים שהופקו בין השנים 1900 ו-1990. הוא ביקש לזהות מבנה משותף המאפיין את תבנית הקורלציות בין המבחנים השונים ועל ידי כך לזהות את גורמי הקוגניציה האנושית. הוא מצא שהנתונים עלו בקנה

אחד עם המודל ההיררכי ה-תלת-שכבתי' שבראשו גורם יכולת קוגניטיבית כללי, בתוך שמונה יכולות (גורמים) מסדר שני, ובבסיסו 45 יכולות ראשיות של הטקסונומיה. הגורמים מסדר שני שזוהו היו כדלקמן (היכולות הרשומות בין סוגריים הן היכולות הראשיות המקבילות להם):

- אינטליגנציה פלואידית [זורמת] (הנמקה, אינדוקציה, הנמקה כמותית והנמקה בנוסח פיאז'ה, מקבץ של יכולות הנמקה מופשטת שתוארו על ידי פיאז'ה ב-1963 בתיאוריית ההתפתחות הקוגניטיבית שלו, כגון היכולת לארגן חומרים בעלי מאפיינים דומים בקטגוריות, ומודעות לכך שכמויות פיזיות אינן משתנות מבחינה כמותית כאשר חל שינוי במראה החיצוני שלהם).
- אינטליגנציה קריסטלית [מגובשת] (הבנה מילולית, כישרון לרכישת שפות זרות, יכולת לקיים תקשורת, יכולת הקשבה והיכולת למלא את המילים החסרות בקטע טקסטואלי).
- יכולת אחזור (מקוריות/יצירתיות, היכולת להגות רעיונות, ויכולת לביטוי רהוט בכתב ובציר).
- זיכרון ולמידה (משך הזיכרון, היזכרות על ידי אסוציאציה, היזכרות חופשית, זיכרון חזותי ויכולת למידה).
- תפיסה חזותית רחבה (ויזואליזציה, יחסים במרחב, מהירות התפיסה של דימויים וההשוואה ביניהם, ועיבוד מנטאלי של דימויים).
- תפיסה שמיעתית רחבה (שמיעה ודיבור, הבחנה בין צלילים, וזיכרון של תבניות צליל).
- זריזות קוגניטיבית רחבה (קצב עבודה במבחנים וזריזות בביצוע מיומנויות היסוד בחשבון).
- זמן תגובה (מחשב) (זמן תגובה פשוט לגירוי, זמן תגובה בנסיבות של בחירה מתוך מבחר ומתן תגובה הולמת לגירוי, ואחזור סמנטי של ידע כללי).

טקסונומיה של האישיות

זה שני עשורים שדגם "חמשת הגדולים" של האישיות הוא הדגם המקובל לאפיון כישורים בתחום הבין-אישי והתוך-אישי (McCrae ו-Costa, 1987; Goldberg, 1993). מודל זה מבוסס על ההשערה הלכסיקלית [Lexical Hypothesis] שעל-פיה, שפה מתפתחת כדי לאפיין את הממדים הבולטים ביותר בהתנהגות האנושית, ולפיכך, על ידי ניתוח השפה והאופן שבו אנו משתמשים בה כדי לתאר את עצמנו ואת זולתנו, ניתן לזהות באופן בסיסי במה אדם אחד שונה מאחר

(Allport ו-Odbert, 1936). על-פי עיון במילונים של השפה האנגלית, פסיכולוגים זיהו שמות תואר המתארים אישיות ופיתחו כלים רבים למדידת תכונות אלה. מחקרים רבים שבחנו תוצאות של כלים אלה בשיטה של ניתוח רב-גורמי של מדדים שונים בלתי תלויים הביא להתכנסות לחמישה גורמים הבונים אישיות (Almlund ואח', 2011).

טקסונומיה זו הועתקה בשפות רבות, והניבה פחות או יותר את אותם חמישה מימדים², כמפורט להלן (APA, 2007):

- פתיחות: נטייה להיפתח להתנסויות חדשות בתחום האסתטיקה, התרבות והחשיבה האינטלקטואלית.
- התארגנות: נטייה להיות מאורגן ומסודר, אחראי, וחרוץ.
- מוחצנות: נטייתו של אדם להתעניין ולהשקיע את מרצו בעולם האנושי והפיזי הסובב אותו ולא בעולמו הפנימי ובהווייתו הסובייקטיבית.
- נעימות: נטייה לפעול ללא אנוכיות, תוך שיתוף פעולה עם אחרים.
- נורוטיות: מצב כרוני של חוסר יציבות רגשית ונטייה למצוקה נפשית. ההפך של נורוטיות הוא יציבות נפשית המוגדרת כתגובות רגשיות עקביות, הניתנות לניבוי, והיעדר שינויים תכופים במצב הרוח.

אף כי אין תמימות דעים מוחלטת לגבי בחירת היבטי המשנה [של מימדי האישיות הנ"ל] שבהם יש להשתמש לצורך אפיון מדויק יותר של 'חמשת הגדולים', היבטי המשנה שהציעו McCrae ו-Costa (1992) רווחים ביותר, ומוצגים להלן כדי להדגים את טווח התכונות האישיות הנכלל בכל אחד מחמשת הגורמים:

- התארגנות (יכולת ביצוע, סדר, מחויבות, הישגיות, ויסות עצמי, שיקול דעת ותכנון)
- נעימות (אָמון, ישירות וכנות, אלטרואיזם, היענות, צניעות, מונחה על ידי רגש).
- נורוטיות (חרדות, עוינות כעוסה, דיכאון, יתר מודעות עצמית, אימפולסיביות, פגיעות).
- מוחצנות (חמימות, אהבת אדם, אסרטיביות, פעילות, שאיפה לריגושים, רגשות חיוביים).
- פתיחות (פנטזיה, אסתטיקה, רגשות, פעולות, רעיונות, ערכים).

² בשפות מסוימות זוהה מימד שישי הקשור ליושר (לדוגמא, ר' Ashton, Lee ו-Son, 2000).

טבלה 2-2 אשכולות של כישורי המאה ה-21

אשכול	מונחים המשמשים לתיאור מיומנויות המאה ה-21
תהליכים ואסטרטגיות קוגניטיביים ידע	חשיבה ביקורתית, פתרון בעיות, ניתוח, הנמקה/ארגומנטציה, פרשנות, קבלת החלטות, למידה מסתגלת, תפקודים אקזקוטיביים.
	אוריינות מידע (מחקר תוך שימוש בהוכחות וזיהוי מקורות הטיה); אוריינות טכנולוגית המידע והתקשורת; תקשורת בעל-פה ובכתב; האזנה פעילה
יצירתיות	יצירתיות, חדשנות
פתיחות אינטלקטואלית מוסר עבודה/התארגנות מסד של הערכה עצמית חיונית	גמישות, כושר הסתגלות, הערכת אמנות ותרבות, אחריות אישית וחברתית (כולל מודעות וכשירות תרבותית), הערכת שונות, למידה מתמשכת, התעניינות וסקרנות אינטלקטואלית.
	יזמה, הכוונה עצמית, אחריות, התמדה, יצרנות, סיבולת, ויסות עצמי סוג 1 (מיומנויות של מטא-קוגניציה, כולל תכנון מוקדם, ביצוע ורפלקציה עצמית), מקצועיות/אתיקה, יושרה, אזרחות, מכוונות לקריירה.
	ויסות עצמי סוג 2 (בקרה עצמית, הערכה עצמית, חיזוק עצמי), חוסן גופני ונפשי.
עבודת צוות ועבודה שיתופית מנהיגות	תקשורת, עבודה שיתופית [collaboration], עבודת צוות, שיתוף פעולה [cooperation], תיאום, מיומנויות בין-אישיות, אמפתיה/לקיחת הפרספקטיבה של האחר, אומן, מכוונות שירות [service orientations], פתרון סכסוכים, משא-ומתן.
	מנהיגות, אחריות, תקשורת אסרטיבית, ייצוג עצמי, השפעה חברתית על אחרים.

חשיבותם של למידת עומק ומיומנויות המאה ה-21

פרק זה מסכם את המחקר העוסק בחשיבותם של למידת עומק ושל "מיומנויות המאה ה-21" להצלחה בלימודים, בעבודה ובשאר תחומי החיים שבהם אדם מבוגר נדרש לגלות אחריות. החלק הראשון של הפרק מתמקד בהישגים בלימודים ובמספר שנות הלימוד, החלק השני עוסק בעבודה, השלישי בבריאות ובמיומנויות של תקשורת בין-אישית, והרביעי בהשתתפות אזרחית. כללית, המחקרים שנסקרו בפרק זה מצאו קשרים חיוביים ברמת מובהקות סטטיסטית מתונה בין כישורים קוגניטיביים, תוך-אישיים ובין-אישיים שונים ובין תוצאות רצויות בקרב אנשים בוגרים. עם זאת, קשרים אלה מבוססים על מחקרי קורלציה.

כמו כן, בדקנו הוכחות לתפקיד שממלאים לימודים פורמאליים בהצלחתם של אנשים בוגרים, והדיווח על כך נכלל בחלקים הדנים בעבודה ובבריאות. מצאנו קשרים חיוביים ברמת מובהקות

סטטיסטית בין מספר שנות לימוד והצלחה בשוק העבודה, לא רק במחקר המבוסס על קורלציה אלא גם במחקרים שהתבססו על שיטות מחקר מוצקות יותר (ר' דיון להלן). באופן מפתיע, נראה שהכישורים הקוגניטיביים, התוך-אישיים או הבין-אישיים שנמדדו משפיעים רק במידה מעטה על הקשר שנמצא בין מספר שנות הלימוד ומידת ההצלחה בשוק העבודה. בחלקו החמישי של פרק זה נראה שהיתרונות של תוספת שנות לימודים פורמאליים כוללות לא רק שכר גבוה יותר אלא גם יכולת הסתגלות מעט טובה יותר לשינויים טכנולוגיים במקומות העבודה ולשינויים בתפקיד עצמו.

למידת עומק וחשיבותה לצורך הצלחה בלימודים

רוב ניכר של המחקרים שעסקו בהצלחה בלימודים התמקד בתפקידה של היכולת הקוגניטיבית הכללית (IQ) ולא בכישורים תוך-אישיים ובין-אישיים ספציפיים. הכלכלנים נוטים לרכז את כל הכישורים מלבד IQ בקטגוריה אחת, תחת הכותרת 'כישורים לא קוגניטיביים'. פסיכולוגים המתמחים בפסיכולוגיה אישיותית ובפסיכולוגיה התפתחותית פיתחו טקסונומיה מדויקת הרבה יותר של כישורים אלה.

רוב הפסיכולוגים העוסקים בחקר מבנה האישיות התמקדו במחקריהם ב-'חמשת תווי האישיות הגדולים' – התארגנות, פתיחות, נעימות, יציבות רגשית ומוחצנות – בנוסף ליכולת קוגניטיבית כללית. אף כי לתווי אישיות אלה מייחסים יציבות יחסית במשך חייו של אדם, הרי שבאחרונה החלו מצטברות הוכחות לכך שתווי אישיות משתנים בתגובה לחוויות חיים כלליות (למשל, Roberts, Walton ו-Viechtbauer, 2006; Almlund ואח', 2011) ולהתערבויות מובנות.

גורמי אישיות והצלחה בלימודים

מדדים של אישיות מנבאים מגוון של תוצאות אפשריות בלימודים. בין 'חמשת הגדולים', התארגנות היא הגורם החשוב ביותר לניבוי מספר שנות לימוד והישגים לימודיים.

חשוב לציין כי בעוד שהקשרים שנמצאו בין "חמשת הגדולים" להיבטים שונים של הצלחה בלימודים, הם נרחבים דיים כדי לעבור את הסף המקובל של מובהקות סטטיסטית, הם כמעט לעולם אינם מסוגלים להסביר יותר מחלק נומינלי [זעום] של השונות ברמת ההשכלה שהוערכה במסגרת המחקר.

בבית-הספר היסודי, הקורלציה הגבוהה ביותר היא בין יכולת קוגניטיבית כללית וציונים, אף כי קורלציה חיובית קיימת בין כל חמשת גורמי האישיות והציונים המושגים. הקורלציה בין גורמי אישיות וציונים פוחתת בדרך כלל במהלך הלימודים בבית הספר התיכון ובלמודים לקראת תואר ראשון. בלימודים לתארים מתקדמים, מבין חמשת מימדי האישיות קיימת קורלציה רק בין התארגנות ובין ציונים.

מיומנויות, התנהגות והצלחה בלימודים

פסיכולוגים התפתחותיים משתמשים במספר רב של שיטות למיון כישורים קוגניטיביים, תוך-אישיים ובין-אישיים, וחלק מהקטגוריות מקבילות לאחדים מחמשת תווי האישיות 'הגדולים'. אחד המחקרים שפורסם לאחרונה, מיון כישורים חשובים בארבע קבוצות: הישגים, קשב, בעיות התנהגות ובריאות נפשית (Duncan ו-Magnuson, 2011).

כדי להגיע לאומדן מדויק יותר של חשיבותו של כל אחד מהכישורים ומההתנהגויות הללו להצלחה בלימודים ובעבודה, מחקרים מסוימים לא הסתפקו בקורלציות פשוטות כדי להסביר את העובדה שבין ילדים הנבדלים זה מזה ברמתם מבחינת כישורים או התנהגויות מסוימים, סביר שיימצאו הבדלים רבים נוספים. למשל, ילדים המשיגים תוצאות גבוהות יותר בחשבון עשויים להימצא כבעלי IQ גבוה יותר, להשיג תוצאות טובות יותר בקריאה, לגלות מידה פחותה של התנהגות אנטי-חברתית או להיות ילדים למשפחות בעלות יכולת. לאחר ביצוע התיקונים עבור ההבדלים בתנאים האחרים הללו, מצטמצם הקשר בין כישורים והתנהגות בשלבי הלימוד המוקדמים לבין התוצאות המושגות בשלבים מאוחרים יותר.

מחקרים שהעריכו מתאמים [קורלציות] בין שני משתנים: השלמת לימודים תיכוניים והערכת יכולות והתנהגויות - כולל הישגים, קשב, בעיות התנהגות, ובריאות נפשית בכיתות הנמוכות – מצאו מתאמים מתונים למדי (Alexander, Entwisle ו-Olson, 2005; Duncan ו-Magnuson, 2011). אפילו כאשר כישורים והתנהגויות אלה נמדדים בגיל 14, אף לא אחד מהמתאמים בסיום כיתות גבוה מ-0.20.

ציוני מבחנים, ותוצאות בלימודים ובתעסוקה

ספרות מחקר נרחבת, כולל מטא-אנליזות (כגון, Hunter-ו Schmidt, 1998, 2004), בדקה את הקורלציות הפשוטות, שלא עברו כול, בין יכולת קוגניטיבית, גורמי אישיות ותפקוד בעבודה. שמידט והנטר (2004) סקרו מספר מחקרים ומטא-אנליזות, ומצאו קורלציה גבוהה (למעלה מ-0.53) בין מדדים של יכולת קוגניטיבית כללית לבין רמה מקצועית, הכנסה, תפקוד בעבודה, ותפקוד בהכשרה מקצועית. הם השוו קורלציות אלה עם הקורלציות שנמצאו במחקרים על הקשר בין תווי אישיות לבין תוצאות בעבודה, והגיעו למסקנה שיכולת קוגניטיבית כללית חשובה יותר להצלחה בעבודה בשלבי החיים המאוחרים יותר מאשר התארגנות או כל אחד אחר מהכישורים התוך-אישיים או הבין-אישיים.

כלכלנים מעדיפים מחקרי אורך פרוספקטיביים הבוחנים את הקשר בין כישורים קוגניטיביים ורמת הכנסה (Hanushek ו- Woessman, 2008). בבדיקתם את הקשרים בין רמת הכנסה ומיומנויות קוגניטיביות בקרב בני 15-18 כפי שנמדדו על ידי "מבחן הסיווג של הצבא" [Armed Forces Qualifying Test] מצאו ניל וג'ונסון (Neal ו- Johnson, 1996) כי, ללא שליטה במשתנה של רקע משפחתי, עלייה של סטיית תקן אחת בציוני המבחן התאימה לעלייה של כ- 20% ברמת ההכנסה, בקרב גברים ונשים כאחד. על-פי נתונים שנתקבלו מ"הסקר הלאומי של התפתחות הילד" [National Child Development Survey], שעקב אחר מחזור ילדים בריטים שנולדו ב-1958 מלידתם עד גיל העמידה, מצאו Currie ו- Thomas (1999) קשר בין תוצאות מבחנים בקריאה ובחשבון שבהם נבחנו ילדים בני 7 לבין משכורותיהם ותעסוקתם בגיל 33. גם כאשר נעשה ניסיון נרחב לשלוט במשתנה של רקע משפחתי, המודלים שלהם מראים הבדלים בשיעורים של 10-20 אחוז ברמת השכר עבור גברים ונשים כאחד ברבעון העליון וברבעון התחתון של התפלגות הציונים. במחקרם (1995) הצביעו Murnane, Willett ו- Levi על קיומים של קשרים בין ציוני מבחנים במתמטיקה של שני מחזורי גיל של תלמידי י"ב לבין משכורותיהם בהיותם בני 24.

גורמי אישיות

מחקר חשוב בתחום זה הוא מחקרם של Barrik, Mount, ו- Judge (2001) שקיים מטא-אנליזה מסדר שני של תוצאותיהן של 11 מטא-אנליזות קודמות של קשרים פשוטים בין מודל חמשת גורמי האישיות ובין תפקוד בעבודה. הם מצאו כי קיימת קורלציה תקפה בין התארגנות ותפקוד בעבודה

בכל מדדי התפקוד שנבדקו, עם קורלציות ממוצעות בטווח שבין 0.20 ו-0.30. נמצאה קורלציה בין יציבות רגשית וכלל התפקוד בעבודה אף כי קורלציה זו לא נמצאה בכל הקריטריונים של תפקוד בעבודה שנבדקו. בשאר הגורמים – מוחצנות, פתיחות ונעימות – לא נמצאה קורלציה עקבית בינם לבין התפקוד בעבודה.

במחקר חדש יותר, השתמשו Cunha ו-Heckman (2008) בנתונים של מחקר אורך כדי לבחון התפתחות קוגניטיבית ולא-קוגניטיבית על פני רצף הזמן, והשפעתה על השלמת 12 שנות לימוד ורמת הכנסה. הם פיתחו סוללת תוצאות של מבחני כישורים קוגניטיביים, שהתמקדה בקונסטרוקט של התנהגות אנטי-חברתית, שבו צירפו אל תוצאות מבחני הכישורים הקוגניטיביים את ההתנהגויות הבאות: חרדה, עקשנות, היפראקטיביות ועימותים עם בני קבוצת השווים. על-פי מספר היבטים של התפתחות הילד, וביניהם היבטים פסיכולוגיים, נוירולוגיים, חברתיים, ועוד, הם יצרו דגם של מסלול ההתפתחות והעריכו את ההשפעה של השקעה בכישורים קוגניטיביים ולא קוגניטיביים על הנתונים של השלמת 12 שנות לימוד ורמת הכנסה (בגיל 23) בשלוש תקופות שונות בפרק הזמן שבין גיל 6 וגיל 13. ההשקעה ההורית שנבחנה כללה רכישת ספרים וכלי נגינה, מינוי לעיתונים, שיעורים פרטים, ביקורים במוזיאונים וביקורים בתיאטרון.

המחברים מצאו כי, ככל שהילד מתבגר, השפעת החזר ההשקעה עוברת באופן בולט מהכישורים הקוגניטיביים, המושפעים ממנה בין גיל 6-9, אל הכישורים הלא קוגניטיביים, בהם מתבטאת עיקר ההשפעה של ההשקעה ההורית בין גיל 9-13. כמו כן, הם מצאו הוכחות לכך שתוצאות [ההשקעה ההורית] בתחום הכישורים הלא קוגניטיביים תורמות לבישגים במבחנים שבדקו כישורים קוגניטיביים, אך נמצאו רק הוכחות מעטות לכך שציוני מבחנים משפיעים על ההישגים בתחום הכישורים הלא קוגניטיביים. על-פי ממצא זה, השקעות בכישורים לא קוגניטיביים עשויות לתרום ליצרנות כלכלית לא רק באופן ישיר אלא גם על ידי שיפור ההישגים הקוגניטיביים.

אחד הקשיים בהערכה של מחקרים ובהשוואת הקשרים היחסיים בין תוצאות בשוק העבודה לבין כישורים – הן קוגניטיביים והן לא-קוגניטיביים, הוא היעדר מדדים מוצקים למדידת כישורים לא קוגניטיביים. כישורים קוגניטיביים נמדדים באמצעות מבחנים מתוקננים, מבוססים ותקפים. לעומת זאת, כישורים לא קוגניטיביים כמעט תמיד נמדדים באמצעות דירוג ולא במבחנים – בין דירוג עצמי ובין דירוג על ידי תצפיות הנערכות על ידי אנשים שאינם מומחים.

דרישות שוק העבודה וכישורי המאה ה-21

בארבעת העשורים האחרונים גברה בבירור דרישת שוק העבודה לעובדים בעלי מספר גבוה יותר של שנות לימוד. יש גם הוכחות מסוימות לכך שהמעסיקים מעריכים ומתגמלים כיום תמהיל - שאינו מוגדר כהלכה - של כישורים קוגניטיביים, תוך-אישיים ובין-אישיים. כפי שצוין בפרקים הקודמים, תפיסתה של הוועדה היא, שמיומנויות המאה ה-21 הן מימדים של כישורים אנושיים שהיו בעלי ערך במשך מאות שנים, ולא מיומנויות המועילות ומתאימות ספציפית לימינו שנוצרו לפתע, יש מאין. אחד ההבדלים בין ההווה והעבר נובע אולי מכך שהחברה כיום שואפת שכל התלמידים יגיעו לרמות של שליטה בתחומים מרובים של כישורים וידע, אשר בעבר לא היו נחוצות לצורך הצלחתו של הפרט בלימודיו ובמקום עבודתו. הבדל נוסף נובע אולי מכך שהשימוש בטכנולוגיה הדיגיטלית להעברה ולשיתוף של מידע הוא כה נפוץ כיום. אף כי הכישורים הבסיסיים המשמשים אותנו לקיום תקשורת ולעיבוד מידע לא השתנו כלל, הרי שכיום הם מיושמים בקצב מוגבר ומשמשים לביצוע משימות בהקשרי חיים מגוונים, בבית, בבית-הספר ובמקום העבודה.

הכישורים הדרושים לעובדים כדי לענות על צרכיה של הכלכלה השתנו במשך הזמן עקב גורמים שונים, כולל שינויים בהתפלגות המקצועות. ב-40 השנים האחרונות, פחת מאד הצורך בתפקידי צווארון כחול: ב-1979 תפקידים אלה היוו בערך שליש מכלל המשרות במשק [האמריקאי] ואילו ב-2009 הם היוו רק חמישית. במקביל, באותו פרק זמן, פחת גם הצורך בתפקידי מנהלה וסמך כגון תיוק ומזכירות, המסווגים כתפקידי צווארון לבן. ירידה מהירה זו בעבודות הדורשות מיומנויות ברמות ביניים ומתוגמלות בשכר בינוני לוותה בצמיחה מהירה בתפקידים שבתחתית ובצמרת שוק העבודה, מגמה שפירושה הגדלת הקיטוב בשכר וברמות ההשכלה הנדרשות (Katz, Autor, ו-Kearney, 2008).

למסקנה דומה הגיעו גם Goos, Manning ו-Salomons (2009), שהתבססו על ניתוח נתוני תעסוקה ושכר באירופה. מסקנתם היא שהטכנולוגיה הייתה הגורם העיקרי לקיטוב בשוקי העבודה באירופה, שכן היא גרמה לחיסולם של תפקידים שגורים [routine] המרוכזים ברמת הביניים בתחומי הייצור והפקידות המשרדית, ובמקביל הוסיפה תפקידים לא שגורים [nonroutine] הן במשרות המקצועיות המתוגמלות בשכר גבוה והן במשרות השירות המתוגמלות בשכר נמוך.

מסקנות והמלצות

בספרות המחקר הקיימת אין די ראיות לקשר בין כישורים שונים - קוגניטיביים, תוך-אישיים ובין-אישיים, והראיות הקיימות אינן אחדות באיכותן. ההוכחות המוצקות ביותר לקשר סיבתי, בייחוד הוכחת ההשפעה של 12 שנות לימוד על תוצאות בקרב אנשים בוגרים, מבוססות על שיטות סטטיסטיות המאפשרות לנתח את הנתונים באופן מקורב כמערך ניסוי.

- הראיות הקיימות בספרות המחקר מוגבלות ורובן מבוססות על מחקרי קורלציה; **עד היום, רק מחקרים מעטים הוכיחו קשר סיבתי בין אחד או יותר מכישורי המאה ה-21 לבין תוצאות בחייהם של אנשים בוגרים.** המחקר בחן מגוון רחב של כישורים אשר לא תמיד ברור מהי הגדרתם או מהו טיב השוני בינם לבין כישורים נלווים.

- המחקר שבדק כישורים קוגניטיביים נרחב יותר מהמחקר שהתמקד בכישורים תוך-אישיים ובין-אישיים, ומצביע על קיומה של **קורלציה חיובית עקבית (מתונה) בין כישורים קוגניטיביים לבין התוצאות הרצויות בתחומי ההשכלה, התעסוקה והבריאות.** נמצאה קורלציה חיובית גם בין כישורים לימודיים בילדות המוקדמת לבין התוצאות הרצויות הנ"ל.

- בין הכישורים התוך-אישיים והבין-אישיים, **הקורלציה הגבוהה ביותר היא בין התארגנות (התמדה בשמירת סדר וארגון, אחריות, שקדנות) לבין התוצאות הרצויות בתחומי ההשכלה והתעסוקה.** להתנהגות אנטי-חברתית, המאופיינת במימדים תוך-אישיים ובין-אישיים כאחד, יש קורלציה נמוכה עם התוצאות הרצויות הנ"ל.

הראיות המוצגות בפרק זה מצביעות באופן כללי על כך שכישורים קוגניטיביים הניתנים למדידה, תווי אישיות וכישורים תוך-אישיים ובין-אישיים אחרים המתפתחים בילדות ובגיל ההתבגרות הם, במקרה הטוב ביותר, כלים מוגבלים לניבוי הצלחה בחייו הבוגרים של אדם, בייחוד בשוק העבודה. לעומת זאת, מספר שנות הלימוד הוא כלי ניבוי מוצק ביחס להצלחה בשוק העבודה, גם במערכי ניסוי שבהם המתאר הניסויי היה מבוסס על השמה אקראית בקירוב.

- **מספר שנות הלימוד הוא כלי מוצק לניבוי רמת ההכנסה של האדם בבגרותו וכן לניבוי חוסנו הבריאותי ומעורבותו האזרחית.** יתר על כן, בעלי רמות השכלה גבוהות יותר נוטים לרכוש יותר ידע ומיומנויות במקום העבודה לעומת בעלי רמות השכלה נמוכות מהם, ומסוגלים, במידה מסוימת, להעביר את מה שלמדו גם לעיסוקים אחרים.

היבטים של למידת עומק

לדעת הוועדה, הקונצנזוס הקיים בנוגע לחשיבותה של למידת עומק ורכישת כישורי המאה ה-21 משקף סוגיה רבת שנים בחינוך ובהכשרה: השאיפה שאנשים יפתחו ידע ומיומנויות הניתנים להעברה. לסוגיה זו מתלווה האתגר הכרוך ביצירת סביבות למידה התומכות בפיתוח הכישורים הקוגניטיביים, התוך-אישיים, והבין-אישיים, המאפשרים ללומד להעביר את מה שלמד לסיטואציות חדשות ולבעיות חדשות. כישורים אלה כוללים הן ידע בתחום מסוים והן ידע כיצד, מדוע, ומתי ליישם ידע זה כדי להשיב לשאלות ולפתור בעיות – תבניות של ידע משולב [אינטגרטיבי] שאותו אנו מכנים כישורי המאה ה-21 ובו נדון בהמשך.

אם מטרת ההוראה היא להכין את התלמידים לבצע מטלות או לפתור בעיות זהות לאלה שעמן התמודדו במהלך ההוראה, כי אז למידת עומק אינה נחוצה. למשל, אם אדם נדרש בעבודתו לחבר בדיוקנות מספרים המופיעים ברשימה, עליו להיות בקיא בפעולת החיבור אך אינו זקוק ללמידת עומק בנוגע לטיב המספרים ולתורת המספרים – ידע המאפשר העברה לסיטואציות חדשות הכרוכות ביישום של עקרונות מתמטיים. כפי שצוין בפרק הקודם, הטכנולוגיה העכשווית צמצמה את הדרישה למיומנויות שגורות מסוג זה (לדוגמא, ר' Levy, Murnane ו-2003). הצלחה בעבודה ובחיים במאה ה-21 מקושרת עם כישורים קוגניטיביים, תוך-אישיים, ובין-אישיים, המאפשרים לאנשים להסתגל ביעילות למצבים משתנים במקום להסתמך אך ורק על נהלים חבטים.

כאשר יעד ההוראה הוא לגרום לכך שהתלמידים ירכשו את היכולת לפתור בהצלחה בעיות חדשות ולהסתגל למצבים חדשים, כי אז יש צורך בלמידת עומק, כלומר, למידה המאפשרת לתלמידים לפתח ידע הניתן להעברה וליישום בפתרון בעיות חדשות או בהסתגלות יעילה למצבים חדשים.

סקירה היסטורית קצרה של התיאוריה והמחקר בדבר למידה לצורך העברה

העברה הייתה אחד הנושאים בראש סדר היום של המחקר, הן בפסיכולוגיה והן בחינוך, ועדיין, זה 100 שנים, נושא זה הוא במוקד המחקר העוסק בהוראה ובלמידה. מספרות המחקר שהצטברה עד היום עולה, כי למרות שאיפתנו להגיע לדרכי העברה נרחבות, ידע אינו ניתן להעברה בקלות; עם זאת, המחקר גם שופך אור על תנאי הוראה התומכים בדרכי העברה רצויות הניתנות להשגה.

העברה ספציפית היא הרעיון שלפיו, אם אדם לומד א' יש לכך השפעה על למידת ב' רק במידה שיש מכנה משותף בין המרכיבים של א' ו-ב'. למשל, לימוד לטינית יכול לסייע ללימוד ספרדית רק הודות

לדמיון בין שתי שפות אלה בחלק מאוצר המילים ובאופן הטיית הפעלים. לעומת זאת, העברה כללית היא הרעיון שאם לומדים א' יש לכך השפעה על הלימוד של ב' מפני שהלימוד של א' מחזק בלומד מאפיינים כלליים או ידע בעלי רלוונטיות כללית (כגון תרגול חשיבה או עקרונות כלליים).

Judd (1908) נטע תקווה מסוימת כאשר הצביע על כך שהעברה לסיטואציות חדשות תלויה בשיטת ההוראה שבה משתמשים בתחילת תהליך הלמידה, וכי יש שיטות הוראה מסוימות התומכות בהעברת ידע למצבים חדשים, בעוד ששיטות הוראה אחרות אינן תומכות בכך. אחד ההיבטים החשובים בממצא של Judd הוא, שהעברה מתרחשת רק במצבים חדשים שבהם נדרשים אותם עקרונות כלליים שנדרשו במטלה המקורית, אף כי ניתן ליישם העברה במצבים המצריכים התנהגות שונה.

אף כי אין בספרות המחקר חיזוק משכנע לקיומה של העברה כללית במובן הרחב של מושג זה, יש הוכחות מעודדות למה שניתן לכנות "העברה ספציפית של עקרונות כלליים" בגבולותיו של נושא מסוים, אם משתמשים בשיטות הוראה יעילות.

תובנה – המעבר ממצב של חוסר ידיעה כיצד לפתור בעיה, למצב של ידיעה כיצד לפתור אותה – היא לב-לבה של חשיבה פורייה, והייתה נושא מרכזי שנחקר על ידי פסיכולוגיית הגשטלט (Duncker, 1945; Mayer, 1995). הפסיכולוגים המתמחים בשיטת הגשטלט הדגישו גם את ההבחנה בין למידת שגרה (שבה לומדים לבצע נהלים באופן עיוור) ולמידה משמעותית (שבה נדרשת הבנה מעמיקה יותר של מבנה הבעיה ודרך פתרונה); הם סיפקו הוכחות לכך שלמידה משמעותית מובילה להעברה, ולא כן למידת שגרה (Katona, 1940).

הקשר בין למידת עומק וכישורים קוגניטיביים

אנו מגדירים למידת עומק לא כתוצר אלא כתהליך של עיבוד – המתרחש הן במוחו של הפרט והן באמצעות אינטראקציות חברתיות בקהילה – וכישורי המאה ה-21 הם תוצאותיו של העיבוד, בדמותן של למידה המתבטאות בידע הניתן להעברה, והמיומנויות הנובעות ממנו.

רכיבי הארכיטקטורה הקוגניטיבית

אחד משלבי ההתקדמות החשובים ביותר שנבעו מהמחקר והתיאוריה הוא הרעיון של ארכיטקטורה קוגניטיבית – מערכת עיבוד המידע, השולטת בזרימת המידע ובאופן שבו הוא נרכש, מאוחסן,

מיוצג, מתוקן, ומונגש במוח. המחקר זיהה את המאפיינים המבחינים של סוגי הזיכרון השונים ואת המנגנונים שבאמצעותם הם מתקשרים ביניהם:

זיכרון פועל [working memory]

זיכרון פועל הוא הזיכרון שבעזרתו אנו מעבדים מידע מייד עם הופעתו, ופועלים על-פיו (Baddeley, 1986). זיכרון פועל הוא מערכת מודעת המקבלת קלט מחוצצי זיכרון הקשורים עם מערכות החושים השונות. יש גם הוכחות ניכרות לכך שזיכרון פועל יכול לקלוט מידע ממערכת הזיכרון לטווח ארוך.

זיכרון לטווח ארוך

זיכרון לטווח ארוך מכיל שני סוגים נבדלים של מידע – מידע סמנטי על "העולם כפי שהוא" ומידע הליכי [פרוצדוראלי] על "איך דברים מתבצעים". בניגוד לזיכרון הפועל, זיכרון לטווח ארוך הוא למעשה מחסן מידע בלתי מוגבל. לכן, יש היגיון בכך שננסה להעביר את הנטל שבפתרון בעיות מהזיכרון הפועל אל הזיכרון לטווח ארוך.

יכולות למידה כלליות ותהליכי פתרון בעיות

המחקר הקוגניטיבי הראה שתהליכים כלליים של פיתרון בעיות, שאינם ספציפיים לתחום דעת מסוים, הם על-פי-רוב איטיים ובלתי יעילים. הליכים כלליים, המכונים "שיטות חלשות", הם:

- טיפוס על הר: פותרים את הבעיה על ידי כך שצועדים צעד אחר צעד אל עבר היעד או משימת-העל.
- ניתוח האמצעים והמטרות: פותרים את הבעיה על ידי כך שלוקחים בחשבון את המכשולים הזרועים בין נקודת המוצא - שם נמצאת הבעיה, ובין היעד.
- אנלוגיה: פותרים את הבעיה על ידי שימוש בפיתרון שנמצא כבר בעבר לבעיה דומה. עם זאת, נמצאו הוכחות לכך שאנשים שלמדו לפתור בעיה ראשונה, בדרך כלל אינם בעלי יכולת עדיפה לפתרון בעיה שנייה בעלת דמיון אנלוגי לבעיה הראשונה.
- ניסוי וטעייה: פותרים בעיה על ידי ניסוי פתרונות באקראי, עד להשגת המטרה.

פותרים בעיות הניצבים בפני בעיה שאינה בתחום מומחיותם משתמשים בשיטות חלשות אלה כדי לצמצם את מרחב החיפוש ולהקל על ידי כך את פתרונה של הבעיה החדשה. ואולם, בדרך כלל,

מצפים שהלומד יפעיל שיטות חזקות – אלגוריתמים ספציפיים יחסית, המשמשים את התחום המסוים, ומאפשרים פיתרון יעיל של בעיות. בעזרת שיטות חזקות, כאשר הן קיימות, מגיעים לפתרונות לאחר חיפוש קצר או ללא כל חיפוש. למשל, מי שבקיא בחדר"א, ימצא את הפונקציה המקסימאלית על ידי שימוש באלגוריתם מוכר (מציבים את הנגזרת שווה לאפס).

ארגון מידע: סכימות וההבדלים בין מומחים ומתחילים

אף כי שיטות חלשות הן המפלט האחרון כאשר ניצבים בפני מצבים חדשים, אנשים בדרך כלל מנסים לפרש מצבים בדרך שמאפשרת להם ליישם סכימות – שיטות ייעודיות במידה מסוימת, שנלמדו בעבר (כלומר, שיטות חזקות) לארגון ידע בזיכרון בדרכים המועילות לפיתרון בעיות. סכימות מסייעות לנו להבין נתונים מורכבים על ידי כך שהן אורגות אותם בדגמים הגיוניים.

קיומן של סכימות לפתרון בעיות הודגם במגוון רחב של הקשרים. מחקרים נרחבים מראים כי האופן שבו תלמידים "מייצגים" בעיני רוחם (יוצרים דגם רעיוני של) מידע הכלול בבעיה במתמטיקה או במדעים או בטקסט כתוב, תלוי בארגון הידע שרכשו בעבר. תוך כדי הלמידה, נוצרים מבנים מאורגנים של ידע המשתכללים ככל שנצבר יותר ניסיון. הודות למבנים אלה ניתן לבנות ייצוג או דגם רעיוני המוביל אל פתרון הבעיה ולרכישת לימוד נוסף, מבלי להזדקק לניסוי וטעייה; מבנים אלה מאפשרים גם לנסח אנלוגיות ולהקיש היקשים המוליכים במהרה למידה של ידע חדש ויעילות בפתרון בעיות (Glaser ו-Baxter, 1999).

מחקרים שנערכו בחמשת העשורים האחרונים הולידו ידע נרחב על האופן שבו אנשים לומדים תכנים והליכים בתחומי ידע ספציפיים. החוקרים התעמקו בטיב המומחיות ובאופן שבו אנשים רוכשים גופי ידע נרחבים על פני פרקי זמן ממושכים. המחקרים חשפו את סוגי המבנים הרעיוניים התומכים בפתרון בעיות ובלמידה בתחומי ידע שונים, החל משחמט וכלה בפיזיקה; מה המשמעות של פיתוח מומחיות בתחום ידע מסוים; ובמה נבדלת חשיבתם של מומחים מזו של מתחילים.

ביצועים של מומחים נבדלים מאלה של מתחילים לא רק מבחינת היכולות המנטאליות הכלליות שלהם, כגון זיכרון, אינטליגנציה זורמת [fluid intelligence] או אסטרטגיות כלליות של פתרון בעיות. מומחים הם בעלי מאגרים נרחבים של ידע ומיומנויות שנרכשו בתחום מסוים, ואולי אף חשוב מכך – ידע זה מאורגן אצלם באופן שהוא ניתן לשליפה מהירה ויישום.

במגוון רחב של תחומים – מרפואה ועד מוסיקה, מחקרים שבדקו מומחיות הראו שוב ושוב כי מומחים מעבירים לזיכרון ארוך הטווח מאגרים גדולים של עובדות והליכים סדורים היטב ובייחוד ידע יעודי בנושא התמחותם (Glaser, Chi ו-Rees, 1982; Chi ו-Koeske, 1983). מעל הכול, הם

מצפינים ומארגנים ביעילות את המידע האמור בסכימות הקשורות זו בזו באופן הדוק. כאשר מומחים ניצבים בפני בעיה, מאפשרות להם שיטות קידוד אלה לשלוף את ההיבטים הרלוונטיים של הידע האצור בקרבם.

נושא המעסיק את החוקרים במיוחד הוא האופן שבו מומחים מצפינים מידע או מחלקים אותו ליחידות בעלות משמעות על-פי מכנה משותף בסיסי הטמון במאפיינים או בפונקציות של המידע. כאשר עושים זאת ביעילות, נטל החשיבה עובר מהזיכרון הפועל - שיכולתו מוגבלת - אל הזיכרון לטווח ארוך. מומחים מסוגלים לייצג בעיות במדויק על-פי עקרונותיהן הבסיסיים, והם יודעים במהרה מתי ליישם הליכים ואסטרטגיות מסוימים כדי לפתור כל בעיה.

לא ניתן לצמצם את הידע של המומחה לקבוצות של עובדות והיגדים מבודדים. אופן הקידוד של הידע שאוצר המומחה גורם לכך שידע זה מתחבר להקשרים ולתנאים שבהם הוא ישים. מכיוון שהידע של המומחה נתון להתניות, אין המומחה נדרש לחפש במאגר הנרחב הכולל את כל הידע שברשותו כאשר הוא ניצב בפני בעיה.

אימון ומשוב

לכל תחום ידע ומיומנות יש מכלול של מושגים, תוכן עובדתי, הליכים וסעיפים אחרים שכולם יחד מהווים את הידע באותו תחום. כדי לפתח ידע מעמיק בתחום מסוים כגון ידע של מומחה, כולל התנאים ליישום, דרושים זמן רב והתמקדות, וכן הזדמנויות לאימון ולקבלת משוב.

חוק הכוח של האימון: רכישת מיומנות דורשת זמן, ולעתים דרושות מאות או אלפי הזדמנויות של אימון בשליפה של פיסת מידע או בביצוע הליך מסוים. חוק זה חל על מגוון רחב של משימות, החל מהקלדה במקלדת ועד לפתרון בעיות בהנדסה (Rosenbloom ו-Newell, 1987). על-פי חוק הכוח של האימון, המהירות והדיוק בביצוע פעולה קוגניטיבית פשוטה או מורכבת גוברים באופן שיטתי, לא-קווי, לאחר ביצוע ניסיונות ברצף.

בשלב הראשוני של תהליך זה, נדרש מאמץ שכן הביצוע תלוי במידה רבה במגבלותיו של הזיכרון הפועל. אנשים צריכים ליצור ייצוג של המשימה שהם מתבקשים לבצע, ולעתים הם מהרהרים בה בקול או "ממללים את פעולותיהם תוך כדי ביצוע המשימה". כאשר רכיבי המיומנות מיוצגים היטב בזיכרון ארוך הטווח, ניתן לעקוף את ההסתמכות המסיבית על הזיכרון הפועל, לרבות כל מכלול הבעיות הנובעות ממגבלותיו. כתוצאה מכך, ניתן לממש את המיומנות באופן רהוט ובהמשך – אוטומטי. כאשר הביצוע אוטומטי, המיומנות דורשת מעט מאוד בקרה מודעת, וכך מתפנה יכולת שכלית להתמקדות בנושאים אחרים.

ואולם, אין די באימון כדי להבטיח רכישת מיומנות כלשהי. גם לתנאים שבהם מתבצע האימון יש חשיבות. חוק נוסף לרכישת מיומנויות כרוך ב*דעיית התוצאות*. אנשים רוכשים מיומנויות בקצב מואץ כאשר הם מקבלים משוב לגבי טיב פעולתם. אם פעולתם שגויה, עליהם לדעת במה שגו. מחקרים הראו כבר לפני שנים רבות שאימון ללא משוב מייצר למידה מעטה ביותר (Thorndike, 1927).

העיתוי והאיכות של המשוב משפיעים על יעילותו בזירוז תהליך הרכישה של מיומנויות וידע (Pashler ואח', 2005; Shute, 2008). העיתוי המיטבי למתן משוב משתנה בהתאם לסוג משימת הלמידה ולמורכבותה, וכן למאפייניו של הלומד. למשל, משוב מיידי עשוי למנוע במהירות המשכו של אימון שגוי, אך גלומים בו גם חסרונות, כולל האפשרות שיחניק את המוטיבציה ויצמצם הזדמנויות לתיקון טעויות על ידי הלומדים עצמם – פרקטיקה שמפתחת מיומנויות של ויסות עצמי בלמידה. יש הוכחות גוברות לכך, שמשוב המסביר מדוע האימון שגוי, הוא בעל ערך רב יותר ללמידה מאשר משוב שמסתפק בסימון השגיאות (Roscoe ו-Chi, 2007; Shute, 2008; National Research Council, 2011a).

מהותה של למידת עומק

סקירת המחקר שהוצגה עד כאן בפרק זה מאפשרת לנו לתאר ביתר בהירות את מהותה של למידת העומק. ראשית, ממחקרי העבר שבדקו את נושא העברת הלמידה עולה כי היכולת להעביר ידע ומיומנויות שפותחו באמצעות למידת עומק נתונה למגבלות. **העברה מתאפשרת בגבולותיו של נושא או תחום ידע אם משתמשים בשיטות הוראה יעילות**. שנית, מהמחקר שבדק מומחיות עולה שלמידת עומק כרוכה בפיתוח ידע סדור בתחום ספציפי, שניתן לשליפה מהירה לצורך יישום (העברה) בפתרון בעיות חדשות באותו תחום ידע. שלישית, המחקר מצביע על כך שלמידת עומק דורשת אימון נרחב, תוך קבלת משוב מוסבר, המסייע ללומדים לתקן את טעויותיהם ולתרגל מהלכים נכונים, וכן כי סביבות למידה המצוידות במולטימדיה יכולות לספק משוב מסוג זה.

בהתבסס על מחקרי פסיכולוגיית הגשטלט, באפשרותנו להבחין בין סוגים שונים של מבחנים ושל הלמידה שאותה הם מודדים. מבחנים דחויים [retention tests] מיועדים להעריך באיזו מידה הלומדים זוכרים את החומר שהוצג בפניהם באמצעות משימות היזכרות (כגון, "מהי ההגדרה של למידת עומק?") או משימות היכר [recognition tasks] (כגון, "אילו מהמשפטים הבאים אינם חלק

מההגדרה של למידת עומק? בעוד שמבחנים דחויים ומבחני היכר משמשים לעתים קרובות במסגרות חינוכיות, פסיכולוגים העוסקים בפסיכולוגיה ניסויית משתמשים במבחני העברה כדי לעמוד על יכולתם של הלומדים להשתמש בידע שלמדו בעבר, במצבים חדשים, לצורך פתרון בעיות או לימוד דבר חדש.

אף כי השימוש בחושים כדי להתמודד עם מידע רלוונטי הוא אולי כל מה שנחוץ כדי להצליח במשימות דחויים, הצלחה במבחני העברה דורשת עיבוד מעמיק יותר הכולל ארגון מידע חדש ותכלול עם ידע קודם שהלומד כבר רכש. תהליך קוגניטיבי מעמיק זה מפתח מיומנויות של המאה ה-21 – ידע המאוחסן בזיכרון ארוך הטווח של הלומד, וזמין לשימוש במצבים חדשים.

תוצאותיהם של שני סוגים שונים של הערכה יכולות לשמש להבחנה בין שלושה סוגים שונים של הישגי למידה – אפס למידה, למידת שגרה, ולמידה משמעותית. אפס למידה מתבטא בתפקוד נמוך במבחנים דחויים ובמבחני העברה. למידת שגרה מתבטאת בתפקוד טוב במבחנים דחויים ותפקוד נמוך במבחני העברה. **למידה משמעותית (או למידת עומק) מתבטאת בביצועים טובים הן בהפנמת המידע הנלמד לאורך זמן [retention], והן בהעברה.** לפיכך, המאפיין המבדיל למידה משמעותית (או למידת עומק) מלמידה אחרת הוא יכולתו של הלומד להעביר את מה שלמד למצבים חדשים.

רכיבים של למידת עומק

לשיטתו של Mayer (2011a), למידת עומק כרוכה בפיתוח רשת של קשרי גומלין בין 5 סוגי ידע:

- עובדות, היגדים על אודות מאפיינים או קשרים בין גורמים שונים ביקום;
- מושגים, שהם קטגוריות, סכימות, מודלים או עקרונות;
- הליכים [פרוצדורות] או תהליכים המתבצעים שלב אחר שלב;
- אסטרטגיות, שיטות כלליות; ו-
- דעות/אמונות של הלומד על הלמידה של עצמו.

מאייר (2010) גרס שהפיכתו של ידע נרכש ללמידת עומק והעברה מושפעת מהאופן שבו הלומד מארגן את חמשת סוגי הידע הנ"ל. למשל, הסיכוי להעברה של ידע עובדתי גובר אם הידע העובדתי עובר תְּכָלוּל [אינטגרציה] לעומת ידע הנשמר כפיסות מבודדות של מידע; הסיכוי להעברה של ידע מושגי [קונספטואלי] גובר כאשר הוא מאורגן סביב סכימות, מודלים או עקרונות כלליים. נהלים, שתורגלו עד כדי הפיכתם לאוטומטיים ומוטמעים בזיכרון ארוך הטווח, ניתנים להעברה ביתר קלות לצורך פתרון בעיות חדשות, לעומת הליכים הדורשים חשיבה מרובה ומאמץ.

למידת עומק כרוכה בתיאום בין כל חמשת סוגי הידע. הלומד רוכש רשת של קשרי גומלין הבנויה מעובדות ספציפיות, מפעיל הליכים באופן אוטומטי, מזקק סכימות ומודלים רעיוניים, ומזקק אסטרטגיות קוגניטיביות ומטא-קוגניטיביות; במקביל, הוא מפתח אמונות מְפֹרוֹת בנוגע ללמידה. באמצעות תהליך זה, הלומד מפתח ידע הניתן להעברה, המקיף לא רק את העובדות וההליכים התומכים בשימור ארוך טווח אלא גם את המושגים, האסטרטגיות והאמונות הדרושים להצלחה במשימות העברה. לשיטתנו, מושגים, אסטרטגיות חשיבה ואמונות אלה נמנים עם מיומנויות המאה ה-21.

לומדים בראשית דרכם נוטים לאגור עובדות כיחידות נפרדות בעוד שמומחים מאחסנים אותן ברשת של קשרי גומלין. המתחילים נוטים ליצור קטגוריות המבוססות על מאפיינים הנראים על פני השטח, בעוד שמומחים יוצרים קטגוריות המבוססות על מאפיינים מבניים. מתחילים נדרשים למאמץ מודע כדי ליישם הליכים, ואילו המומחים כבר סיגלו לעצמם אוטומטיות בהפעלת הליכים בסיסיים, ועל ידי כך הם מתפנים מהצורך להשקיע מאמץ מודע לצורך יישומם. מתחילים נוטים להשתמש באסטרטגיות כלליות של פתרון בעיות כגון ניתוח של אמצעים ומטרות, הדורשים אסטרטגיה של התקדמות ב"הילוך אחורי" מהמטרה אל נקודת ההתחלה, ואילו מומחים נוטים להשתמש באסטרטגיות ספציפיות של פתרון בעיות, המותאמות לסוגים ספציפיים של בעיות בכל תחום ידע, תוך הפעלת אסטרטגיה של התקדמות קדימה, החל מהנתונים המוצגים בפניהם. לבסוף, מתחילים עלולים להחזיק באמונות שאינן מְפֹרוֹת אותם, כגון הדעה שביצועיהם תלויים ביכולתם, ואילו מומחים עשויים להחזיק באמונות מְפֹרוֹת, כגון הדעה שאם ישקיעו את המאמץ הנדרש הם יצליחו לפתור את הבעיה.

התחום התוך-אישי

התחום התוך-אישי מקיף מגוון של כישורים הטמונים באדם ופועלים בהקשרים ובמצבים שונים בחיים, כולל מצבי למידה.

תפקידן של אמונות ומוטיבציה בתהליך הלמידה

לאמונותיהם של תלמידים ביחס ללמידה יכולה להיות השפעה משמעותית על הלמידה והביצועים שלהם (למשל, Leggett ו-Dweck, 1988). לדוגמא, תלמידים רבים מאמינים, על סמך המטלות האופייניות בכיתה ובשיעורי הבית, שניתן לפתור כל בעיה בחשבון בחמש דקות לכל היותר, ואם הם לא מצליחים תוך פרק הזמן הזה להגיע לפתרון, הם מוותרים. **צעירים ובוגרים רבים מאמינים גם שכישורן במתמטיקה ובמדעים הוא כישורן מולד, ולכן, בתחומי ידע אלה, אין להם מוטיבציה רבה להתמיד כאשר הם נתקלים בבעיה שאינם מבינים מייד.** לעומת זאת, אנשים המאמינים כי הם מסוגלים להבין נושאים שאינם מופרים להם, מצליחים לעתים קרובות כי הם משקיעים בכך מאמץ ממושך יותר.

על-פי מחקר בפסיכולוגיה חברתית, תלמידים המייחסים תפקוד נמוך בלימודים לתכונות שאותן הם תופסים כקבועות (כגון אינטליגנציה נמוכה באופן כללי או חוסר כישורן למתמטיקה בפרט), הם לא ישקיעו לא זמן ולא מאמץ לשיפור ביצועיהם. כך נוצר מעגל קסמים המחמיר הן את ייחוס התכונות השליליות והן את התפקוד הנמוך (Storms ו-Nisbett, 1970).

תלמידים המייחסים ציון נמוך לגורמים חולפים, כגון ירידה זמנית בהשקעת מאמץ, במקום 'להאשים' בכך חוסר אינטליגנציה בכלל או חוסר יכולת במתמטיקה בפרט, הם בעלי מוטיבציה גבוהה יותר להשקיע מאמץ בלימודיהם. כתוצאה מכך, ציוניהם משתפרים, וכך מתחזקת אמונתם של תלמידים אלה כי ביכולתם להצליח בלימודים, ופוחת הסיכוי שהם ייחסו השגת ציונים נמוכים לגורמים שאינם בשליטתם.

חשיבותה של מטא-קוגניציה

מומחים מתאפיינים במיומנויות חזקות של מטא-קוגניציה (Hatano, 1990). הם מנהלים בקרה של תהליך פתרון הבעיות של עצמם, בוחנים את מגבלות הידע שלהם, ונמנעים מייחוס פרשנויות פשוטות לבעיות. במהלך הלמידה ופתרון הבעיה, ניכר במומחים שהם מווסתים את ביצועיהם בדרכים שונות, כגון הידיעה מתי ליישם הליך או כלל מסוימים, ניבוי נכונותה או תוצאותיה של פעולה מסוימת, תכנון מראש, וחלוקה יעילה של המשאבים הקוגניטיביים והזמן העומדים לרשותם.

לומדים בעלי כישורי למידה חזקים מסוגלים להסביר אילו אסטרטגיות משמשות אותם לפתרון בעיה מסוימת, ומדוע, ואילו בקרב תלמידים שכישורי הלמידה שלהם חלשים יותר בקרת החשיבה

מתבצעת רק באופן מזדמן ובלתי יעיל, וההסברים שהם מספקים אינם מלאים (Chi ואח', 1989; Chi ו-VanLehn, 1991).

יש הוכחות רבות למדי לכך שהמטא-קוגניציה מתפתחת במהלך שנות הלימודים בבית הספר; למשל, ילדים גדולים מתכננים את המשימות המוטלות עליהם טוב יותר מילדים קטנים (Karmiloff-Smith, 1979). עם זאת, יש לציין כי במקרים רבים, הוראת מיומנויות של מטא-קוגניציה מושגת באופן מיטבי בתחומי תוכן ספציפיים, שכן יכולת הבקרה של אדם את הבנתו קשורה בקשר הדוק עם ידע ומומחיות בתחום דעת מסוים (National Research Council, 1999).

למידה הנתונה לוויסות עצמי, וויסות עצמי

אמונות של תלמידים בנוגע ללמידה, למוטיבציה ולמטא-קוגניציה הן כולן מימדים של קונסטרוקט נרחב יותר - ויסות עצמי בלמידה, המתמקד בהבנה כיצד הלומדים משתתפים באופן פעיל וממלאים תפקיד תכליתי בתהליך הלמידה על ידי הצבת יעדים, וחתימה להגשמתם.

במודל של Pintrich (2000, 2004), הלומדים עוסקים בארבעת המישורים הבאים של ויסות עצמי, לא בהכרח בסדר עוקב: מחשבה תחילה או תכנון (הצבת יעדים ללמידה); בקרה (ניהול מעקב אחר התקדמות הלמידה); ויסות (הפעלה, ניהול או שינוי של אסטרטגיות הלמידה כדי להשיג את יעדי הלמידה); ו-רפלקציה (יצירת ידע חדש בנוגע למטלות הלימוד או ללומד עצמו).

Wolters (2010) הגיע למסקנה שהדמיון המושגי [קונספטואלי] בין מיומנויות המאה ה-21 לבין מימדים של ויסות עצמי בלמידה מאשש את חשיבותם המכרעת של כישורים כגון הכוונה עצמית, כושר הסתגלות, גמישות, ולמידה שיתופית [collaboration], והציע להסתמך על מחקרים שבדקו וויסות עצמי בלמידה כדי להעמיק את ההבנה בכל הקשור למיומנויות המאה ה-21.

קונסטרוקט הוויסות העצמי בלמידה שימש לתכנון התערבויות בהוראה, המשפרות את התוצאות הלימודיות בקרב אוכלוסיות שונות של תלמידים, החל מכיתות היסוד הנמוכות ועד ללימודים במכללות [לקראת תואר ראשון]. התערבויות אלה מולידות שיפור בציון המשוקלל של התלמיד ובממדי הישגים אחרים בכתבה, בקריאה, במתמטיקה ובמדעים (Wolters, 2010).

עם זאת, יש להוסיף ולחקור כדי לפתח הערכות מגובשות יותר ביחס לוויסות עצמי בלמידה, זאת משום שהמדדים הקיימים (המסתמכים על דיווחים עצמיים, תצפיות ושיטות נוספות) לוקים בחסר ואינם מאששים באופן מוחלט את ההשקפות המקובלות כיום בנוגע ללמידה הנתונה לוויסות עצמי.

ויסות עצמי

ויסות עצמי בלמידה הוא פן אחד של מיומנות נרחבת יותר – ויסות עצמי – הקשורה להתארגנות. ויסות עצמי כולל הצבת יעדים קצרי-טווח וארוכי-טווח, והתמדה בחתירה להגשמתם חרף אתגרים פנימיים וחיצוניים; ויסות עצמי הוא מכלול האסטרטגיות שאדם נוקט כדי לגבור על אתגרים פנימיים, כגון דחפים שאינם מקדמים אותו, או אתגרים חיצוניים שעלולים להופיע במצבים שונים.

מחקרי אורך מצאו שמדדים של מימד הוויסות העצמי בגיל הרך מנבאים יכולת לימודית וחברתית בגיל ההתבגרות (Shoda, Mischel, ו-Peake, 1988; Shoda, Mischel, ו-Peake, 1990). לעומת זאת, בקרב ילדים המתאפיינים בחוסר ויסות עצמי בגיל הרך קיים סיכוי גדול יותר שבגיל 18 התנהגותם תתאפיין באימפולסיביות, בהסתכנות, בתוקפנות ובניכור (Arsenault ואח', 2000).

אולם, המחלוקת המתנהלת בספרות המחקר כיום בנוגע להגדרת היסודות, התהליך והתוצאות של ויסות עצמי, חוסמת במידה רבה פיתוח של הערכות מדויקות של מימד זה (Hoyle ו-Davisson, 2011).

התחום הבין-אישי

התחום הבין-אישי כולל שני אשכולות של מיומנויות המוצגים בטקסונומיה בסיסית, המשקפת בעיה של מחסור בהגדרות ברורות ומוסכמות של מיומנויות ותהליכים בין-אישיים:

- עבודת צוות ולמידה שיתופית [collaboration] (העולות בקנה אחד עם גורם האישיות המכונה נעימות), כולל מיומנויות כגון תקשורת, שיתופיות בלמידה, עבודת צוות, שיתוף פעולה [cooperation], מיומנויות בין-אישיות ואמפתיה.
- מנהיגות (העולה בקנה אחד עם גורם האישיות המכונה מוחצנות), כולל מיומנויות כגון מנהיגות ואחריות, תקשורת אסרטיבית, הצגת העצמי והשפעה חברתית.

טבעה החברתי של הלמידה מנוגד למצבים רבים המתרחשים בבית הספר, שבהם מתבקשים התלמידים לעבוד כל אחד בנפרד. ואולם, השתתפות בקבוצה ובאינטראקציה חברתית חושפת את

המשתתפים לתצוגה ולדיגום [modeling] של יכולת קוגניטיבית, וזהו מנגנון חשוב להפנמת ידע ומיומנויות. (National Research Council, 1999).

מחקרים שבדקו את ההקשר החברתי של הלמידה מראים כי בסביבה חברתית מגיבה, הלומדים צופים באחרים, קולטים אילו תבחינים [קריטריונים] משמשים בסביבה זו כדי לשפוט יכולת, ויכולים לאמץ תבחינים אלה. בשלב הבא, הלומדים מיישמים תבחינים אלה כדי לשפוט, לשכלל ולהתאים את הביצועים של עצמם לאלה של הסביבה. שותפות בביצוע מקדמת תחושה של מכוונות למטרה ובתוך כך הלמידה מתכווננת על-פי האילוצים והמשאבים של הסביבה. בבית הספר, התלמידים מפתחים יכולת לעזור לאחרים ולקבל עזרה (וגרייה). בהקשרים חברתיים של למידה, חשיבתו של הלומד חשובה בפני המורים ושאר התלמידים, וכך ניתן לבחון ולתשאל אותה, ולבנות עליה כחלק מתהליך למידה הבנייתי.

השלכות לצורך ההוראה

לממצאי המחקרים שנסקרו בפרק זה יש השלכות חשובות ביחס לאופן שבו יש לארגן את ההוראה והלמידה כדי לקדם למידת עומק ופיתוח של כישורי המאה ה-21 הניתנים להעברה. האתגר העיקרי בתכנון הוראה להעברה הוא יצירת חוויות לימודיות ללומדים שיטרימו עיבוד קוגניטיבי מתאים במהלך הלמידה מבלי לגרום לעומס יתר על מערכת עיבוד המידע של הלומד.

בהתאם לאופן תכנונה, הוראה יכולה להוביל לאחד משלושת סוגי העיבוד הקוגניטיבי הבאים: עומס יתר חיצוני, עומס יתר חיוני, ותת-שימוש גנרטיבי [=יוצר/בונה] (Mayer, 2010a). כאשר ההוראה יוצרת מצב של עומס יתר חיצוני, היקף העיבוד הנדרש לצורך המטלה הלימודית בשלושת המישורים - חיצוני, חיוני וגנרטיבי - רב מדי ביחס ליכולתו הקוגניטיבית של הזיכרון הפועל של הלומד, ואין ביכולתו לעבד אותה.

מסקנות

למידת עומק מתרחשת כאשר הלומד מסוגל להעביר את מה שלמד לסיטואציות חדשות. המחקר העוסק בהוראה המקדמת העברה משקף את הלמידה בעיקר מנקודת מבט קוגניטיבית, ומעסיק את חוקרי הפסיכולוגיה והחינוך כבר שנים רבות. מחקרים קודמים מצביעים על כך שלמידה להעברה מצריכה ידע המאורגן על ידי הלומד באופן מנטאלי, הבנה של העקרונות הבסיסיים של תחום הידע, ומיומנויות הדרושות כדי להשתמש בידע זה לצורך פתרון בעיות. מחקרים חדשים יותר מצביעים על כך שמיומנויות תוך-אישיות ונטיות [דיספוזיציות], כגון מוטיבציה וניסיונות עצמי, תומכות בלמידת עומק, וכי ניתן ללמד וללמוד מיומנויות ונטיות חשובות אלה.

באמצעות למידת עומק, הלומדים מפתחים כישורים הניתנים להעברה הנמנים עם כישורי המאה ה-21, וכישורים אלה מסייעים לשיפור הישגיהם הלימודיים ועל ידי כך תורמים להגברת מספר שנות הלימוד של הלומדים [נתון המנבא הצלחה בשוק העבודה]. לפיכך, המחקרים שנסקרו בפרק זה תומכים בטיעון שלמידת עומק ומיומנויות המאה ה-21 מכינים את הלומדים הצעירים לקראת הצלחה בחייהם הבוגרים.

במקביל, עמדנו בפרק זה המחסור בהגדרות ברורות, שאין עליהן עוררין, של כישורים ספציפיים במישור הקוגניטיבי, התוך-אישיו והבין-אישיו. המחסור בהגדרות המוסכמות על הכול מורגש בעיקר בתחום של כישורים תוך-אישיים ובין-אישיים.

למידת עומק במתמטיקה ובמדעים

ספרות המחקר משרטטת תמונה ברורה ועקבית של מאפייני הוראת המתמטיקה בארה"ב. מחקרים אלה מציגים אפיון עקבי ביותר של הוראת המתמטיקה בכיתות ג'-ה' ו'-ו-ח': התלמידים עובדים בדרך כלל בעבודה עצמית, בדממה, ללא הזדמנויות רבות לדיון ולשיתוף, ונגישות מועטה או אפסית לאמצעי עזר לחישוב ולהדמיה [visualization]. הם מתמקדים ברמה נמוכה של משימות, הדורשות לימוד בעל-פה והיזכרות של עובדות והליכים במקום משימות המצריכות רמה גבוהה של תהליכים קוגניטיביים, כגון הנמקה [reasoning] של רעיונות וחיבור ביניהם או פתירת בעיות מורכבות.

אף כי לא הוכח שגישה נפוצה זו להוראת המתמטיקה היא הגורם לרמת ההישגים הנמוכה בקרב רוב התלמידים, קשה לשלול את אפשרות קיומו של קשר סיבתי זה. בתגובה למצב זה, ישנן יזמות רבות לרפורמה שמטרתן לשנות את התכנים ודרכי ההוראה של מקצוע המתמטיקה בבתי-הספר בארה"ב. אף כי מפעילי הרפורמות חלוקים במספר נושאים, קיימת ביניהם תמימות דעים באשר ליעד – הגברת ההזדמנויות הניתנות ללומדים ללמוד מתמטיקה מתוך הבנה, והמטרה הנגזרת מכך, לקדם הוראת מתמטיקה החותרת להבנה. יעדים אלה משקפים התמקדות בלמידת עומק של מתמטיקה בבתי הספר.

נקודות מבט שונות של המחקר ביחס להוראת מתמטיקה החותרת להבנה

מחקרים שנערכו ב-60 השנים האחרונות מספקים כמות גדולה ומוצקה של הוכחות לתועלת שבהוראת מתמטיקה החותרת להבנה. להוראה מסוג זה, המכוונת להבנה מושגית, יש מספר מאפיינים בולטים: (א) תכונות מתמטיות או משימות הלקוחות מתוך מגוון רחב של תחומי תוכן תובעניים מבחינה קוגניטיבית; (ב) תכונות פדגוגיות או דרכי הוראה המתאימות לתמיכה בלמידת צוות שיתופית ושיח מתמטי בין תלמידים וכן העסקתם בהנמקה והסבר מתמטיים, בחשיבה על יישום בחיי היום-יום ושימוש בטכנולוגיה או במודלים פיזיים (לדוגמא, ר' Hiebert ו-Carpenter, 1992; Fennema ו-Romberg, 1999).

תכונות מתמטיות

במסמך הסטנדרטים שקבעה המועצה הלאומית של מורי המתמטיקה [בארה"ב] (1989, 2000) צוינה החשיבות שבהכללת נושאי לימוד באלגברה, הנדסה, מדידה וניתוח נתונים בכיתות ו'ח'. כיסוי של חומר נרחב יותר נועד לא רק להעשיר את למידת המתמטיקה על ידי חשיפת התלמידים לנושאים רבים יותר אלא גם להבליט את הקשרים הקיימים בין תחומי תוכן שונים ונושאים שונים – קשרים הנחשבים בעיני הפסיכולוגים כסימן הברור ביותר להבנת התלמידים (National Research Council, 1999).

ספרות המחקר מראה שלא קל למורי המתמטיקה בכיתותיהם להשתמש ביעילות במשימות תובעניות במישור הקוגניטיבי (Stein, Grover, Henningsen, 1996; Henningsen, Stein, 1997). עם זאת, השימוש הקבוע במשימות כאלה כדי לשמור על רמות גבוהות של דרישות קוגניטיביות עשוי להביא להגברת ההבנה של התלמידים ולפיתוח כישוריהם בפתרון בעיות ובהנמקה (Stein, Lane, 1996), ולהישגים גבוהים יותר של התלמידים באופן כללי (Hiebert, 2005, ואח').

תכונות פדגוגיות

מובילי הרפורמות מצדדים גם במבחר רחב יותר של אסטרטגיות פדגוגיות להגברת ההבנה של התלמידים בלימודי המתמטיקה, מעבר לשיטות ההוראה המוגבלות השוררות כיום, המתוארות לעיל.

תומכי הרפורמה בהוראת המתמטיקה בבתי הספר, המצדדים בהוראה המכוונת למושגים, מצביעים על הערך הגלום בטיפול תקשורת ואינטראקציה בין התלמידים בכיתות המתמטיקה על ידי השימוש במשימות מורכבות המתאימות לעבודת צוות המבוססת על חלוקת תפקידים [cooperation] ודורות מהתלמידים להסביר ולהצדיק את הפתרונות שאליהם הגיעו.

הציפיות מלמידת עומק במתמטיקה

כללית, מסמכי הרפורמה בתכנית הלימודים במתמטיקה [CESSM, PSSM, CCSSM] הרבה יותר מפורשים ביחס לציפיות בתחום הקוגניטיבי מאשר בתחום התוך-אישי והבין-אישי.

מיומנויות קוגניטיביות

במתמטיקה, התחום הקוגניטיבי מאפשר את ההקבלה המוצקה ביותר בין מיומנויות המאה ה-21 לבין יעדי הלמידה במקצוע זה. שני התחומים הבולטים ביותר של חפיפה בין מיומנויות המאה ה-21 ויעדי למידת המתמטיקה בבתי-הספר מצויים בנושאי הטיעון/הנמקה ובפתרון בעיות. פתרון בעיות והנמקה הם נושאים בעלי חשיבות עליונה במתמטיקה, ונחשבים מאז ומתמיד כנקודות מינוף עיקריות במאמצים המושקעים בהוראת המתמטיקה תוך חתירה להבנה.

התלמידים אמורים לקבל הזדמנויות לחקירת תבניות מתמטיות כדי לאתר חוקיות, לנסח הנחות והשערות על פי תבניות וחוקיות שנצפו, ולחקור ולבחון את תוקפן של אותן הנחות והשערות תוך שימוש בהנמקה מתמטית. התלמידים צריכים ללמוד להשתמש בסוגים שונים של חשיבה וטיעון מתמטיים (כגון, הנמקה וטיעון הסתברותיים, הנדסיים, אלגבריים, וחשיבה פרופורציונאלית) ולייצר טיעונים וטיעונים נגדיים בעלי תוקף מתמטי מוכח.

התלמידים צריכים ללמוד לזהות סוגים של בעיות הניתנות לפתרון על ידי הליכים שגרתיים וכן עליהם ללמוד להשתמש במגוון רחב של אסטרטגיות לפתרון בעיות (למשל, תהליכים היוריסטיים, כגון לשרטט תרשים, להביא בחשבון מקרים מיוחדים, לפתור מהסוף להתחלה, לפתור בעיות קלות יותר, ולחפש תבניות וחוקיות) שיכולות להועיל להם בפתרון בעיות לא שגרתיות [בל"ש].

מיומנויות תוך-אישיות ובין-אישיות

מיומנויות תוך-אישיות ובין-אישיות בולטות במיוחד במסמכי הרפורמה בתכנית הלימודים במתמטיקה. בין מיומנויות אלה, ויסות עצמי והנעה/התמדה הם שני תחומי החפיפה העיקריים בין מיומנויות המאה ה-21 ויעדי הלמידה בבתי הספר במקצוע המתמטיקה.

הציפייה הברורה מהתלמידים היא שילמדו לבצע בקרה והערכה עצמית של התקדמותם תוך כדי פתרון בעיות, ושידעו לשנות כיוון לפי הצורך. התלמידים אמורים להקדיש זמן כדי לבחון את טיב הבעיה, לשקול דרכים לפתרון, להקדיש מחשבה לרפלקציה על התקדמותם בפתרונה, ולבצע התאמות בגישות שהם נוקטים לפתרון הבעיות במקום להסתער באופן נמהר על דרך מסוימת לפתרון ולזנוח אותה מייד בפוגשם את המכשול הראשון.

מדעים

תכנים ותהליך במדעים

אחד הנושאים שאינם יורדים מסדר היום בתחום של הוראת המדעים הוא היחס הראוי בין ה-'תוכן' (עובדות, נוסחאות, מושגים ותיאוריות) לבין ה-'תהליך' (שיטות מדעיות, חקירה, שיח) – כמה דגש יש לשים על כל אחד מהם, ומהו טיב הקשר בין השניים. פרויקט של 'האגודה האמריקאית לקידום המדעים' [AAAS] נועד להביא לרפורמה בהוראת המדעים בארה"ב על ידי הדגשת החקר, כלומר, בעיקר כחקירה תוך 'התנסות חווייתית', וזאת כדי לאזן את הדגש המופרז שניתן ליחידות מבודדות של תוכן עובדתי - שיטת ההוראה האופיינית במספר כה רב של בתי ספר בארה"ב (AAAS, 1989, [National Science Education Standards] גם על-פי הסטנדרטים הארציים של הוראת המדעים). גם [Standards] יש להעסיק את התלמידים בחקר, הן כדי לעורר בהם עניין במדע, והן כדי לסייע להם ללמוד על תכנים מדעיים ועל מהותו של המדע (National Research Council, 1996).

קריאות אלה להגברת החקר בהוראת המדעים נענו ובוצעו בעשורים האחרונים, ועקב כך החלו מסתמנות מגמות מסוימות המצביעות על הצורך בהבהרה נוספת של המושג 'חקירה מדעית'. אחת המגמות התבטאה בכך שבחוגים מסוימים חקירה התפרשה בעיקר כ-'התנסות חווייתית' במדע, גישה שהשתקפה במקרים רבים במחויבותם של העוסקים במלאכה לשנות את דרכי ההוראה מדרכים סבילות, שבהן המורה הוא המוביל, ולהחליפן בדרכים פעילות, שבהן התלמיד מוביל את תהליך הגילוי. פעילויות של 'התנסות חווייתית' במעבדה יכולות להיות יעילות בלמידת מדע אם הן מתוכננות לאור יעדי למידה ברורים; משולבות בתהליך ההוראה לפי סדר מתוכנן היטב; משולבות למידה של תכנים ותהליכים מדעיים; ומקציבות לתלמידים זמן לרפלקציה ולדיון (National Research Council, 2006). ואולם, גישה זו אינה נפוצה בבתי ספר אמריקאיים. במקום זאת, הקריאה להגברת החקר הובילה לעתים להזנחה של היבטים חשובים של חקירה, כגון חשיבה ביקורתית וניתוח ההוכחות, פיתוח מודלים, ושיח בכתב ובעל-פה המקושר עם בנייה והערכה של טיעונים והסברים – כל אלה היבטים של חקירה, שמעמדם החשוב עלול להיפגע כאשר פעילויות המהוות 'התנסות חווייתית' אינן מתוכננות כראוי ואינן מלוות ב"פיגומים" הדרושים.

מגמה שנייה מתבטאת בהתייחסות אל שיטות מדעיות כאילו הן נפרדות מהתוכן המדעי (National Research Council, 2007). תלמידים רבים, למשל, נחשפים ל-'שיטה מדעית' גנרית, המוצגת בפניהם כרצף קווי של שלבים קבועים, תוך הדגשת השיטה של חקר על ידי ניסוי [ניסוח

שאלה/בעיה, ניסוי שבו מתפעלים משתנה אחד, מציאת קשר סיבתי ותשובה לשאלה/בעיה שהוצגה בתחילת הניסוי], אשר התלמידים מתבקשים במקרים רבים לבצע באופן שטחי ומוכתב. גישה זו כלפי השיטה המדעית גורמת לרוב לערפול או לעיוות של תהליכי החקר כפי שהם מבוצעים על ידי מדענים. דרכי עבודה, כגון חשיבה יסודית על ההשלכות של מודלים ותיאוריות; ניסוח שאלות והשערות שחקירתן תניב תשובות בעלות ערך; שיטתיות בניתוח ובשילוב נתונים שיהוו הוכחות וישמשו להערכת טענות; וביטוי רעיונות וחשיבה ביקורתית על רעיונות בקהילה מדעית, כל אלה הם מרכיבים חיוניים של החקר. ואולם, ברוב המקרים, מרכיבים אלה מוחמצים כאשר הלימוד מתבצע על ידי הליך מוכתב, המתוכנן להשיג תוצאה מסוימת, בחקר שהוצא מהקשרו. בנוסף, אם רוצים שהתלמידים יעסקו בנושא מדעי נתון באופן משמעותי, אזי הליכים כחשיבה ופתרון בעיות, הנמנים עם כישורים מסדר גבוה, מצריכים מידה סבירה של בקיאות בתוכנו של הנושא המדעי הנתון.

הפולמוס בדבר תוכן לעומת תהליך אינו תואם את הגישות הרווחות כיום בדבר טבע ומדע. פילוסופים של המדע והמדענים עצמם רואים כיום במדע גוף ידע מבוסס, הנתון לשינויים ככל שתגליות חדשות מתווספות אליו, בתהליך מתמשך של גילוי מדעי (National Research Council, 2005). אסטרטגיות המצריכות כישורי חשיבה (מהסוגים הנמנים עם כישורים מסדר גבוה) ופתרון בעיות, הן בדרך כלל ספציפיות לכל תחום ידע ולכן, התנאים המיטביים לפיתוחן וליישומן הם תחומים עתירי תוכן.

הבנת המבנה של ידע מדעי

בעשורים האחרונים, התפתחה הבנתנו לגבי היסודות המתאימים של ידע עובדתי ומושגי במדע. מחקרים במדע הקוגניציה מדגישים כי ידע מדעי מתוכם מתאפיין בשורה של ייצוגים עשירים, מאורגנים באופן מושגי, הקשורים ביניהם בקשר הדוק, ומשולבים היטב אלה באלה (National Research Council, 2005, 2007). מאפיין חשוב של מארגים או רשתות ידע אלה הוא שעובדות, מושגים, תיאוריות והליכים המאורגנים בדרך זו ניתנים להבנה משמעותית וליישום מועיל, וניתן לצרפם לגוף ידע קודם לצורך פיתוח, או להמשיך ולפתחם עוד ועוד.

הוראת המדעים כיום

הוראת המדעים הרווחת כיום מכיתות גן עד י"ב אינה משקפת את הקריאות ליישום דרכי חקר שלמות יותר, התואמות את הסטנדרטים הארציים למחקר מדעי, וגם לא את ההוכחות שנמצאו במחקר בדבר האופן שבו תלמידים לומדים מדע. פעילויות אופייניות בכיתה משקפות גישה סבילה וצרה של לימוד מדע או גישה מכוונת-פעילות, נטולת חקרנות הקשורה רק בקשר רופף ליעדי למידה מושגית. המורים, שעסוקים במאמץ לכסות את תכנית הלימודים במלואה, מקדישים תשומת-לב מעטה מדי להבנה של התלמידים, ובמקום זאת, מתמקדים בשאלות היזכרות [recall questions] הנמנות עם הרמה השטחית במדרג השאלות (Weiss ואח', 2003; Weiss ו-Pasley, 2004).

כך גם בבתי הספר העל-יסודיים, שעות מעבדה, שלהן מוקדש שיעור מדעים אחד במערכת השעות, מנותקות מרצף ההוראה של השיעורים במדעים. במקום להתמקד במטרות למידה ברורות, ספרי הלימוד המשמשים במעבדות, וגם המורים, מדגישים בדרך כלל את ההליכים, ובסופו של דבר, התלמידים אינם מבינים מה הייתה מטרת הלימוד. בנוסף, פעילויות אלה לרוב אינן מתוכננות במטרה לשלב בין למידת תוכן ותהליכים מדעיים.

בחירת אסטרטגיית ההוראה תלויה בדרך כלל ביעדים ייחודיים לשיעורים או ליחידות לימוד ספציפיים. בדומה לתחומי למידה אחרים, ספרות המחקר מצביעה על כך שאין תמורה ללא השקעה: אם מטרתנו היא שהתלמידים ירכשו מיומנויות קריאה ופרשנות של חומרים מדעיים, ישתמשו בשיח מדעי בכתב ובעל-פה, יעסקו ללא קושי בנתונים כמותיים, יבנו מודלים, ויעבדו עם חבריהם ביעילות בפתרון בעיות, כי אז עלינו להעניק להם את ההזדמנויות, המודלים וההדרכה המיוחדים הדרושים לפיתוח כל אחת מקבוצות המיומנויות הללו.

הוראה והערכה המקדמות העברה

יש להתחיל את תכנון ההוראה להעברה בתיחום ברור של יעדי הלמידה וביצירת מודל המגדיר מפורשות כיצד הלמידה אמורה להתפתח (National Research Council, 2001). תכנון מדדים להערכת הישגי התלמידים ביעדי למידה מסוימים יכול להוות נקודת מוצא חשובה מבחינת תהליך התפתחות הלמידה, שכן מדדי תוצאות יכולים לספק ייצוג מוחשי של ביצועי הלמידה הסופיים המצופים מהתלמיד, ושל השלבים המכריעים לאורך הדרך, וייצוג מוחשי זה יכול לאפשר תיאום הדוק בין היעדים המתוכננים, מאפייני סביבת הלמידה, האסטרטגיות המשמשות לפיתוח ניהול והוראה של תכניות, והתוצאות בביצועים.

גישה מבוססת-הוכחות כלפי הערכה מבוססת על שלושה נדבכים הנדרשים לתיאום הדוק ביניהם (National Research Council, 2001, עמ' 44):

- מודל המדגים כיצד התלמידים מייצגים ידע ומפתחים יכולת בתחום מסוים
- משימות או מצבים המאפשרים לבצע תצפית על ביצועי התלמידים, ולהשוותם למודל
- מסגרת להקשת היקשים מביצועי התלמידים כדי לפרשם.

מדדים של יכולת קוגניטיבית

דוגמאות מבטיחות של מדדים המתמקדים בכישורים קוגניטיביים חשובים ניתן למצוא במבחנים ארציים ובין-לאומיים, במבחני הכשרה ורישוי, וביזמות המתקיימות כיום בכיתות גן עד י"ב. דוגמא אחת היא הרכיב של פתרון בעיה ממוחשב במבחן 'פיז'ה' לשנת 2012. במבחן זה, שאורכו 40 דקות, מספר סעיפים מאורגנים ביחידות סביב בעיה משותפת הדורשת מינימום של קריאה וחשיבה מתמטית. הבעיות מוצגות על רקע של הקשר ריאליסטי, יום-יומי, כגון תדלוק טוסטוס, משחק כדוריד קבוצתי, ערבוב יסודות במעבדת כימיה והשגחה על חיית מחמד. הקושי של הנבחן נובע מכך שמעלים את מספר המשתנים או את מספר הקשרים בין המשתנים שעמם עליו להתמודד.

הניקוד הניתן לכל סעיף משקף את המסגרת של מבחן פיז'ה 2012, המגדירה 4 תהליכים המהווים רכיבים של פתרון בעיות: (1) אחזור מידע (2) בניית מודל (3) חיזוי (4) בקרה ורפלקסיה.

דוגמאות מבטיחות אלה ואחרות מתחילות כל אחת במודל מוצק של כישורים העומדים למבחן; משתמשות בהדמיית [סימולציה] מקרים ותרחישים כדי להציג בעיות הדורשות ניתוח נרחב, הערכה

ופתרון; ומשתמשות במודלים מתוחכמים של ניקוד כדי לתמוך בהיקשים לגבי למידת תלמידים. בנוסף, הדוגמא של מבחני פיז"ה מדגימה את הפוטנציאל הדינמי והאינטראקטיבי הגלום בטכנולוגיה לצורך הדמיית מצבים מציאותיים של פתרון בעיות.

מבחן פיז"ה הבדוק פתרון בעיות הוא אחד מִצָּבֵר גדל והולך של דוגמאות המשתמשות בטכנולוגיה כדי לבחון את מיומנויותיהם של תלמידים בפתרון בעיות תוך כדי העסקתם במשימות של פתרון בעיות. דוגמא נוספת היא SimScientists, יחידת לימוד המבוססת על הדמיה, הכוללת רצף של מבדקים המיועדים למדוד את הבנתם של התלמידים בנושא של מערכות אקולוגיות (Quellmaltz, Timms ו-Buckley, 2010). ההערכה המסכמת של SimScientists מיועדת למדוד את הבנתם של תלמידי כיתות ו'-ח' בנושא של מערכות אקולוגיות וחקירה מדעית. התלמידים מתבקשים לבצע משימת-על: תיאור המערכת האקולוגית של ערבות העשב באוסטרליה עבור מרכז מבקרים, והם משיבים על ידי שרטוט מארגי מזון [food webs] וניהול חקר מול תוכנת הסימולציה. לבסוף, הם מתבקשים להציג את ממצאיהם בנוגע למערכת האקולוגית של ערבות העשב. SimScientists כולל גם רכיבים המתמקדים בהעברת למידה. התלמידים נעזרים במשוב אישי ממוקד [הניתן להם על ידי התוכנה הנ"ל] כדי לשפר את ביצועיהם בביצוע מטלות.

הודות לשילוב של בקיאות בתוכן, מדידה, למידה וטכנולוגיה, דוגמאות של הערכה, משתמשות בתכנון מבוסס-הוכחות ומפתחות טיעונים בעלי תוקף מלא. הן משקפות את הקונצנזוס המתהווה ולפיו פתרון בעיות יש להעריך ולפתח בגבולותיהם של תחומי תוכן ספציפיים. בניגוד לדוגמאות אלה, מספר רב של פרויקטים אחרים מבוססי-טכנולוגיה המתקיימים כיום, והמיועדים להשפיע על למידת התלמידים, לוקים בחסר של בסיס מוצק להערכה ולמידה.

מבדקי למידה וביצועים של תלמידים, הבוחנים ביצוע פרויקטים [על ידי תלמידים] ופתרון בעיות שבהם התלמיד נדרש להתמודד עם בעיות חדשות, אותנטיות, ולייצר תשובות מורכבות ומורחבות תוך שימוש באמצעים מגוונים, עשויים להוות כלים מעולים למדידת כישורים קוגניטיביים חשובים הניתנים להעברה. עם זאת, עדיין אין תשובה לשאלה, האם המבדקים תקפים לתכלית שלשמה הם נועדו, והאם הניקוד והיכולת לגזור הכללות מהתוצאות אמינים די הצורך כדי להניב רמות קבילות של דייקנות [rigor], ועל ידי כך למנוע בעיות של תקפות ואמינות בהן לוקים מבדקים מורכבים להערכת ביצועים שפותחו בעבר (כגון, Shavelson, Baxter ו-Gao, 1993; Linn ואח', 1995).

מדדים של יכולת תוך-אישית ובין-אישית

כפי שנוכחנו ביחס למיומנויות בין-אישיות, רבים מהכלים הקיימים למדידת מיומנויות תוך-אישיות תוכננו למטרות מחקר ופיתוח תיאוריות, ולפיכך הם לוקים באותן מגבלות כאשר מדובר בשימוש למדידת מיומנויות בין-אישיות בקנה מידה גדול בשדה החינוך. כלים אלה כוללים סקרים (דיווחים אישיים ודיווחים של אינפורמנטים), מבחני SJT ותצפיות על התנהגות. למשל, הערכות על-פי ביצועי תלמידים בפרויקטים או בפתרון בעיות ניתן היה תיאורטית לתכנן כך שיכללו הזדמנויות להפגנת אסטרטגיות מטא-קוגניטיביות המופעלות על ידי התלמידים או להפגנת התמדתם לנוכח קשיים. במקרה זה, ניתן היה בשיטתיות לצפות בתוצרי תלמידים ולתת להם ציונים כהוכחה לכישורים שבהם מתמקדת ההערכה, ואז אפשר היה לכלול ציונים אלה בציון סוף השנה הנכלל בהערכת האחראיות [accountability] של התלמיד. ואולם, עד היום טרם פותחו שיטות תכנון מוצקות, מסגרות פרשנות וגישות שיבטיחו את אמינות הציונים, את תוקפם, ואת הגינותם, כאשר נשוא ההערכה הם ביצועים מבוססי-פרויקט או מבוססי-בעיה.

כיום ישנן דוגמאות של מבדקים שפותחו על ידי מורים להערכת עבודת צוות ועבודה שיתופית [collaboration]. מבדקי הערכה אלה משמשים בכיתות, אך הפרטים הטכניים אודותיהם ראשוניים בלבד. רוב הכלים המבוססים למדידת יכולות בין-אישיות פותחו לצורך מחקר ובניית תיאוריות או למיון עובדים, ולא לשימוש בבתי ספר. השימוש במבחנים אלה, שהם על-פי-רוב מבחנים קובעים [עתידי-סיכון/לנבחן], לצורך הערכה בקנה מידה גדול בתחום החינוך, עלול להיות בעייתי.

המבחנים הם: דיווח עצמי, חקר רשתות חברתיות [social network analysis], ומבחני SJT, המספקים מדדים יעילים, אמינים וחשכוניים יחסית, אך כולם נתונים להטיית [הזיוף לצורך] ריצוי חברתי [social desirability bias] – הנטייה להשיב לשאלות/מטלות המבחן תשובות שיתקבלו באהדה או יזכו את הנבחן בתגמול מצד החברה הסובבת, במקום להשיב בכנות. ניתן אמנם למזער או לתקן את הטיית הריצוי החברתי על ידי תכנון קפדני של המבחן, אך אם אחד משלושת כלי ההערכה הנ"ל ישמש במערכת החינוך לצורך הערכה בקנה מידה גדול למטרות הקובעות נושאים גורליים [מבחנים עתידי סיכון], סביר להניח שהטיית הריצוי החברתי תגבר.

דירוג התנהגות, לעומת זאת, מציב אתגרים מבחינת אמינות והיתכנות כספית. למשל, אם הערכת המיומנויות הבין-אישיות של התלמיד מבוססת על דירוג עצמי, דירוג על ידי עמיתים, ודירוג על ידי המורה של הצגת תיק העבודות [תלקיט] שהכין (כולל עבודות שהכין במסגרת קבוצתית), ישנם מספר גורמים המגבילים את האמינות והתוקף של הניקוד. עם גורמים אלה נמנים הבדלים בטיב האינטראקציות המשתקפות בתיק העבודות כלפי תלמידים שונים או בזמנים שונים; הבדלים ביחס

המדרגים לסעיפי הדירוג השונים; והבדלים בין הקבוצות שעמן קיים התלמיד אינטראקציות בזמנים שונים. חוסר אחידות שכזה במדגם המיומנויות הבין-אישיות הכלול בתיק העבודות מסכן הן את התוקף והן את האמינות.

יוצרי מבחן פיז"ה עוסקים כיום בפיתוח מטלות המצריכות פתרון בעיות שיתופי [collaborative], וזוהי אחת הדוגמאות הבודדות בעת הזאת של הערכה ישירה בקנה מידה גדול, המתמקדת בכישורים חברתיים ובכישורי למידה שיתופית; במסגרת פרויקט ATC21S ובצבא [האמריקאי] מפתחים אבות-טיפוס [פרוטוטיפים] נוספים של הערכות. אין עדיין תיעוד מלא לגבי האיכות וההיתכנות המעשית של מדדים אלה. עם זאת, בדומה לרבים מהמדדים הקוגניטיביים המבטיחים, גם מדדים אלה מסתמכים על יכולת טכנולוגית לערב את התלמידים באינטראקציה, לייצר הדמיה [סימולציה] של אינטראקציה עם הזולת, לנהל מעקב שוטף אחר תשובות התלמיד, ולהקיש היקשים מתשובותיו.

הוכחות חדשות להוראה המקדמת למידת עומק

למרות האתגרים הנובעים מהיעדר הגדרות אחידות ומדדים איכותיים להערכת תוצאות הביצוע, מצטברות כיום ההוכחות לכך שניתן לפתח כישורים קוגניטיביים תוך-אישיים ובין-אישיים בדרכים המקדמות העברה.

הוכחות המבוססות על התערבויות בסביבות של למידה פורמאלית

התערבויות מסוימות שבוצעו בכיתה והתמקדו בכישורים קוגניטיביים ספציפיים תרמו גם, על ידי שינוי דרכי ההוראה, לטיפול כישורים תוך-אישיים ובין-אישיים. תלמידים לומדים באמצעות שיח, רפלקציה, וחוויה משותפת של קהילה לומדת. נראה שהידע והמיומנויות המתמטיים, כמו גם הגישה החיובית כלפי מתמטיקה והתחושה של מסוגלות עצמית במתמטיקה שמפתחים התלמידים הם ארוכי-טווח וניתנים להעברה.

יש הוכחות מסוימות גם לכך שניתן ללמד וללמוד בכיתה כישורים תוך-אישיים ובין-אישיים. כיום גוברת המגמה ליישם תכניות התערבות [לא כדי למנוע התנהגויות לא רצויות אלא] כדי לבנות יכולות חיוביות, כולל חוסן נפשי ומיומנויות בין-אישיות ותוך-אישיות, הן בילדים והן במשפחות.

אחת הדוגמאות המבטיחות המראה שהתערבויות יכולות לפתח כישורים בין-אישיים הניתנים להעברה היא הדוגמא של Tools of the Mind ["כלים לחשיבה"], תכנית לימודים המשמשת בגני ילדים ובכיתות הראשונות של ביה"ס היסודי ומטרתה לפתח ויסות עצמי, לשפר את הזיכרון הפועל ולהגביר את יכולת ההסתגלות (Diamond ואח', 2007). התכנית כוללת פעילויות כגון דיבור בקול – התלמיד אומר לעצמו מה עליו לעשות, משחק דרמטי [משחקי כאילו...], ועזרים לזיכרון ולקשב (כגון פעילות שבה ילדי הגן מתבקשים להחזיק תמונה של אוזן כתזכורת לכך שעליהם להקשיב כשאחד מחבריהם מדבר). ניסוי אקראי מבוקר שנערך ב-18 כיתות בבית ספר הממוקם בשכונה עירונית של אוכלוסיה מעוטת יכולת הצביע על יעילותה של התכנית בפיתוח ויסות עצמי, התנהגות בכיתה, וקשב.

הוכחות המבוססות על התערבויות בסביבות של למידה בלתי פורמאלית

מחקרים שבוצעו בסביבות למידה בלתי פורמאליות מספקים אף הם ראיות, אם כי מוגבלות יותר, לכך שניתן ללמד כישורים קוגניטיביים, תוך-אישיים ובין-אישיים בדרכים המקדמות למידת עומק והעברה. למידה בלתי פורמאלית מתרחשת במסגרות שונות, כולל חוגים אחרי שעות הלימודים, מוזיאונים, מרכזי מדע, ובבית, ומתבצעת באופנים שונים, החל מלמידה לחלוטין בלתי מובנית וכלה בסדנאות ובתכניות חינוך סדורות ומוגנות ביותר. פעילויות של למידה בלתי פורמאלית יכולות להתמקד ביעדי למידה שונים, כולל יעדים הנובעים מתחומי התעניינותו של כל לומד ולומד (National Research Council, 2009b). מאפיינים אלה של הלמידה הבלתי פורמאלית מקשים על זיהוי ברור של יעדיה של פעילות מסוימת המתקיימת לצורך למידה מסוג זה, ועל הערכה מדויקת של התקדמות הלומדים לקראת היעדים – שניהם רכיבים חיוניים של כל הערכה יסודית (National Research Council, 2009a). למרות קשיים אלה, מחקרים ומחקרי הערכה הראו, למשל, שהמבקרים במוזיאונים ובמרכזי מדע יכולים לפתח הבנה מעמיקה יותר של מושג מדעי נבחר באמצעות חוויה חושית ישירה או מקפת שמתאפשרת עם חשיפתם למוצגים (National Research Council, 2009a).

הוכחות מעט יותר מוצקות לכך שמסגרות למידה בלתי פורמאלית יכולות לפתח כישורים חשובים מבוססות על הערכות של חוגים המתקיימים אחרי שעות הלימודים, שבהם מופעלות תכניות עם יעדי למידה המוגדרים בבירור.

התערבויות לפיתוח כישורי הורות

ישנה ספרות ענפה העוסקת בניסויים שבדקו את יעילותן של תכניות לביקורי בית של אחיות [אצל משפחות מעוטות יכולת]. התכנית המוצלחת ביותר (וגם היקרה ביותר) ביניהן היא התכנית המתבססת על מודל השותפות בין אחות בית הספר ומשפחת התלמיד, שפותחה על ידי דויד אולדס (Olds, Sadler ו-Kitzman, 2007). ההשפעה ארוכת-הטווח של תכניות התערבות מסוג זה על מוכנות לבית הספר אינה עקבית, אך על-פי הראיות [שנמצאו במטא-אנליזות של הערכת תכניות מסוג זה], נראה שהשפעתן על ההסתגלות החברתית של ילדים ועל כישוריהם הקוגניטיביים מתונה ביותר.

עקרונות של תכנון הוראה להעברה – התחום הקוגניטיבי

מה הן דרכי ההוראה שמורים יכולים לאמץ כדי לקדם העברה? אף כי מדובר בשאלה פשוטה לכאורה, היא מהווה את אחד האתגרים הראשיים המעסיקים את חוקרי ההוראה והלמידה כבר יותר ממאה שנה, ובעשורים האחרונים הושגה התקדמות מועילה המקרבת אותנו אל תשובות מבוססות-הוכחות לשאלה זו (Mayer, 2008; Mayer ו-Alexander, 2011). הנחיות מבוססות-הוכחות לקידום למידת עומק (כלומר, למידה לצורך העברת ידע נרכש ויישומו בתחום חדש) מופיעות בדו"ח של כוח משימה שפורסם לאחרונה מטעם ה-Association for Psychological Science (Institute of Education Sciences ואח', Pashler, 2007) ובסקירה העוסקת בהעברת ידע בפתרון בעיות המופיעה ב-Handbook of Educational Psychology (Mayer ו-Wittrock, 2006).

שימוש בייצוגי מושגים ומטלות רבים ומגוונים

על סמך 11 ניסויים משווים הראה Mayer (2009, 2011b) כי צירוף תרשימים לטקסט או (צירוף הנפשה לקריינות) המתארים את אופן פעולתה של מערכת מכאנית או ביולוגית עשוי לשפר ביצועי תלמידים במבחן המתקיים לאחר מכן, הבודק העברת ידע נרכש בפתרון בעיות, והשיעור הממוצע של השיפור גבוה משגיאת תקן אחת.

בעוד שצירוף תרשימים או הנפשה לטקסט עשוי לשפר למידה והעברה, החוקרים מצאו כי בסביבות למידה המאובזרות במולטימדיה, לעיצוב סביבת הלמידה יש השפעה חזקה על יעילותה. על-פי עשרות ניסויים שהובילו לתיאוריה זו בנוגע ללמידה בעזרת מולטימדיה, זיהה מאייר (2009) 12 עקרונות לעיצוב מולטימדיה שעשויים לשפר העברה של למידה.

שפרוט [elaboration], תשאול, והסבר של התלמיד לעצמו – הליכים הראויים לעידוד

למידת התלמידים עמוקה יותר בקריאת טקסט מדעי אם הם מתבקשים להסביר את החומר לעצמם בקול רם תוך כדי קריאה, הן בסביבת למידה המבוססת על ספרים והן בסביבת למידה ממוחשבת –

כך עולה ממחקריהם של Chi ועמיתיו (Chi ו-Roy, 2005; Chi ו-Fonseca, 2011). המחקר בדק כיצד סוגים שונים של טכניקות תשואל מקדמות למידת עומק (Graesser ו-Person, 1984; Graesser, D'Mello ו-Cade, 2011) והצביע על כך שמספר טכניקות חניכה מוצלחות כוללות את השאלות: מדוע? כיצד? והיה ו... והיה ולא... ו-אז מה? כפי שצינו בפרק הקודם, שאלות מתוכננות בקפידה, המוצגות על ידי המורה או על ידי חברים לכיתה, כגון הזמנת תלמידים להצדיק את תשובותיהם, הוכחו כתומכות בלמידת עומק במתמטיקה (Griffing, 2005; Boaler ו-Staples, 2008) ובמדעים (Herrenkohl ואח', 1999). גם הזמנת הלומד לתמצת תוכנו של טקסט עשויה להניב למידת עומק (Pressley ו-Woloshyn, 1995; Mayer ו-Wittrock, 1996). לבסוף, מחקר שבדק את ה-**testing effect** [כלומר, באיזו מידה מבחן זיכרון הגביר את יכולת ההיזכרות-recall] הראה שתוצאות הלמידה טובות יותר כאשר תלמידים בוחנים את עצמם מייד (ללא משוב), בחומר שזה עתה קראו, מאשר לאחר לימוד חוזר; ממצא זה נכון הן בחומרי לימוד מודפסים (Roediger ו-Karpicke, 2006) והן בשיעורים מקוונים בעזרת מולטימדיה (Johnson ו-Mayer, 2009).

העסקת הלומדים במטלות מאתגרות המלוות בהדרכה תומכת ובמשוב

במשך למעלה מ-40 שנה הראו מחקרים, שוב ושוב, כי כאשר תלמידים נדרשים לפתור בעיות מאתגרות במדעים ובתחומי לימוד אחרים מבלי לספק להם הדרכה ותמיכה (כלומר, על ידי גילוי "נקי") אין בכך כדי לקדם למידת עומק (Shulman ו-Keislar, 1966; Mayer ו-de Jong, 2004; Kirchner, Sweller ו-Clark, 2006). לעומת זאת, כאשר תלמידים מתבקשים לפתור בעיות מאתגרות ותהליך עבודתם מלווה בהדרכה קוגניטיבית מתאימה וספציפית (כלומר, גילוי מודרך) יש בכך כדי לקדם למידת עומק (de Jong, 2005; Tobias ו-Duffy, 2009). למשל, אין הוכחות חותכות לכך שלומדים בראשית דרכם לומדים מושגים או תהליכים מדעיים לעומק על ידי חקירה חופשית של הדמיה או משחק בנושא מדעי (National Research Council, 2011b), אך אם משלבים בתהליך הדרכה בדרך של ייעוץ, משוב, רמזים ו"פיגומים" (כלומר, השלמת חלק מהמטלה עבור הלומד) יכולה להיות לכך השפעה חיובית על קידום למידת עומק של התלמיד המתחיל (de Jong, 2005; Azevedo ו-Aleven, 2010).

הוראה בעזרת דוגמאות ומקרים מייצגים

דוגמא של בעיה פתורה היא דיגום [modeling] והסבר כיצד לבצע הליך, כגון איך לפתור בעיות בהסתברות (Renkl, 2005, 2011). כאשר שוררים תנאים מתאימים, תלמידים המתחילים ללמוד מיומנות חדשה הכרוכה בהליך [מיומנות פרוצדוראלית], רוכשים הבנה מעמיקה בעזרת דוגמאות פתורות, הן בסביבה לימודית מבוססת-דפוס והן בסביבה לימודית ממוחשבת (Cooper ו-Sweller, 1985; Renkl, 2005, 2011). את למידת העומק ניתן לקדם במיוחד על ידי חלוקת הבעיה לשלבים בעלי משמעות מושגית המוסברים בבירור, והפחתה מדורגת של ההסברים ככל שהלומד רוכש ניסיון (Renkl, 2005, 2011).

הטרמה לעידוד המוטיבציה של התלמידים

למידת עומק מתרחשת כאשר התלמידים מונעים להשקיע מאמץ בלימוד, ולכן דרך נוספת לקידום למידת עומק היא הטרמת ההנעה של התלמיד (Schunk, Pintrich ו-Meece, 2008); Summers, 2008; Wentzel ו-Wigfield, 2009). מחקר שבדק הנעה ללימודים מראה שתלמידים לומדים באופן מעמיק יותר כאשר הם מייחסים את ביצועיהם למאמץ ולא ליכולת (Graham ו-Willams, 2009), כאשר מטרתם היא לרכוש בקיאות בחומר ולא רק להגיע להישגים - טובים או גרועים (Anderman ו-Wolters, 2006; Maehr ו-Zusho, 2009), כאשר הם מצפים להצליח במטלת לימוד שהם מייחסים לה חשיבות (Wigfield, Tonks ו-Klauda, 2009), כאשר הם מאמינים כי הם מסוגלים לבצע את המטלה הניצבת בפניהם (Schunk ו-Zimmerman, 2006; Schunk ו-Pajares, 2009), כאשר הם מאמינים שאינטליגנציה ניתנת לשינוי ואינה קבועה (Dweck ו-Master, 2009), וכאשר מטלת הלימוד מעוררת בהם עניין (Schiefele, 2009). תלמידים בבית ספר יסודי גילו מסוגלות עצמית מוגברת ביחס לפתרון תרגילי חיסור בחשבון וביצועיהם במבחנים השתפרו אחרי שצפו בחברם לכיתה שהדגים כיצד לפתור תרגילי חיסור תוך הפגנת מסוגלות עצמית גבוהה (באומרו, למשל, "אני יודע לעשות את זה" או "אני אוהב את התרגילים האלה").

השימוש בהערכה מעצבת

הערכה המעצבת היא מושג המדגיש את התהליך הדינאמי של שימוש בהערכה מבוססת ראיות כדי לשפר את למידת התלמיד באופן שוטף. למידת עומק משתפרת כאשר משתמשים בהערכה מעצבת כדי: (1) להבהיר לתלמידים את יעדי הלימוד; (2) לנהל בקרה שוטפת של תהליך הלמידה, לתת משוב ולהגיב להתקדמותם של התלמידים בלמידה; (3) לערב את התלמידים בהערכה עצמית ובהערכת חבריהם לכיתה. יישומים אלה של ההערכה המעצבת מעוגנים במחקר ומראים שתרגול חיוני ללמידת עומק ולפיתוח מיומנויות, אך תרגול ללא משוב מניב למידה מועטה ביותר (Thorndike, 1927).

עקרונות תכנון להוראת פתרון בעיות ואסטרטגיות מטא-קוגניטיביות

פתרון בעיות ומטא-קוגניציה הם כישורים חשובים הנכללים ברוב הרשימות של מיומנויות המאה ה-21. השוני בין פתרון בעיות ואסטרטגיות מטא-קוגניטיביות מתבטא במספר היבטים. פתרון בעיות מתאפיין בהפעלת קבוצות של הליכים המאורגנות כאסטרטגיות, המאפשרות לאדם להתמודד עם מגוון של משימות ומצבים חדשים הכלולים בתחום ביצוע מסוים. מטא-קוגניציה היא יכולתו של אדם לבחור, לבקר [מלשון: בקרה], לנהל ולהעריך את העיבוד הקוגניטיבי במהלך הלמידה או הביצוע של מטלה קוגניטיבית. אסטרטגיות מטא-קוגניטיביות הן שיטות מסדר גבוה יותר לניהול מהלך החשיבה וההנמקה תוך כדי למידה או ביצוע של מטלה. אסטרטגיות מטא-קוגניטיביות עשויות למלא תפקיד מרכזי ביכולת ההעברה של האדם – כלומר, ביכולתו לפתור בעיות חדשות וללמוד דברים חדשים.

בפיתוח אסטרטגיות העברה שמטרתן להשיג יעילות בפתרון בעיות ופעילות מטא-קוגניטיבית, ישנם חמישה נושאים עיקריים שאותם יש לשקול ולקבוע: מה ללמד, כיצד ללמד, היכן ללמד, מתי ללמד, וכמה זמן ללמד (Mayer, 2008).

מה ללמד

גישות פסיכומטריות מודרניות ליכולת הקוגניטיבית של האדם, המבוססות על ניתוח גורמים של סוללות נרחבות של מבחנים קוגניטיביים, מגלות כי קיים מספר רב של רכיבים קטנים של גורמים המרכיבים את היכולת הקוגניטיבית, וכי היא אינה מורכבת מגורם אחד כללי (Carroll, 1993; Willis, Kaufman ו- Dumont, 2011). יכולת אינטלקטואלית מורכבת ממקבץ של מיומנויות קטנות יותר. מכאן שאסטרטגיה קוגניטיבית של הוראה צריכה להתמקד בסיוע לתלמיד לפתח מקבץ של מיומנויות מוגדרות בבירור, ובלמידה כיצד לכנס ולשלב ביניהן במקום להתמקד בשיפור שכלי כללי.

כיצד ללמד

שאלה זו סובבת סביב ההתלבטות האם על ההוראה להתמקד בתוצר של פתרון בעיות (כלומר, בהשגת התשובה הנכונה) או בתהליך המוביל אל פתרון הבעיה (כלומר, החשיבה המושקעת בהשגת התשובה הנכונה). בהתבסס על ספרות המחקר, פותחו שלוש טכניקות להוראה של פתרון בעיות ובניית אסטרטגיות מטא-קוגניטיביות, והן: דיגום [modeling], הכוונה [prompting] וחניכות [apprenticeship]. בדיגום הלומד צופה במומחה בבצעו את המטלה, לרוב בליווי פרשנות, כדי שהלומד יקבל הסבר של כל פעולה המתבצעת, שלב אחר שלב. דיגום מתבצע לרוב בדרך של הצגת דוגמאות של בעיות פתורות המודפסות בספר, מופיעות על צג המחשב או מוצגות באופן חי על ידי מומחה. בשיטת ההכוונה הלומד המתבקש לפתור בעיה, ומלווה לאורך התהליך בשאלות וברמזים הנוגעים לסיבות המובילות אותו לביצוע פעולות מסוימות.

הוראה ולמידה בשיטות של חניכות עשויות לסייע ללומדים להבין תהליכי פתרון בעיות וליישם. בשיטת החניכות, חונך או מורה מדגים כיצד הוא פותר בעיה על ידי תיאור כיצד הוא ניגש אל התהליך; מאמן על ידי הדרכה ורמזים שהוא מספק ללומד המבצע את המטלה; ומספק פיגומים על ידי כך שהוא מבצע בעצמו או מעלים חלקים קשים במטלה שהלומד אינו מסוגל לבצע (Mayer ו- Wittrock, 2006).

לסיכום, מסקנה הגיונית היא כי יש למקד את שיטות ההוראה בתהליכים של פתרון בעיות ומטא-קוגניציה במקום להסתפק בהתמקדות בתוצרים הסופיים של תהליכים אלה.

היכן ללמד

מחקרים שבדקו פתרון בעיות ומומחיות מטא-קוגניטיבית תומכים ברעיון ש**כישורים נוטים להיות ספציפיים לכל תחום**. מי שבקיא בפתרון בעיות בתחום אחד אינו מסוגל להעביר את מיומנותו בפתרון בעיות לתחומים אחרים. מחקרים הראו שיכולתם של ילדים לפתור בעיות במדעים תלויה בידע הקודם שלהם בנושא או במושג שאותו הם לומדים. מממצאים אלה עולה כי את **אסטרטגיית ההוראה יש לנהל בתוך הקשר ספציפי שבו יפתרו הבעיות (כלומר, עליהן להיות שלובות בתחומי ידע ספציפיים)** ולא בנושא לימוד כללי המנותק מתחום דעת כלשהו.

מתי ללמד

השאלה מתי ללמד סובבת סביב ההתלבטות האם יש ללמד אסטרטגיות לפתרון בעיות לפני או אחרי רכישת מומחיות במיומנויות מסדר נמוך יותר. אף כי מאגר המחקרים הקיימים בנושא זה פחות מפותח, ישנן עדויות מתכנסות לכך שלומדים בראשית דרכם יכולים להפיק תועלת מאימון באסטרטגיות מסדר גבוה יותר. במחקרי תצפית שעסקו בחניכה קוגניטיבית, לומדים בראשית דרכם לומדים בהצלחה מיומנויות מדרגה גבוהה באמצעות תהליך של *ביצוע נתמך [assisted performance]* (Tharp ו-Gallimore, 1988) שבו מותר להם לנסות להתמודד עם חלקים של בעיות מורכבות עוד בטרם רכשו מומחיות במיומנויות בסיסיות. מממצאים אלה עולה, כי ניתן ללמוד במקביל מיומנויות חשיבה מסדר גבוה ונמוך כבר בשלבים הראשונים של תהליך ההוראה.

כמה זמן ללמד

מחקר שבדק התפתחות של מומחיות מצביע על כך ש"כישורים ברמה גבוהה נרכשים רק על ידי אימון נרחב" (Anderson ו-Schunn, 2000, עמ' 17), וכי הלומדים זקוקים למשוב המסביר כיצד להשתפר (Shute, 2008; Hattie ו-Gin, 2011).

עקרונות לתכנון הוראה – בתחום התוך-אישי והבין-אישי

המחקר שבדק הוראה התמקדת ישירות ביעדי למידה בתחום התוך-אישי והבין-אישי הוא פחות נרחב ומדויק מאשר המחקר שהתמקד בבדיקת ההוראה המתמקדת ביעדי למידה בתחום הקוגניטיבי. אף כי מיעוט הראיות מקשה על זיהוי עקרונות ספציפיים לתכנון הוראה המקדמת ידע ומיומנויות תוך-אישיים ובין-אישיים, הרי שההוכחות הקיימות מצביעות על כך שחלק מעקרונות ההוראה התקפים בתחום הקוגניטיבי ניתנים ליישום גם בהוראת שני התחומים האחרים.

במטא-אנליזה עדכנית בנושא של תכניות בית-ספריות לפיתוח כישורים חברתיים ורגשיים [תכניות SEL], סקרו Durlak ואח' (2011) 213 מחקרים, ובחנו ממצאים של אפקטיביות מבחינת שש התוצאות הבאות:

- מיומנויות חברתיות ורגשיות
- יחס לעצמי ולאחרים
- התנהגויות חברתיות חיוביות
- בעיות התנהגות
- מצוקה רגשית
- ביצועים לימודיים

כאשר החוקרים (Durlak, Weissberg ו-Pachan, 2010) בחנו את ממצאיהם מבחינת ארבע דרכי-העבודה מבוססות המחקר שאותן הם זיהו במחקר קודם, הם מצאו כי קבוצת התכניות שיישמו את כל ארבע דרכי העבודה המומלצות הנ"ל השפיעו באופן מובהק על כל שש התוצאות, בעוד שתכניות שלא יישמו את כל ארבע דרכי העבודה השפיעו באופן מובהק רק על שלוש מהתוצאות שברשימה הנ"ל (יחס לעצמי ולאחרים, בעיות התנהגות וביצועים לימודיים). מחברי הסקירה מצאו גם שיש חשיבות לאיכות היישום של התכניות.

המחקר שבדק תכניות ללימוד כישורים חברתיים ורגשיים מצביע על כך שהמורים והנהלות בת-הספר צריכים להקדיש תשומת לב מספקת לפיתוח מיומנויות, על ידי תכנית לימודים סדורה, המשלבת תכנים ומיומנויות עם תהליכים, ומספקת הזדמנויות לאימון נרחב. מסקנה זו מתקשרת עם שני ממצאים בנוגע להוראת מיומנויות קוגניטיביות: (1) ההוראה צריכה להתנהל בגבולותיו של

הקשר הספציפי שבו יפתרו הבעיות – במקרה זה, בעיות חברתיות ורגשיות; (2) פיתוח מיומנות של פתרון בעיות ברמת מומחיות דורש שנים של אימון מודרך [deliberate practice]. המחקר שבדק הוראה המכוונת לקדם את התוצאות הרצויות בלמידת כישורים חברתיים ורגשיים הגיע לאותה מסקנה כמו המחקר שבדק הוראה המקדמת תוצאות קוגניטיביות, כלומר, שהלומדים זקוקים לתמיכה ולהדרכה כדי להשיג יעדים מוגדרים בבירור (וכי "גילוי נקי" אינו מניב למידת עומק).

הממצא שעל-פיו, כאשר היעד הוא לשפר את התהליכים הקבוצתיים, התמקדות האימון במיומנויות של עבודת צוות משפרת את האפקטיביות, מהווה תמיכה נוספת לעקרון תכנון ההוראה שעל-פיו ההוראה צריכה להתמקד ביעדי למידה המוגדרים בבירור. עם זאת, המחברים מזהירים כי מסקנה זו מבוססת על מספר קטן של מחקרים בלבד.

הערכה המקדמת למידת עומק

בבואנו לדון בסוגיות הקשורות לשימוש בהערכה לצורך קידום למידת עומק, אנו יוצאים מתוך ההנחה שהשאלות: מה להעריך, כיצד להעריך, וכיצד להסיק מההוכחות מסקנות תקפות, כבר קיבלו מענה.

הערכה לצורך למידה: הערכה מעצבת

בניגוד להערכות של למידה המביטות לאחור על מה שכבר נלמד, הערכות לצורך למידה – הערכות מעצבות – צופות קדימה, ומשרטטות את הדרך ליעד על ידי אבחון היכן התלמידים נמצאים יחסית ליעדי הלמידה, ועל ידי כך שהן מאפשרות לנקוט פעולות מיידיות לסגירת פערים. הערכה מעצבת כוללת הבנה ותגובה מיידית למצבו של התלמיד בתהליך; כלומר, הן אבחון והן פעולות לזירוז התקדמותו של התלמיד לעבר היעדים שהוגדרו.

פעולות כאלה יכולות להיות מוכוונות על ידי המורה ומתואמות עם מודל משוער של למידה. הפעולות יכולות לכלול: שאלות שהמורה מציג כדי לחקור ולאבחן את הבנת התלמיד ולהגיב אליה; בקשת המורה מהתלמיד להסביר בהרחבה את מהלך החשיבה שלו; משוב שהמורה נותן כדי לעזור לתלמיד לשנות מושגים שגויים ולשפר את הבנתו; ניתוח עבודת התלמיד על ידי המורה ושימוש בתוצאות כדי לתכנן ולהורות את השלבים הבאים, למשל, פעילות למידה חלופית עבור תלמידים שהוברר כי להם קשיים ומושגים שגויים ספציפיים. אבל הפעולות מרוכזות גם סביב התלמיד ומוכוונות על ידו. אחד המאפיינים הבולטים של הערכה מעצבת הוא הדגש על מסוגלות התלמיד, שכן מעודדים את התלמידים לקבל אחריות על למידתם, והכיתה נתפסת כקהילה לומדת. כדי לקבל על עצמם אחריות ללמידה, התלמידים צריכים להבין בבירור איזו למידה מצופה מהם, כולל מהותה ואיכותה. התלמידים מקבלים משוב שמסייע להם להבין ולהדביק פערים בביצועיהם, והם מעורבים בהערכה ובתגובה לעבודתם הם, וכן לעבודתם של חבריהם לכיתה (ר' גם Heritage, 2010).

הערכה מעצבת מתרחשת בשילוב עם תהליך ההוראה והלמידה בכיתה, והיא מהווה חלק בלתי נפרד מהוראה ולמידה לצורך העברה. הערכה מעצבת מגלמת רבים מעקרונות התכנון של הוראה לצורך העברה שנדונו בחלק הקודם של פרק זה. למשל, הערכה מעצבת כוללת תשאול, שפרוט, והסבר עצמי – כולן פעולות שהוכחו כמקדמות העברה. הערכה מעצבת יכולה לספק משוב והדרכה הדרושים ללומדים כאשר הם עוסקים במטלות מאתגרות. בנוסף, כיוון שהערכה מעצבת מגדירה בבירור את יעדי הלמידה, מערבת תלמידים בהערכה עצמית ובהערכת עמיתים, משלבת אותם

בקהילת למידה, ומציגה את מסוגלותם של התלמידים – באפשרותה לקדם אותם כסוכני למידה של עצמם, ועל ידי כך להגביר את הנעת התלמידים, את האוטונומיה שלהם ואת יכולותיהם המטא-קוגניטיביות, וכן את יכולתם לעבודה שיתופית [collaboration] וללמידה עיונית (Gardner, 2006; Shepard, 2006).

על-פי דוגמאות אחדות, מורים ותלמידים יכולים להגביר את למידת העומק על ידי שימוש בהוכחות המעידות על ההתקדמות שחלה בלמידה ועל הצרכים של התלמידים – מידע המגיע מההערכה המעצבת המשולבת בהדמיות [סימולציות] ובמשחקים.

הפעלת מערכות הערכה בכיתה

הערכות של הלמידה ולצורך הלמידה (הערכות מסכמות ומעצבות) יכולות לפעול יחד במערכת עקבית [קוהרנטית] ועל ידי כך לתמוך בפיתוח מיומנויות קוגניטיביות, תוך-אישיות ובין-אישיות. ואולם, לשם כך, שני סוגי ההערכה צריכים להיות מסונכרנים זה עם זה ועם המודל המדגים את האופן שבו הלמידה מתפתחת.

תיאור של הערכה מעצבת על-פי Herman (2010b, עמ' 74):

במקום להנחיל ידע בדרך של ממסר [מהמורה לתלמיד], מורים הנוקטים הערכה מעצבת מנחים את התלמידים לקראת יעדי למידה משמעותיים, ומובילים את התלמידים למעורבות פעילה כמעריכים של עצמם ושל חבריהם לכיתה. הערכה מעצבת מתרחשת כאשר המורים מספקים לתלמידים הגדרה ברורה של יעדי הלמידה ושל התבחינים להצלחה, אוספים הוכחות להתקדמות למידת התלמידים, שותפים לתלמידיהם בתהליך של משוב הדדי, ומפעילים את הכיתה כקהילת לומדים כדי לשפר את למידת התלמידים.

ואולם, הערכה מעצבת כשלעצמה כרוכה בשינוי דרך ההוראה: היא אינה רכיב קבוע בעבודתם של מרבית המורים, וידע התוכן הפדגוגי של המורים עלול להוות מכשול להגשמתה.

מסקנות והמלצות

המלצות לתכנון הוראה ושיטות הוראה:

- כצעד ראשון בתכנון ובפיתוח של דרכי הוראה המתמקדות בלמידת עומק ובפיתוח כישורי המאה ה-21 הניתנים להעברה, על העוסקים בכך לתחום בבירור את יעדי הלמידה ולשרטט מודל של ההתפתחות המצופה של הלמידה, והערכות למדידת התקדמות התלמידים לעבר השגת היעדים.
- הגופים המממנים צריכים לתמוך בפיתוח תכנית לימודים ותכניות הוראה הכוללות שיטות הוראה מבוססות-מחקר, כגון:
 - שימוש במגוון רחב של ייצוגי מושגים ומטלות, כגון תרשימים, ייצוגים מספריים ומתמטיים והדמיות [סימולציות], בשילוב עם פעילויות והדרכה שתומכות במיפוי של כל מגוון הייצוגים.
 - עידוד התלמידים להסביר בהרחבה [לשפרט], לתשאל ולהסביר – למשל, להמליץ לתלמידים הקוראים טקסט בהיסטוריה לחשוב במהלך הקריאה על כוונת המחבר ו/או להסביר – לעצמם בקריאה שתוקה או לחבריהם בקול רם - מידע וטיעונים מסוימים המופיעים בטקסט.
 - העסקת הלומדים במטלות מאתגרות, ובתוך כך, לתמוך בהם על ידי הדרכה ומשוב, ולעודד אותם להרהר [רפלקציה] בתהליכי הלמידה שלהם ובהבנתם באותה עת.
 - הוראה בעזרת דוגמאות ומקרים מייצגים, כגון דיגום [modeling] ביצוע של הליכים, שלב אחר שלב, כדי לפתור בעיה, תוך שימוש בדוגמאות של בעיות פתורות.
 - הטרמה לעידוד המוטיבציה של התלמידים על ידי קישור נושאים לחייהם האישיים של התלמידים ולנושאים המעניינים אותם, הפעלת התלמידים בפתרון בעיות בדרך של עבודה שיתופית, והסבת תשומת לבם לידע ולמיומנויות שהם מפתחים במקום לציונים ולהישגים במבחנים.
 - שימוש בהערכה מעצבת כדי: (א) להגדיר את יעדי הלמידה בבירור; (ב) לנהל בקרה, לתת משוב ולהגיב למהלך התקדמותו של התלמיד – כל זאת באופן שוטף; (ג) לשתף את התלמידים בהערכה עצמית ובהערכת חבריהם לכיתה.

- קרנות וגופים ממשלתיים צריכים לתמוך בתכניות מחקר שמטרתן למלא את הפערים בבסיס ההוכחות הקיים בנושא של הוראה והערכה לקידום למידת עומק והעברה. אחד היעדים החשובים שיש לשאוף אליו במחקר עתידי הוא זיהוי הדרך הנכונה לתכנון הוראה והערכה המקדמות את הכישורים בתחום התוך-אישי והבין-אישי.

מערכות לתמיכה בלמידת עומק

על-פי המלצות הוועדה, כדי לתמוך בפיתוח כישורים קוגניטיביים, תוך-אישיים ובין-אישיים הניתנים להעברה, סביבות הלמידה – הן הפורמאליות והן הבלתי פורמאליות – צריכות להכיל קבוצה של מאפיינים עקביים [קוהרנטיים], הקשורים זה בזה בקשרי גומלין. ואולם, רק אם גם הסביבה החינוכית המורחבת תהיה קוהרנטית, אפשר יהיה ליישם באופן נרחב הוראה המכילה מאפיינים אלה.

בחינוך הפורמאלי, מימוש החזון של ידע מעמיק הניתן להעברה בקרב כלל התלמידים יצריך שינויים משלימים של גורמים רבים המרכיבים את מערכת החינוך הציבורית. גורמים אלה כוללים את תכנית הלימודים, ההוראה, ההערכה, הכשרת מורים, והתפתחות מקצועית של מורים.

הכשרת מורים והתפתחות מקצועית של מורים

כדי שהמערכות הקיימות להכשרת מורים ולפיתוח מקצועי של מורים יתמכו בהוראה המעודדת למידת עומק ופיתוח כישורי העברה, יהיה עליהן לעבור שידוד מערכות. השינויים דרושים לא רק בתפיסות הקובעות מה הן דרכי העבודה היעילות במקצוע ההוראה אלא גם במטרות, במבנה ובארגון תכניות ההכשרה ואפשרויות ההתמקצעות הקיימות (Garrick ו-Rhodes, 2000; Darling-Hammond, 2006; Webster-Wright, 2009; Lampert, 2010).

החוקרים Ball ו-Cohen (1999) קראו לביצוע שינויים יסודיים אלה וניסחו תיאוריה מבוססת-מעשה [practice-based theory] להכשרה מקצועית של מורים, שתאפשר להם 'לתמוך באופן הרבה יותר מעמיק ומורכב בלמידה של תלמידיהם' (עמ' 7). המחברים זיהו סוגים אחדים של ידע ומיומנויות הדרושים כדי שהמורים יוכלו לממש הוראה שכזו, וביניהם:

- הבנת נושא הלימוד

- הכרת הרעיונות והתפיסות השגויות הרווחות בקרב כלל תלמידי הכיתה ביחס לנושא הלימוד, והכרת החשיבה של כל תלמיד ותלמיד;
- הבנת השונות התרבותית, האתנית והמגדרית הקיימת בקרב ציבור התלמידים, וגילוי רגישות כלפי הבדלים אלה;
- ידע כיצד ילדים לומדים;
- מבחר של אסטרטגיות הוראה גמישות, הניתנות להתאמה.

בול וכהן הציעו שהמורים יפתחו יכולות אלה באמצעות עבודה מעשית. הם ילמדו כיצד לתהות על החשיבה של תלמידיהם באופן שוטף וכיצד להשתמש בממצאים לשיפור דרכי ההוראה, לחיבור מטלות ושאלות, להדרכה בביצוען ובפתרון, ולהתאמתן על ידי שינויים. נקודת המוצא שלהם תהיה חקירה וחיפוש. ולסיכום, המחברים שרטטו את קווי המתאר של הכשרת המורה שתביא לפיתוח הידע והמיומנויות הדרושים למורים. הכשרה זו תתמקד בביצוע, תטפח את הידע והמיומנויות המפורטים לעיל, ותיסוב סביב עבודתם המעשית של המורים. למידת המורים תסתייע בהשתתפותם בקהילות מעשה [communities of practice] שיורכבו מעמיתיהם, ויחד הם ידונו [רפלקציה] בדוגמאות של עבודת תלמידים אותן יביאו מהשטח, ובצפייה בשיעורים שצולמו בווידיאו.

בהתבסס על תיאוריה זו של הכשרה מקצועית המבוססת על עבודה מעשית, המליצו Windschitl (2009), Wilson (2011), ואחרים, לספק למורים הזדמנויות למידה רציפות, השלובות במסלול הכשרתם ועבודתם, משלב ההכשרה, עבור בקליטה [של מורים חדשים], וכלה בתמיכה והתמקצעות שוטפת, וזאת במקום אפשרויות הלמידה הקיימות כיום, המתאפיינות בכך שאין קשר רציף ושוטף בין המרכיבים השונים לאורך הדרך. על-פי Windschitl (2009), תכניות להכשרת מורים ברצף האמור ייסובו סביב תכנית ליבה משותפת המעוגנת בידע הבסיסי הקיים ביחס להתפתחות הילד והמתבגר, ביחס ללמידה וביחס לפדגוגיה הספציפית לכל אחד ממקצועות הלימוד; התכניות להכשרת מורים יעניקו למורים לעתיד אפשרויות נרחבות להתנסות בהוראה בהדרכתם של מורים מאמנים (הוראה על ידי מורים-מתלמידים), וזאת בהיקף של 30 שבועות לכל הפחות, בהתאם לחזון של הוראה איכותית וכחלק בלתי נפרד מתכנית ההכשרה.

ספרות המחקר הקיימת עד היום זיהתה מאפיינים נוספים של תכניות יעילות להכשרת מורים, כולל שימוש נרחב בשיטות של חקר מקרים, מחקר המתנהל על ידי מורים בשטח, הערכות של ביצועי מורים, ומבחני פורטפוליו, להשוואה בין למידת המורה לעבודתו המעשית בכיתה (Darling-Hammond, 1999). לשיטתם של Wilson (2011) ואח', אחת הדרכים המבטיחות ביותר, לקליטת מורים חדשים ולהתמקצעות כאחד, היא ניתוח בצוותא על ידי קבוצות מורים בהן מנתחים

דוגמאות של עבודת תלמידים, כגון ציורים, הסברים או חיבורים או צופים יחד בדיאלוגים שצולמו בוידאו במהלך שיעור בכיתה.

המורים יזדקקו גם להזדמנויות ללימוד גישות ההערכה השונות ומטרותיהן. למשל, כפי שצוין בפרק הקודם, הערכה מעצבת עשויה למלא תפקיד מרכזי באימוץ למידת עומק ופיתוח כישורי המאה ה-21. ואולם, רוב המורים אינם מכירים שיטת הערכה זו ואינם משלבים אותה בעבודתם.

הזדמנויות ואתגרים

כדי שהתערבויות חינוכיות שיכולות לפתח ידע ומיומנויות הניתנים להעברה לא יישארו בגדר הבטחות תלושות אלא יופצו ו"יפריחו" חלקים נרחבים יותר של מערכת החינוך, יש לטפל בנושאים מערכתיים כלליים, כולל תכניות הלימודים, ההוראה, דרכי ההערכה, והתפתחותם המקצועית של מורים. כפי שצוין לעיל, חשיבות מיוחדת נודעת לאימוץ שיטות הערכה חדשות, המסוגלות למדוד במדויק את רכישת הידע והמיומנויות האמורים, ולסייע ברכישתם.

כדי שהמורים לא רק יבינו את הרעיונות הללו אלא יצליחו לתרגם אותם לעבודתם המעשית בשטח, הם יזדקקו לתמיכה מבית הספר וממשרד החינוך, כולל הקצאת שעות ללמידה, לתכנון מערכי שיעור בצוותא, ולרפלקציה.