

5-1-2021

תובנות מרכזיות מהכנס המקוון הבינלאומי לסיכום פרויקט 211 (הוראה מבוססת אבחון)

בהתאם למחויבויות שלנו לקרן טראמפ, קיימנו ב- 19-20.10.2020, כנס מקוון בינלאומי בן יומיים שהתמקד ב"הוראה מבוססת אבחון".

מטרת הכנס היתה להציג סוגיות מרכזיות בנושא "הוראה מבוססת אבחון", לדון וליצור שיח בין חוקרים ומורים בהוראת המדעים והמתמטיקה.

וועדת הכנס כללה את בת-שבע אלון, אסתר בגנו, עידית ירושלמי, סמדר לוי ואסתר מגן (לפי סדר א-ב).

היום הראשון של הכנס "הוראה מבוססת אבחון במדעים ובמתמטיקה" היה מיועד לאנשי אקדמיה בהוראת המדעים והמתמטיקה מכל רחבי הארץ. השתתפו בו 189 חוקרים.

פרופ' מרשה לין מברקלי השתתפה ביום הזה.

היום השני של הכנס עסק ב"הוראה מבוססת אבחון בפיזיקה". בחלקו הראשון השתתפו 83 אנשי אקדמיה ומורים מובילים. בחלק השני התקיימה סדנא סגורה בהשתתפות 38 מורים לפיזיקה: מורים מובילים, מנטורים וחברים מקבוצת הפיזיקה.

פרופ' פאולה הרון מסיאטל, השתתפה ביום הזה.

על מנת להציג את התובנות המרכזיות בכנס, נתאר בקצרה את תפיסת העולם שלנו בפיתוח ויישום "הוראה מבוססת אבחון" בפיזיקה ונתאר באמצעותה את התובנות השונות שעלו בכנס המשותף ל"הוראה מבוססת אבחון" במתמטיקה ובמדעים.

אנו מתייחסים ל"הוראה מבוססת אבחון" כהוראה המתמקדת בתלמידי הכיתה. מכאן נגזרות שאלות רבות. ביניהן, כיצד תלמידים לומדים? מהם הגורמים המשפיעים על למידה זו וכיצד יכול המורה לקדם אותה?

ניסחנו את תפיסת העולם שלנו בהקשר לקידום "הוראה מבוססת אבחון" בכיתות הפיזיקה, באמצעות המסגרת התאורטית של "שילוב ידע" (Linn & Eylon, 2006, 2011), עקרונות המבוססים על מחקרים בפסיכולוגיה קוגניטיבית וחקר המוח וכן עדויות רבות של לומדים ומורים מנוסים.

- ❑ יש לתלמיד, טרום הלמידה, ידע קודם והתנסויות קודמות המשפיעים על הלמידה של הידע החדש. הידע הקודם משתלב בידע החדש הנלמד בבית הספר ויוצר תרכובות שלעיתים אינן מדויקות מבחינה מדעית. גם הלומד וגם המורה צריכים להכיר את הידע הקודם הזה ולהתייחס אליו לפני, במהלך ובסיום הלמידה.
- ❑ הידע החדש הנלמד, נבחן על ידי הלומד באמצעות קריטריונים שונים (רצוי מדעיים), בתהליכים של בירור ועדכון הידע הקיים. סביבת הלמידה שהמורה מתכנן עבור תלמידיו, צריכה לאפשר בחינה זו.
- ❑ החשיבה על הלמידה, במהלכה ובסיומה, מעצימה אותה. מורה המודע לתפקיד המכריע של התהליכים הרפלקטיביים (מטה-קוגניציה) בקידום הלמידה, מזמן עבור תלמידיו מגוון פעילויות רפלקטיביות לבדיקת מצב הידע שלהם.

מימוש תפיסת עולם זו "להוראה מבוססת אבחון" בכיתות הפיזיקה, דרש מאתנו התייחסות **הוליסטית** המתמקדת בו זמנית בהיבטים הבאים:

1. למידת תלמידים ולמידת המורים על למידת התלמידים
2. תכנון הוראה ופיתוח משאבים, עבור מורים ותלמידים, לקידום "למידה מבוססת אבחון"
3. איסוף וניתוח נתונים על מצב הידע של התלמידים והוראה מרחוק

במקביל, נעשה מאמץ מחלקתי גדול בפיתוח פלטפורמת "פטל" המסייעת למורה באיסוף ופענוח מיידי של נתונים הזורמים מהתלמידים.

נציג במסמך זה תובנות המתייחסות להיבטים 1-3, ואחריהן נציג מספר תובנות כלליות.

1. למידת תלמידים ולמידת המורים על למידת התלמידים

א. פרופ' פאולה הרון מסיאטל, סקרה בהרצאתה קשיי תלמידים בהמשגה והסבר של תופעות בפיזיקה והציגה גישות קלאסיות לטיפול בקשיים אלה. היא הדגימה את הבעייתיות בהוראה אחידה המכוונת לכל תלמידי הכיתה ובצורך ב"הוראה מבוססת אבחון". היא עשתה זאת באמצעות תיאור מחקר העוקב אחר חשיבתם של תלמידים המתבקשים לפתור בעיות "רבות ברירה" בפיזיקה ולהסביר את בחירתם.

היא מצאה שתלמידים "פיזיקאים" שבחרו מיד בתשובה לא נכונה, התעקשו גם בהסבר שהם נתנו למורה להצדיק אותה. לעומתם, תלמידים "זהירים" בבחירת התשובה, אלה שעברו תהליכים של חשיבה ו"חשיבה על החשיבה", הגיעו לעיתים קרובות לתשובה הנכונה.

פרופ' הרון קשרה בין הממצאים האלה לבין תאוריות חדשניות על חשיבה ולמידה – **Dual-process theories of reasoning (DPToR)** המבוססות על ההמשגה של זוכה פרס נובל Daniel Kahneman (2011). לפי תאוריות אלה, קיימות במוח שתי מערכות המנהלות את החשיבה ואת תהליך קבלת ההחלטות. האחת, מהירה, אוטומטית, לא מילולית, ומבוססת רגשות המובילה לעיתים קרובות להחלטות שגויות. השנייה, איטית מכוונת הגיונית וביקורתית. בעוד שהתהליך הראשון המוביל לתשובות אינטואיטיביות הוא מיידי, התהליך השני אינו מתרחש בהכרח. פרופ' הרון הציעה להאט מדי פעם את החשיבה המהירה של התלמידים על ידי משימות שהמענה להן ידרוש חשיבה מכוונת והגיונית. למשל, שאלה רבת ברירה שבה התלמידים מתבקשים לנמק את בחירתם תוך שימוש בידע הפיזיקלי שלהם.

ב. פרופ' עידית ירושלמי הדגישה את הקושי לקיים בתקופת הפנדמיה דיאלוג בין מורה לתלמיד - הקשוב להמשגות התלמיד (ובפרט, מאבחן את קשייו), ומסייע לתלמיד (בפרט – נענה לקשיים שאבחן, ומסייע לתלמיד לחדד ולהבחין בין מושגים). תקופת ההוראה מרחוק מחדדת את הצורך לפתח בתלמיד יכולת לקחת תפקיד רחב יותר - לבצע תהליך רפלקטיבי, מכוון, איטי ומאומץ, היוצר תובנה אנליטית. פרופ' ירושלמי דברה על מאפייני עיצוב של אסטרטגיות הוראה המעצימות תלמידים כך שיוכלו לקחת חלק פעיל יותר ולהיות מעורבים בדיאלוג עם חבריהם, עם המורה ועם עצמם. המלצה זו נמצאת בהלימה עם תיאוריית ה-DPToR. ומדגישה את מקומם המרכזי של כישורי לומד עצמאי בלמידה מרחוק.

ג. ד"ר אורנית ספקטור-לוי הציגה גישה הוליסטית בה יש דגש על מתן מענה למגוון הלומדים בכיתה, תוך התייחסות לצרכים של כל לומד ולומדת בארבעה ממדים: קוגניטיבי, חברתי, רגשי, חושי-תנועתי. היא הדגישה את החשיבות של שיח דיאלוגי של המורה עם התלמידים המבהיר מה מאבחנים ומדוע. היא טענה שלא מספיק לתת לתלמידים משוב על ממצאי האבחון אלא חשוב לתת להם הזדמנות לבחור את דרכי הלמידה והאבחון המתאימים להם. מימוש גישה כזו מחייב פיתוח הרגלי למידה וכישורים מתאימים אצל התלמידים וכן פיתוח מודעות וקשב אצל המורים במתן הזדמנויות לתלמידים לפתח כישורים אלה. היא עמדה על הפוטנציאל של הערכה דיגיטלית במימוש גישה כזו, ומאידך על האתגר לתת מענה ללומדים שכלים כאלה פחות מוכרים ונגישים להם, או לומדים שחווים קשיים בהבעה מילולית.

ד. פרופ' רוחמה אבן הצביעה בהרצאתה על אתגרים הכרוכים בשימוש של מורים למתמטיקה בהערכה לצורך קבלת החלטות הוראתיות. כלומר, אתגרים הכרוכים בהפקה של עדויות ללמידת תלמידים, בפרשנות של עדויות אלה, ובפעולה על פיהן. האתגרים שהוצגו בהרצאה: כללו ידע מוגבל וחוסר תשומת לב של מורים רבים לתפיסות ושגיאות נפוצות של תלמידים, המורכבות הטבועה בפרשנות של מה שתלמידים מביעים שמטבעה כרוכה בקשיים ועמימות, ודרכי טיפול אופייניות בשגיאות תלמידים במתמטיקה המתמקדות לעיתים קרובות בקבלה של תשובות נכונות ולא בהבנה של רעיונות מתמטיים. כמענה לאתגרים אלה תיארה המרצה שתי גישות. האחת היא גישת מנור שבה מורים לומדים על הידע של תלמידיהם באמצעות שחזור של מחקר אקדמי מהספרות המקצועית. למידת המורים התבצעה באסטרטגיה שכללה קריאה של מאמרים על למידת מתמטיקה של תלמידים, שחזור אחד המחקרים בכיתות, איסוף נתונים על הלמידה של התלמידים, דיון עם עמיתים, כתיבת מאמר מחקרי והצגת תובנות למורים עמיתים. בדרך זו חיברו המורים בין הידע המחקרי על למידת תלמידים לבין הידע הפרקטי-אישי שלהם. הגישה השנייה שתוארה היא גישת משימטיקה, במסגרתה מפותח מאגר מתקשב של תיקי הערכה מעצבת שמטרתם לסייע למורים להעריך את היכולות של תלמידיהם בנושאים שונים מתוך תכנית הלימודים, ולתת מענה דיפרנציאלי לקשיים המתגלים. כל תיק משימטיקה כולל לכן, משימות הערכה לתלמידים בנושא מסוים, הצעה לאופן הערכת הביצוע של התלמידים, פעילויות הוראה דיפרנציאליות בעקבות ההערכה, ומדריך למורים לשימוש בחומרים שבתיק.

נציין, שאסטרטגיית למידה של מורים שבה הם משחזרים מחקר אקדמי מהספרות המקצועית מיושמת בהצלחה גם בהוראת הפיזיקה וגם בתכנית "רוטשילד וייצמן למורים מצטיינים במתמטיקה ובמדעים". מורים המתנסים במחקרים כאלה בכיתותיהם, חווים לעיתים "קונפליקט קוגניטיבי" שבעקבותיו הם מוכנים להקשיב לרעיונות הוראה חדשים ואף לאמץ אותם.

2. תכנון הוראה ופיתוח משאבים, עבור מורים ותלמידים, לקידום "למידה מבוססת אבחון"

פרופ' רון בלונדר והדוקטורנטית אינאס עיסא בהרצאה בנושא "מאבחון להוראה מותאמת אישית בכימיה", תארו פעילויות המתבצעות בהוראת הכימיה אשר עוסקות באבחון של המשגות אלטרנטיביות של מושגים נבחרים ומכוונות למתן מענה דיפרנציאלי למנעד רחב של תלמידים. הן אפיינו טעויות נפוצות של תלמידים ברמה קבוצתית (לא אישית) והציעו הוראה דיפרנציאלית, מותאמת לכל קבוצה של תלמידים, הממוינים בהתאם לטעויות שלהם.

הן גם הציגו את ההתייחסות ההוליסטית שלהן ל"הוראה מבוססת אבחון" הכוללת פיתוח "ערכות" עבור מורים. כל ערכה כוללת משימות דיאגנוסטיות לאבחון הקבוצות השונות של התלמידים בהתאם לטעויות שלהם ו"טיפול" הנותן מענה ייחודי לכל קבוצה (גם לקבוצת התלמידים שענו נכון על המשימה הדיאגנוסטית). האיבחון על פי גישה זו הוא דינאמי ומשתנה עבור כל משימה ואינו מקבע בהקבוצות את הלומדים.

מעניין במיוחד אחד המחקרים המלווים את הפרויקט. בנוסף לאימפקט החיובי של הטיפול על ידע התלמידים הן גם מצאו שיפור בדעות התלמידים והמורים על ההוראה הדיפרנציאלית. במחקר על מודל המנבא הצלחה של תלמידים בלימודי כימיה נמצא כי לעמדות שלהם לאחר הטיפול יש השפעה על הצלחתם.

3. איסוף וניתוח נתונים על מצב הידע של התלמידים והוראה מרחוק

א. ד"ר גיורא אלכסנדרון, ד"ר מוריה אריאלי והדוקטורנטית טניה נזרצקי הציגו מחקר העוסק ביישומים של ניתוח אוטומטי של שפה טבעית (NLP-natural language processing) להערכה אוטומטית של הסברים מדעיים של תלמידים. בעוד פידבק מיידי הוא חיוני ל"הוראה מבוססת אבחון", מורים, המתמודדים עם כיתות גדולות וריבוי משימות, אינם מוצאים את המשאבים להערכה מעצבת איכותית של כתיבה מדעית כגון הסבר מדעי.

המערכות הדיגיטליות הקיימות אינן מסוגלות להעריך ולתת פידבק על מטלות כאלו. מטרת המחקר שתואר בכנס, הראשון מסוגו בעברית, הינה לרתום את ההתפתחות המואצת בתחום הבינה המלאכותית, ובפרט של ניתוח שפה טבעית, כדי לענות על צורך זה. הכנס איפשר לחשוף את המחקר לקהילה מקצועית רלבנטית ולקבל פידבק שעוזר לשפר ולחדד נקודות הנוגעות למודל הפדגוגי שמנחה את הפיתוח האלגוריתמי.

קבוצת מחקר זו מצאה גם שהשימוש בכלים אלה מקדם אצל תלמידים את מיומנות ההסבר המדעי וניתן גם לרתום את הכלים להתפתחות מקצועית של מורים.

ב. פרופ' מרשה לין מברקלי, בעלת ותק רב וניסיון בשימוש ב-NLP, הצביעה על מספר סוגיות חשובות:

□ יש צורך לשלב בין הכלי הטכנולוגי לבין המסגרת התאורטית של "שילוב הידע". השילוב הזה נותן משמעות לנתונים המתקבלים ומאפשר השלכות חשובות להערכת הלמידה ותכנון ההוראה.

□ עם התקדמות הכלים הטכנולוגיים לדיאגנוזה, נוצרת עבור מורים אפשרות לדלות מתשובות התלמידים מידע מסוגים שונים, בפרט מידע על החשיבה של התלמידים. חשוב לפתח אסטרטגיות אבחון המשלבות כלים טכנולוגיים שונים (כגון NLP) כדי להביא לידי ביטוי את מגוון הרעיונות של הלומדים בנושא מסוים.

□ כדי שהכלים הטכנולוגיים ייתנו מענה הולם לצרכים הפדגוגיים, יש צורך בשיתוף פעולה בין מורים, מדענים, מפתחי תכניות להתפתחות מקצועית של מורים ומפתחי כלים טכנולוגיים.

ג. ד"ר סמדר לוי ואסתר מגן הובילו סדנה על "מהלכי הוראה בעידן ההוראה מרחוק" אשר היתה מיועדת למורים המובילים את קהילות מורי הפיזיקה. ההוראה מרחוק מזמנת את האתגר של "תרגום" מהלך ההוראה המקורי, המבוסס על פעילות "עט ונייר", לפעילות בפלטפורמה המתקשבת "פטל". המורים השוו בין הגרסה המקורית של מהלך הוראה מסוים לבין הגרסה מתוקשבת שלו, דנו ביתרונות ובחסרונות של כל אחת מהגרסאות, ובחנו האם יש התאמות שכדאי לבצע בפעילות המתוקשבת כדי לקדם מטרות שחשובות למורים. אחת התובנות המרכזיות מהסדנה הייתה שהמעבר מהגרסה המקורית לגרסה המתוקשבת מחייב חשיבה מחודשת על מטרות ההוראה והלמידה, ושהסביבה המתוקשבת מזמנת אפשרויות חדשות יחד עם אילוצים שמחייבים שיקול דעת מושכל של המורה. לדוגמה, פיצול של הפעילות המתוקשבת לתתי פעילויות מאפשר למורה אבחון מהיר של מצב הידע של התלמידים בכל סעיף, מתן משוב מידי לתלמידים על תשובותיהם, ואף קידום יכולת ההתמודדות העצמית של התלמידים עם הפעילות. אך יחד עם זאת, הבניית הפעילות המתוקשבת "צעד-צעד" מצמצמת את האוטונומיה של התלמידים בתכנון עצמאי של התשובה לפעילות ופוגעת בפיתוח המיומנות החשובה של התמודדות עצמאית.

תובנות כלליות

ההסתכלות מפרספקטיבה של דיסציפלינות שונות על "הוראה מבוססת אבחון" שהועלו בכנס העלתה כמה תובנות כלליות. נתייחס בקצרה לכמה מהן:

א. מרכיבים גנריים ולא גנריים: ד"ר אסתר בגנו הציגה בהרצאתה גישה בה ניתן לעשות שימוש בפיתוח חומרים ואסטרטגיות הוראה/למידה בהפעלה של "הוראה מבוססת אבחון" בתחומי דעת שונים. הגישה כוללת מספר נושאים: (1) **זיהוי סוגיות גנריות מרכזיות בהוראת הדיסציפלינה** (כגון, בלבול בין מושגים דומים, קושי בנימוק מדעי, מעבר שגוי בין ייצוגים שונים של אותה תופעה); (2) **פיתוח שלד גנרי ל"מהלכי הוראה"** (כגון, מהלכים המבוססים על המסגרת של "שילוב הידע" (KI) הכוללים אבחון, פעילות מיון ומרכיב מטה-קוגניטיבי, מופעלים כיחיד, קבוצה מליאה ומשוב אישי); (3) **פיתוח "מהלכי הוראה" ספציפיים** (לא גנריים) בנושאים שונים המבוססים על השלד הגנרי.

למרות השונות בבחירת הסוגיות והמטרות בהן כל אחת מהקבוצות בחרה לעסוק כפי שצוין בקצרה בסעיפים 1-3 מעלה, המציגים בדיסציפלינות השונות עמדו על החיוניות של הגישה ההוליסטית בפיתוח משאבים עבור מורים ותלמידים והעמדתם לרשות המורים ומורי המורים. בקבוצת המתמטיקה פותחו "תיקים להערכה מעצבת" המתוארים בסעיף 1, בקבוצת הכימיה פותחו "ערכות" המתוארות בסעיף 2, ובקבוצת הפיזיקה פותחו "מהלכי ההוראה" המבוססים על שלד גנרי ועוסקים בנושאים מרכזיים בתכנית הלימודים.

בכל אחת מההצגות צוין שהפעילות של הכנת המשאבים האלה והמחקר על השפעתן נמצאים בעיצומן. בדברי הסיכום של פרופ' לין ביום הראשון של הכנס היא ציינה שאין היום מספיק ידע מחקרי על השאלה - מהו המידע שמורים מסוגלים לדלות ולהשתמש בו לקידום הפרקטיקה שלהם? היא גם הצביעה על החשיבות הגדולה לסדנאות במסגרתן אפשר לקדם את ההתפתחות המקצועית של מורים ואת הידע המחקרי על סוגיה זו. הפעילות עם מורים והמחקר סביבה ישליכו על עיצוב המשאבים המתאימים (טכנולוגיים ולא טכנולוגיים). דברים אלה עלו גם ביום השני של הכנס.

ב. הבעייתיות של שימוש באבחון

ד"ר עינת הד-מצוינים עמדה על סכנות של "אבחון יתר" ותיג תלמידים. יכול להיווצר מצב שבו במקום להשתמש באבחון כדי לעמוד על מצבו של התלמיד ולתת לו כלים להתפתחות ומימוש פוטנציאל, האבחון משמש למיון ולחסימת אפשרויות. כדוגמא, היא הצביעה על הבעייתיות של מיסלול במתמטיקה ומדעים על בסיס מיון שחוסם פעמים רבות את יכולת התלמיד לעבור מרמות נמוכות לרמות גבוהות. עינת התייחסה לקשר בין ההסללה לבין השכבה הסוציו-כלכלית של התלמידים ולאיי שיוויון ההזדמנויות אליהן הוא מוביל. היא ציינה שהפנדמיה העמיקה אי שוויון זה ותארה את פרויקט "מחשבה" (TEAMS) שחרת על דגלו לטפל בסוגיה זו. מוקד מרכזי בפרויקט זה הוא הוראה דיאלוגית בה האבחון משמש כמקפצה לקידום הלומד. לסיכום נציין שזוהי בעיה אתית שאליה חיוני להתייחס בעיצוב הפעלת התערבויות.

בעייתיות נוספת הועלתה על ידי פרופ' לין שציינה ש"אבחון יתר", חוסם אפשרויות להביא לידי ביטוי מתאים את הרעיונות של התלמידים וכי בתכנון השילוב של טכנולוגיה זוהי שאלת מפתח שיש לבחון. היא תארה אסטרטגיות שונות המאפשרות לשקף לתלמידים את התמונה שהתקבלה מתשובותיהם ולערוך אותן. היא תארה כדוגמא שימוש ב Visual concept maps בהם נותנים לתלמידים ייצוג של רעיונותיהם ומבקשים מהם לערוך את המוצע ולהציע רעיונות מתאימים יותר לדעותיהם. תובנה זו נמצאת בהלימה עם התובנות שעלו בעקבות סדנת המורים המובילים לפיזיקה.

ג. שימוש במנועים מערכתיים המאפשרים הפעלה רחבה (upscaling)

המציגים השונים התייחסו לחשיבות של המנועים המערכתיים המאפשרים הפעלה רחבה, כגון קהילות מקצועיות של מורים המופעלות על ידי מורים מובילים בתוך בתי ספר ובמסגרות אזוריות. מציגים דנו בהזדמנויות להפעלה רחבה של "הוראה מבוססת אבחון" המתאפשרות בסביבות למידה מבוססות טכנולוגיה (כגון פטל) המציעות, בין השאר, כלים לאיסוף ועיבוד מידע.

אסף בר-יוסף ומיכל ולטר, שחקרו במסגרת עבודת הדוקטורט שלהם למידה של מורים בסביבת פטל, הצביעו על המורכבות של הכשרה טכנו-פדגוגית של מורים ומורי מורים לקידום אבחון מצב הידע של התלמידים וטיפול מתאים בעקבותיו. הם גם הציעו אסטרטגיות שונות לפיתוח "שיקולי דעת" של המורים המבוססים על המסגרת של שילוב הידע. הם מצאו גם השפעה של אסטרטגיות אלה על שיקולי דעת לתכנון ההוראה, הפרקטיקה בכיתה, ותפיסות המורים. ההצגות השונות בכנס הרחיבו והעשירו את הרפרטואר של האסטרטגיות ושיקולי הדעת בשילוב אבחון בתהליכי הוראה ולמידה.

מקורות

Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*, (Macmillan, New York), ISBN 978-0374275631.

Linn, M. C., & Eylon, B. (2006). Science education: Integrating views of learning and instruction. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of educational psychology* (2nd ed., pp. 511-544). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Linn, M. C., & Eylon, B. S. (2011). *Science learning and instruction: Taking advantage of technology to promote knowledge integration*. New York, NY: Routledge.