

הנושא: פסיכולוגיה של החינוך המתמטי

בין תיאוריה לבין מעשה שיחה עם פרופסור אפריים פישביין

שוחחה וערכה: אנה ספרד, האוניברסיטה העברית.

תקציר: במאמר מובא ראיון עם פרופסור אפריים פיישבין ובו הוא מספר על נסיונו לפתח תיאוריה כללית לגבי החשיבה האינטואיטיבית בלמידת מתמטיקה, על הצורך לקשר בין תיאוריה לבין מעשים בשטח - בין מורים לבין חוקרים, על הצורך לפתח את הידע של המורים בצורה רחבה - להקנות השכלה מתמטית, פסיכולוגית, היסטורית ופילוסופית.

מילות מפתח: אינטואיציה, פסיכולוגיה של החינוך המתמטי, פסיכולוגיה קוגניטיבית, הוראת המתמטיקה, תפיסות מוטעות, שיטות וגישות הוראה, הוראה יחידנית, התיאוריה הקונסטרוקטיביסטית, תורות למידה, פיאג'ה, התפתחות מקצועית של מורים, מחקר.

החומר פורסם במסגרת: על"ה 13, אלול תשנ"ג, ספטמבר 1993, עמודים 15-20.

החומר מכיל בנוסף לעמוד הפתיחה: 7 עמודים.

פסיכולוגיה של החינוך המתמטי

בין תיאוריה לבין מעשה

שיחה עם פרופסור אפריים פישביין

פרופסור אפריים פישביין הוא אחד מחלוצי תחום הידע הנקרא פסיכולוגיה של החינוך המתמטי. מחקריו הרבים, שבוצעו תחילה בארץ מולדתו, רומניה, ולאחר מכן בישראל, ידועים היטב בעולם ונמנים על אותו זן נדיר של עבודות שיש בכוחן לעצב תחום ידע חדש. בעבודות אלה התמקד המחבר בנושא האינטואיציה במתמטיקה ובמדע. הוא כתב מאמרים רבים המוקדשים לסוגיה זו, ואת מסקנות מחקריו סיכם בשני ספרים: *The Intuitive Sources of Probabilistic Thinking in Children* (1975), *Intuition in Science and Mathematics - An Educational Approach* (1987)

בשנת 1976 ייסד פישביין ארגון בינלאומי לחינוך מתמטי, *PME (Psychology of Mathematics Education)* ואף כיהן כנשיאו הראשון. הוא שימש כחמש עשרה שנה כפרופסור לחינוך מתמטי באוניברסיטת תל-אביב. יציאתו לגימלאות לא שמה קץ לפעילותו המדעית. אדרבא, פרופסור פישביין, מוקף תלמידים ותיקים וחדשים, ממשיך במחקריו ומרבה לנסוע בעולם.

המערכת: אינך יליד הארץ. היכן חיית לפני עלייתך לישראל?

פישביין: נולדתי ברומניה ב-1920, בבוקרשט, וכמעט כל השנים נשארתי בעיר זו. למעשה, רק שנה אחת ביליתי מחוצה לה. היה זה כשהייתי בן 27. עבדתי אז כמנהל בית ילדים של השומר הצעיר בעיירה בטרנסילבניה. היה זה הנסיון הראשון והיחיד שלי להיות מנהל בית ילדים, וזה היה נפלא. טיפלתי בילדים שבאו מכל מיני מקומות, ממשפחות הרוסות, ממשפחות חד הוריות. ילדים בני 6 עד 16.

המערכת: דיברתם שם רומנית או עברית?

פישביין: רומנית.

המערכת: ידעת עברית לפני שבאת ארצה?

פישביין: למדתי קצת מסבא שלי שהיה מלמד. הוא ניסה ללמד אותי קצת לקרוא, לכתוב, תנ"ך, אבל לא ידעתי את השפה. כשהגעתי ארצה לא יכולתי לדבר עברית. זכרתי רק כמה מילים מילדותי. זאת לא היתה השפה שלי בכלל. עלינו באוקטובר 75 ושנה שלאחר מכן, בנובמבר, הייתי צריך ללמד. אז תוך פחות משנה הייתי צריך ללמוד שתי שפות: עברית ואנגלית.

המערכת: נאלצת ללמוד שתי שפות חדשות בגיל לא כל כך צעיר.

פישביין: הייתי בן 55.

המערכת: והיום אתה מדבר וכותב חופשית בשתיהן.

פישביין: כן.

המערכת: כשהגעת התקבלת מיד לאוניברסיטת תל-אביב?

פישביין: זה היה נס. הייתי באולפן בבית ברדוצקי ברמת אביב. כמה ימים אחרי שהגענו גיליתי שפה יש אוניברסיטה והלכתי לבקר. שם פגשתי מישהו שהכרתי, פסיכולוג, ואמרתי לו: "תרא, הייתי ברומניה מרצה", והוא אמר לי: "דבר עם דוד חן". מצאתי את דוד חן, דיברנו כמה מילים, והוא אמר: "אתה האיש שאני צריך. אני מחפש אדם כמוך כבר זמן רב. אלא שאני מחפש בארה"ב, ומשם לא רוצים לבוא". הוא הזמין אותי לביתו ואחרי כמה ימים הוא אמר לי: "אנחנו צריכים אותך!". כך התקבלתי לאוניברסיטה.

המערכת: ומה עשית עד אז ברומניה?

פישביין: הייתי באוניברסיטה בבוקרשט מספר שנים. הייתי עדיין צעיר. הייתי מרצה. אחר כך הוציאו אותי מהאוניברסיטה בגלל העבר הציוני שלי. ממש זרקו אותי. אבל היו לי חברים טובים בעלי מעמד חזק במפלגה שהעבירו אותי למכון לפסיכולוגיה של האקדמיה. שם הייתי די מאושר מפני שיכולתי להתרכז במחקר. היה חשוב לשלטונות שלא אהיה במגע עם תלמידים ושלא אמסור להם את האידיאולוגיה "המוטעית" שלי. במכון עסקתי במחקר, ובדרך כלל לא היו לי בעיות. בסופו של דבר נתנו לי גם לנסוע לחו"ל. לבד, לא עם אישתי. אישתי היתה צריכה להישאר בת ערובה.

התחלתי לפרסם אז בכל העולם, וכאשר הגעתי הנה כבר הכירו אותי מהפרסומים שלי. כשהגעתי ארצה הייתי מאושר. מהתחלה לא היו לי שום בעיות. והייתי הפרופסור מן המניין הראשון של בית הספר לחינוך.

המערכת: כיצד היית מגדיר את עצמך? האם אתה מתמטיקאי, האם אתה פסיכולוג של מתמטיקה, האם אתה איש חינוך?

פישביין: הדוקטורט של ברומניה היה בפסיכולוגיה, אבל התרכזתי בדרך-כלל בחשיבה מתמטית מפני שקודם הייתי מורה למתמטיקה בתיכון. למדתי בקולג' להיות מורה למתמטיקה ויש לי תעודה של מורה למתמטיקה. אהבתי מאוד את המקצוע. נוסף על מתמטיקה לימדתי גם פסיכולוגיה וגם פילוסופיה. אבל מתמטיקה היתה המקצוע העיקרי שלי. לכן צירפתי את שניהם: מתמטיקה ופסיכולוגיה.

המערכת: גם פיאז'ה ראה מתמטיקה כתחום שבו יש תנאים טובים במיוחד לחקירת החשיבה המופשטת הפורמלית של בני אדם. מתמטיקה כמעין מעבדה. גם אתה ראת את זה כך?

פישביין: מתמטיקה אהבתי מהילדות, אהבתי אותה כפעילות שכלית. רציתי תמיד להבין את המכניזם של החשיבה המתמטית. רציתי להבין בדרך כלל איך אנשים חושבים. ההבדל ביני לפיאז'ה הוא שאותי עניין במיוחד התהליך החינוכי. לא הסתפקתי כמו פיאז'ה במה שאני מוצא בשדה: הילד יודע, הוא לא יודע, הוא עונה כך... תמיד שאלתי את עצמי מה יקרה אם אנסה לשנות. ללמד אותו. האם הוא יהיה מסוגל לרכוש את הידע שאני רוצה להקנות לו? האינפורמציה שפיאז'ה נותן היא אינפורמציה חשובה אבל זה רק שלב אחד. כך הגעתי לפסיכולוגיה חינוכית: להוראת המתמטיקה והמדעים.

המערכת: אתה אומר בעצם שהתעניינותך בפסיכולוגיה ובחינוך התעוררה דרך המתמטיקה. דרך הנסיון שלך כמורה.

פישביין: זאת לא אוכל להגיד. הייתי מאוד מעוניין בגיל הנעורים בפילוסופיה. קראתי קנט, קראתי ברגסון... קראתי גם בפסיכולוגיה: פרויד, אדלר. גם במדעים - במתמטיקה, בפיסיקה. כל הדברים האלה עניינו אותי ובצורה טבעית נוצר אצלי השילוב הזה. הפסיכולוגיה של כולם.

המערכת: הצירוף הזה, "פסיכולוגיה של החינוך המתמטי", איך הייתי מגדיר אותו כתחום ידע? איך היית מציג את הזיקה שלו לכל אחד מהמרכיבים: פסיכולוגיה, חינוך, מתמטיקה. לאיזה מהשלושה הוא קרוב במיוחד, לאיזה הוא תורם יותר מאשר לאחרים?

פישביין: כאשר אני אומר פסיכולוגיה, אני מתייחס במיוחד לפסיכולוגיה קוגניטיבית. אני חושב שהפסיכולוגיה הקוגניטיבית לא התפתחה עד שנות ה-50 בכיוון הנכון. היא ניסתה לחקות את המדעים המדויקים ולבנות מדע דומה לפיסיקה או לכימיה. וזה לא הולך. הפסיכולוגיה הזאת הפכה להיות מדע די סגור, די רחוק מהמציאות - מדע של מעבדה. למרות שנאמרים בו לפעמים דברים די מעניינים, הוא עדיין רק מדע של מעבדה. אין לזה זיקה חזקה, ריאלית, למציאות. ואני חושב שהפסיכולוגיה הקוגניטיבית צריכה לעשות מפנה גדול כדי להתפתח בצורה נאותה. היא צריכה להתקרב לתחומים פרקטיים חשובים הזקוקים לתרומתה. אלה תחומים כמו הוראת המתמטיקה, כמו הוראה בכל מקצוע אחר, כמו רפואה. פסיכולוגיה יכולה ללמוד הרבה מהפעילות המתמטית והמדעית של בני אדם. מה שאנחנו עושים יכול לעזור לה להעשיר את המערכת הרעיונית שלה, את המתודולוגיה שלה. היא יכולה ללמוד הרבה ממה שאנחנו עושים. אני רואה את עצמי כמי שעוזר לגשר בין שני התחומים: מביא להוראת מתמטיקה את האינפורמציה הפסיכולוגית הבסיסית מחד גיסא, ומביא לפסיכולוגים את המסר שלנו, מאידך גיסא.

המערכת: ואם נתרכז כעת בהיבט פרקטי, האם אתה חושב שלתוצאות של מחקרים בתחום שלנו יכולות להיות תוצאות מעשיות של ממש? האם אתה יכול להצביע על ראיות לטענה שהעיסוק המדעי (או חצי מדעי) בדברים האלה באמת מקדם את המעשה החינוכי?

פישביין: אני חושב שהגענו לשלב שגם התרומה התיאורית וגם התרומה המעשית-דידקטית הן חשובות מספיק כדי שאנחנו נוכל לבקש מהעולם לתת לנו סטאטוס של תחום מדעי. נקח כמה דוגמאות ממה שאני עושה. פיאז'ה תרם הרבה להבנת התפתחות החשיבה הפורמלית של הילד. הוא ניסה להסביר את הכל באמצעות מבנים לוגיים אנליטיים פורמליים. אם את קוראת, למשל, את הספר שהוא כתב עם אינהלדר (Inhelder) "התפתחות של החשיבה הלוגית של הילד", שהוא בין הטובים של פיאז'ה, את רואה את הפרוטוקולים ואת רואה את ההסברים. הוא מנסה לתרגם את הכל, את כל מה שהוא מצא, למבנים לוגיים פורמליים. לדעתי הוא הזניח לגמרי את תחום החשיבה האינטואיטיבית. ההבנה האינטואיטיבית. התרומה שלי ושל כל אלה שעוסקים בתחום הזה חשובה לא רק לדידקטיקה, לפסיכולוגיה של המתמטיקה, אלא גם לפסיכולוגיה עצמה, וזאת מפני שהיא

פותחת חלון לאספקט מרכזי של החשיבה בכללותה, שהפסיכולוגיה עד כה הזניחה אותו לגמרי. אם את פותחת ספר לימוד בפסיכולוגיה קוגניטיבית, המילה אינטואיציה אינה מופיעה, אינה קיימת. והרי כאשר אני מלמד מספרים רציונליים או אי-רציונליים, כאשר אני מלמד מושגים הקשורים לאין סוף, כאשר אני מלמד הסתברות, לא אוכל להסביר את התגובות והפתרונות של התלמיד אם לא אקח בחשבון את הנטיות האינטואיטיביות שלו, את הקונפליקטים שנוצרים.

המערכת: האם אחרים לא עסקו בזה כאשר דיברו, למשל, על מיסקונספציות? יש הרי התעסקות די עניפה בתחום הזה. אתה מדבר במקומות אחדים על מודלים סמויים. אחרים מדברים על מיסקונספציות. זה לא בדיוק אותו דבר אבל יש קשר. ואתה מדבר הרבה על אינטואיציה. האם אתה לא רואה קשר בין מה שאתה אומר על אינטואיציה לבין מה שאחרים אומרים על מיסקונספציות?

פישביין: ניסיתי לראות את הקשר הזה, ולקשור את התוצאות שהתקבלו על ידי חוקרים שונים עם מה שאני עושה בקשר לאינטואיציה.

המערכת: תסלח לי שאני קוטעת אותך, אבל נזכרתי בעוד מושג. יש אנשים שמדברים על אמונות סמויות (tacit beliefs). האין קשר?

פישביין: לדעתי זה אותו תחום. ההבדל הוא שאני ניסיתי לפתח תיאוריה כללית של האינטואיציה, של החשיבה האינטואיטיבית. זה לא קיים. מדברים על מיסקונספציות בצורה די פשטנית. די לא מקצועית. לוקחים את המילה מהשפה היומיומית ומשתמשים בה לצורך דיון מדעי. אפילו המילה אינטואיציה מופיעה לפעמים, אבל משתמשים בה בלי לפתח תיאוריה של החשיבה האינטואיטיבית ובלי לפרט מה הם המרכיבים האינטואיטיביים של החשיבה. ואני חושב שצריך לארגן את המידע הזה ולבסס אותו בתוך תיאוריה.

המערכת: בעניין הצורך בתיאוריה, יש דעות לכאן ולכאן. לפני רגע ביקרת בעצמך את מה שעשתה הפסיכולוגיה הקוגניטיבית. היא ניסתה לדמות את עצמה למדעים מדויקים וזה נכשל. ומאידך גיסא, המעשים שלך מצביעים על כך שאתה מאמין בצורך ובאפשרות של תיאוריה. אתה מאמין שתיאוריה כזו יכולה להיות מדעית. עם זאת, אני מניחה כי אתה מודע לקיומו של זרם מקביל, אשר נולד מכורח המציאות, והוא טוען נגד השאיפה לתיאוריה. תיאוריות מגבילות. אנחנו צריכים להתרכז בתאור וניתוח תופעות ומסגרת רעיונית כללית אינה נחוצה לכך.

פישביין: אני לא חושב שאפשר לפתח תחום מדעי בלי תיאוריה. אני לא חושב שאפשר לפתח מחקר מסוים בלי תיאוריה. מפני שאחרת נגיע, למשל, למצב ששרר במחקר אמריקאי בתחום הוראת המדעים והמתמטיקה לפני זמן מה. היו ידועות עובדות, בחלקן מעניינות, אבל לא היה מאמץ רציני לקשור אותן לשלמות אחת. בלי תיאוריה אני לא יודע מה אני מחפש. בלי תיאוריה אני לא יודע איך לחפש. בלי תיאוריה אני לא יכול לפרש את התוצאות. התיאוריה נותנת לי כיוון לארגן את המחקר, מקשרת אחר כך את התוצאות למבנה יותר רחב. בלי זה הכל מתפרק לפרוסות שאין מה לעשות איתן.

המערכת: האם אתה שותף לדעתו של ריצארד סקמפ כי בתחום ההוראה, תיאוריה היא גם אמצעי שבעזרתו אפשר להעביר את האינטואיציות הבריאות של מורה מחונן, מורה מעולה מטיבעו, לכלל המורים? זה נימוק פרקטי. האם אתה מאמין שאכן בכוחה של תיאוריה לשפר את ההוראה היומיומית של המורה?

פישביין: זאת הבעיה המרכזית. הבעיה המרכזית היא שאין היום קשר סיסטמטי, הדוק, רציני, לאורך זמן, בין תיאוריה ובין מעשים בשטח.

המערכת: אבל זה אפשרי.

פישביין: זה הכרחי. לדעתי, זה הכרחי. אחרת אנחנו התיאורטיקאים, החוקרים, נשארים סגורים במגדל השן שלנו והם נשארים במקצועיות היומיומית האפורה.

המערכת: אז מה צריך לשנות?

פישביין: כמה דברים שצריך לשנות. קודם כל יש מעט אנשים בעולם שמבינים מספיק טוב את שני התחומים: הוראה בכיתה ותיאוריה של ההוראה. חוקר הוא חוקר, ומורה הוא מורה. אין שפה משותפת. כמעט שאין. שנית, מי שמעוניין בחשיבה מתמטית אבל הוא פסיכולוג, אין לו רקע במתמטיקה. אז אין לו ברירה, אלא להסתפק במושגים מאוד פשוטים, אלמנטריים: איך הילד סופר, איך הילד מחבר. קורה גם ההיפך: האדם יודע מתמטיקה ואין לו רקע בפסיכולוגיה. לאדם זה לא נותר אלא לעבוד לפי האינטואיציות שלו. הוא סובר, למשל, כי את נושא הוקטורים צריכים ללמד מהתחלה בגישה גיאומטרית. הוא יודע מתמטיקה, אך הוא אינו חוקר בתחום החשיבה המתמטית.

הוא מאמין באינטואיציה שלו, אך מכיוון שהוא אינו חוקר, הוא לא מרגיש את הצורך לנמק ולבדוק את עצמו. הקשר בין מורים לחוקרים אינו מספיק הדוק. מורה אינו יכול לקרוא Journal of Educational Studies in Mathematics או Research in Mathematics Education. הטרימינולוגיה לא אומרת לו כלום והכיוון המחקרי לא אומר לו כלום. הדבר הראשון שצריך לעשות הוא להכין אנשים שידעו גם את זה וגם את זה. אנשים שיהיה להם תואר בפסיכולוגיה ותואר בפיסיקה. זה צריך להיות שיטתי. ישנו גם היבט נוסף. כאשר רוצים לערוך רפורמה בהוראה בקנה מידה ממלכתי, צריכים לארגן מחקרים ורק על סמך התוצאות לבנות את תוכניות הלימודים, את ספרי הלימוד, את השיטות להוראה.

המערכת: זה נראה לך מעשי?

פישביין: זה נראה לי מעשי מאוד. זה בתנאי שלמדען הראשי יש מספיק השפעה ומספיק ידע (והיום יש לנו כזה, או ליתר דיוק כזאת) וששר החינוך משוכנע שלא כדאי להכניס שינויים דרסטיים בלי הכנה קודמת, מבוססת על מחקר רציני. אחרת, בית ספר יהיה בית ספר ומחקר יהיה מחקר, וכל אחד ילך בדרכו ולא יהיה שום שיפור רציני.

המערכת: כשאני שואלת האם אתה חושב שזה מעשי, איני מתכוונת רק לקשיים טכניים ופוליטיים אפשריים. אני שואלת עכשיו שאלה אחרת, שאלתו של ספקן. האם אתה חושב שמחקרים חינוכיים יכולים להיות חד משמעיים? האם הם יכולים לספק תשובות חותכות לשאלות שאנחנו שואלים? האם הם יכולים להביא הכרעות האומרות שצריך ללמד כך ולא אחרת, שדבר זה הוא אפשרי והאחר לכולם לא יעבוד, וכולי? האם תוצאות המחקר יכולות להיות חד משמעיות דיין כדי לכוון את המעשה החינוכי בכיתה?

פישביין: קודם כל לא מדובר על מחקר אחד, אלא על סידרה של מחקרים. לדעתי צריכים להתחיל עם מחקר אחד, שניים, שלושה. לתקוף את הבעיה מכיוונים שונים ולעבור מתוצאות של המחקר להמלצות דידקטיות. לנסות אותן בקנה מידה קטן, בעשר כיתות למשל, ואז להרחיב בהדרגה את יישום ההמלצות.

המערכת: המחקרים שאנו עורכים יעילים מאוד בגילוי בעיות תפיסה של הילדים. הם מראים שזה וזה קשה לתלמידים, שכאן וכאן יש מדרגה גבוהה ומסוכנת, שפה ופה מופיעות אמונות סמויות שחייבים להזהר מהן. יש מעט מאוד מחקרים, אם בכלל, שבאופן חד משמעי מראים מה הדרכים להתגבר על כל הקשיים האלה. גם אם יש מחקר שבו נעשה ניסוי בהוראה עם תוצאות, לכאורה, טובות יותר מאשר בדרך כלל, מיד לאחר מכן עלול לבוא ניסוי אחר שיראה כי בעצם ההצלחה המקורית נבעה רק מכך שהמורה היה נלהב והכיתה היתה נלהבת. ולמעשה נס לא היה כאן. בקיצור, אנחנו מסוגלים אולי להבין את נקודות התורפה ואת המקור שלהן, אבל אין לנו עוד, כך נראה לי, תשובות של ממש לבעיות שאנחנו מגלים. האם אתה חולק על דעה זאת?

פישביין: אני לא חושב שאפשר להגיע מהר לתשובות חד משמעיות בתחום כל כך מסובך. זה לא פיסיקה. אנחנו עוסקים במורים שונים ובילדים שונים הבאים מרקע חברתי וכלכלי מגוון. הרבה גורמים משפיעים על הלמידה. אבל אם נאמץ גישה רצינית לשינויים המבוססים על מחקר רציני, לאט לאט נוכל לשפר את המצב. אם נרים ידיים מראש ונאמר "הוא עשה מחקר, פרסם עשרה עמודים ושיכנע אותנו שזה לא הולך", אני חושב שזאת לא תהיה התנהגות נאותה. אני מאמין במחקר שהולך צעד צעד. קודם כל צריך לנתח את הסיטואציה בכיתה. לא להמציא מצבים בלתי סבירים כמו הפסיכולוגים במעבדה שעסקו בסיטואציות דמיוניות. אני צריך להיות נוכח בכיתות, לראות איפה הקשיים של התלמידים. לשוחח עם התלמידים, עם המורים ועם ההורים, ותוך כדי זה לגבש השערה על המקור של קשיים אלה: אילו מחסומים קוגניטיביים יש כאן, אילו מחסומים אינטואיטיביים מפריעים ללמידה. אולי שיטת הלימוד הקודמת לא היתה נכונה. אולי המורה בעצמו לא בשל מספיק כדי ללמד. יש כל מיני גורמים שצריך לקחת בחשבון. אבל קודם כל אני צריך מגע עם המציאות. מזה אני בונה לעצמי את המערכת המושגית, את השאלות, את ההשערות, את המחקר, ואני מגיע להמלצות דידקטיות. אנסה במספר כיתות את ההמלצות שלי. חלק מהן תתגלנה כמתאימות, וחלק כלא מתאימות, ואני אמשך. אני לא לבד בעולם.

המערכת: אשאל אותך שאלה ששאלתי בכמה ראיונות אחרים. נניח שממנים אותך היום לשר החינוך, מה היית עושה?

פישביין: אני קודם כל צריך ללמוד את מה שקורה במציאות. זו מדינה קטנה אבל עדיין גדולה ודי מסובכת. יש לי הצעה פרקטית: אני חושב שצריך להקים על ידי האוניברסיטאות קבוצות מקצועיות של חוקרים, שיהיו מורכבות מאנשי אוניברסיטה, פסיכולוגים ואנשי חינוך, מאנשי מקצוע (מתמטיקה למשל), וממורים שימשיכו לקבל את משכורתם כמורים אבל יהיו חלק מהקבוצה הזאת. אולי זה לא הדבר הראשון ששר צריך לעשות, אבל זה מה שהייתי עושה.

המערכת: וקבוצות אלה, מה עליהן לעשות?

פישביין: קודם כל, הן תצורנה קשר רציני ואמיתי בין האקדמיה ובין השגה. אנשי האוניברסיטה ואנשי בית ספר ילמדו אלה מאלה במשך הזמן.

המערכת: וכשמדובר בבתי ספר עצמם?

פישביין: האספקט הראשון הוא שילוב בין מחקר ומציאות. האספקט השני שאני רוצה לדבר עליו הוא הרעיון, המקובל היום בארץ שככול שירבו בשעות ההוראה ילך המצב וישתפר. זה לדעתי שטות מוחלטת. אני מניח שהורים מעוניינים שילדיהם יהיו בבית ספר כדי שלא ישוטטו ברחובות. אבל זה אינו פותר את בעיית איכות ההוראה ואיכות התוצאה, מפני שאם מורה ישהה בבית ספר שמונה שעות כל יום, הוא יהיה אבוד. הוא לא יהיה מסוגל להמשיך ללמוד. והרי מורה שאינו ממשך ללמוד אינו מורה. לא יכול להיות. ברונר אמר את זה וככה זה. המורה צריך לקרוא, ללמוד, להתפתח, להרחיב את הידע שלו כל הזמן, בכל הכיוונים. הוא זקוק לזמן, לכוח ולאמצעים שיספיקו כדי שיוכל להרחיב ולהעמיק את הידע שלו. הבלבול הזה בין בית חרושת למסמרים לבית ספר הוא בלבול טרגי. הילדים והמורים אינם צריכים לבלות בבית ספר הרבה שעות. חייבים לתת להם זמן והזדמנות לעבוד לבד. אני לא מאמין בלמידה בצוותא תחת פיקוח מתמיד בין כותלי בית הספר. גם התלמיד אחראי ללמידה שלו. לא רק המורה.

המערכת: ומה תאמר על הנטייה, שקיימת היום בעולם, ללימוד בקבוצות (cooperative learning)? זה כיוון שצומח, בבסיסו, מהמגמה הקונסטרוקטיבית והוא גורס שהלמידה חייבת להתרחש תוך אינטראקציה בין תלמיד לחברו, כשאחד משפיע על השני והם מעצבים ביחד את הידע שהם רוכשים. התחושה היא שבכך מורידים את הדגש מהלימוד העצמי. ממה שקורה בין אדם בין עצמו.

פישביין: אני חושב שאם לא יהיה שילוב טוב בין למידה עצמית דרך מאמץ אינדוידואלי לבין האינטראקציה הזאת שאני מאמין בחשיבותה, לא תהיה למידה בכלל.

המערכת: אתה עוד לא אמרת לי מה היית עושה בבית ספר בתור שר החינוך. אילו התמנית לשר החינוך והסתכלת על החינוך המתמטי של היום בארץ, האם יש משהו שהיית חושב לעשות באופן מיידי בבית הספר כדי לשפר את המצב?

פישביין: קודם כל הייתי רוצה להגיע אל המורים. ישר או באמצעות צוותים על אנשים. הייתי רוצה לפתח את הידע שלהם לא רק בכיוון המקצוע הספציפי שלהם, אלא בצורה הרבה יותר רחבה - יותר תיאוריה פסיכולוגית, יותר תיאוריה פדגוגית, יותר ידע מתמטי. מדובר על מתמטיקה. אני חושב ממורה שהוא צר מדי בידע שלו. אני מדבר גם על סמך הנסיון שלנו. יש לנו פרויקט שהוזמן על ידי משרד החינוך לפני מספר שנים. מיכאל קורן, שהיה כבר אז מפמ"ר למתמטיקה אמר לנו: המורים בבית הספר היסודי לא יודעים מספיק מתמטיקה. אני מבקש מכם לבדוק מה קורה במכללות. ואז ראיתי שהבעיה הגדולה היא קודם כל שם. לא שלא עובדים. אדרבא, עובדים, מלמדים, לומדים. אבל היו כמה בעיות מרכזיות שלא הבחינו בהם.

שמת לב שהסטודנטים אינם לומדים את התכנים שיצטרכו להציג בכיתות כשהיו למורים. הם אינם לומדים מושגים מתמטיים בסיסיים. יוצאים מתוך הנחה שהם יודעים את המספרים הרציונליים ואת האופרציות עם המספרים הרציונליים מילדותם. שנית, הם מוכנים ללמד כפי שהם למדו בעצמם. במקום ללמוד מתמטיקה כגוף ידע מאורגן, שלם, הם למדו וילמדו מתמטיקה כאוסף של עובדות. אוסף של חוקים, של אלגוריתמים, של מרשמים. שלישית, אין להם שום ידע על התפתחות היסטורית של התחומים שהם מדברים עליהם. מה זה מספר? מאיפה זה צץ? מה זה מספר שלילי? איך זה התפתח? אתה לא יכול להיות מורה טוב למתמטיקה וללמד בהצלחה את המושגים המתמטיים שאתה אמור ללמד בלי להתחשב בהיסטוריה שלהם. איך יכול לעשות זאת אם אין לך מושג על הקשיים שהופיעו במהלך ההיסטוריה. אתה צריך לדעת את זה. אחרת אתה פשוט מגאפון. ישנו גם ההיבט הפסיכולוגי - מה שמחקרים אומרים. לא כל המחקרים כי אתה לא יכול לקרוא את כל המחקרים. אבל המורה צריך להכיר מבחר של מחקרים שהם רלוונטיים למה שהוא עושה בכיתה.

אנחנו (דינה, תירוש ואני), הצענו למשרד החינוך - וזה התקבל - לשנות את הכשרת המורים בכיוונים שצינתי. ללמד אותם את המושגים הבסיסיים שהם צריכים לדעת. אנחנו מלמדים אותם דברים אלו מנקודת ראות רחבה, גבוהה. למשל, אם לומדים אלגוריתם לכפל שברים, אנו שואלים מדוע האלגוריתם הזה עובד, מדוע עושים מה שעושים. אף אם המורה אינו עומד להסביר כל זאת לילדים, הוא עצמו צריך להבין.

המערכת: אני מבינה מכאן, כי במודל שלכם הדגש הוא על השכלה מתמטית של המורה. מתמטית והיסטורית.

פישבין: לא רק. השכלה מתמטית, פסיכולוגית, היסטורית, פילוסופית אפילו, שקשורה לתחום שהוא מלמד.

המערכת: אחרי שנה אחת של הרצת הפרויקט, האם יש לכם מסקנות כלשהן?

פישבין: בשנה שעברה ראינו שיפור בידע של הסטודנטים. בראיון אישי עם פירחי הוראה האלה כשהיו בתחילת דרכן גילינו כמה דברים חשובים. קודם כל פחד ממתמטיקה. שנית, חוסר ידע רחב במתמטיקה. כפי שאמרתי, מתמטיקה היתה בשבילם סכימות, אלגוריתם שבהם הם ניסו להשתמש, ליישם, ולא תמיד הצליחו. שלישי, הרצון הגדול שלהם לשפר את הידע והיכולת שלהם להבין. כל אלה שדיברתי איתם מאוד רוצים להעלות את דרגת הידע וההבנה שלהם. הגישה היא חיובית. וזה נראה לי חשוב מאוד. זה פוטנציאל שבדרך כלל לא מנצלים אותו במידה מספקת.

המערכת: אני רוצה קצת לשנות את הנושא, ולעבור לדברים שאתה כותב, ולמחקרים שלך. אתה בנית מעין תיאוריה של האינטואיציה.

פישבין: ניסיתי לפתח אוסף של תכונות ספציפיות של האינטואיציה, להבדיל את האינטואיציה מתופעות אחרות, הקשורות בה בצורה זו אחרת או דומות לה.

המערכת: יש לך כמה אמירות שמהן אפשר להשליך או להסיק מסקנות, להתנבא לגבי התנהגויות מסוימות של אנשים. תפס את עיני המשפט הבא שמצאתי באחד המאמרים שלך:

למושגים מתמטיים רבים אין משמעות אינטואיטיבית בכלל. משמעותם נקבעת אך ורק על ידי הסכמים פורמליים, הגדרות ומניפולציות המבוצעות בהם. המניפולציות עצמן מוכתבות על ידי הסכמים. לסימנים כמו $a^0, a^{1/2}, (5/7) \cdot (-2/3), 0.17 \cdot 0.15$. אין כל משמעות אינטואיטיבית. המשמעות שלהם נקבעת על ידי כללים פורמליים בהתאם לעקרונות פורמליים של חוסר סתירה.

בקשר לכך יש לי שאלה: עשוי להשתמע מכאן שההבדל בין מושגים מתמטיים שלהם אתה קורא אינטואיטיביים לכאלה שהם אינם בעלי משמעות אינטואיטיבית הוא הבדל איכותי מוחלט. מה היית אומר על הטענה, כי אינטואיציה היא דבר יחסי, היא פונקציה של רמת השכלתו של אדם? האם תסכים אם אומר, כי אינטואיציות נקבעות על בסיס ידע קיים, והן יכולות להיות משכילות יותר או משכילות פחות? ואם את המסכים עם דעה זאת, כי אז השאלה היא איך מחנכים את האינטואיציה.

פישבין: יש בהחלט מושגים שיש להם תוכן אינטואיטיבי די בולט. טבעי. תוכן ברור הן לאדם שלמד והן לאדם שלא למד. עם זאת, אני מאמין בהתפתחות ובבניית אינטואיציות. מה זה משמעות אינטואיטיבית? אני יכול לקבל במצבים מסוימים מושג מתמטי, משפט מתמטי, למשל, שנראה לי מובן מאליו מלכתחילה. אני לא צריך לבסס אותו על הוכחה מסוימת. על הצדקה, על נימוק מסוים. יש במתמטיקה מספיק מושגים ומשפטים כאלה.

המערכת: במתמטיקה מאוד יסודית.

פישבין: לפעמים צריך עזרה כדי להגיע להבנה מעין זאת. נקח למשל מושג הנגזרת. ילד אינו מכיר אותו, הוא אף לא יגיע אליו על ידי בנייה עצמית. הוא צריך ללמוד את הצורך במושג הנגזרת. הוא צריך ללמוד מה זה שיפוע, את הצורך ואת הדרך לבטא את השיפוע. אני יכול להוביל אותו להבין את הצורך ואת המשמעות של המקדם המספרי המבטא את השיפוע הזה. על ידי המחשבת הצורך הזה אני יכול לבנות לו תשתית אינטואיטיבית כדי שיבין את מושג הנגזרת. אני חי את זה. קורה, שאני מקבל משפט מפני שהמבנה של המתמטיקה מכריח אותי לקבל אותו, ואז אני מרגיש כי אני מבין אותו אינטואיטיבית. יש מושגים שההסבר שלהם הוא האינטואיטיבי ופירושים נתפס באופן ישיר. ויש מושגים שאצלם זה לא כל כך ישיר, לא כל כך ברור; ויש כאלה שאין להם שום יסוד אינטואיטיבי.

המערכת: וזה באופן מוחלט?

פישבין: לא מוחלט. אני מאמין בפיתוח האינטואיציות. אני כתבתי זאת. אבל כדי לפתח אינטואיציה אני צריך להיות מעורב, אקטיבי, עלי להיות בפעילות שכלית מסוימת שתדרוש את ההשקפה האינטואיטיבית הזאת כדי שאוכל להתקדם.

המערכת: איך אתה מודד, איך אתה בודק אצל אדם אם הוא תופס משהו בצורה אינטואיטיבית או לא?

פישבין: אנחנו בנינו רשימה של שאלות, מעין סקלה. זו היתה התחלה. אחר כך תלמידה שלי עשתה דוקטורט על מושג האינדוקציה המתמטית וגם שם נבדק ההיבט של האינטואיציה. אם התלמיד נותן תשובה לשאלה ישר, בלי הכנה, אז אני יכול להבין שיש פה אינטואיציה. אם הוא אומר לי: אני לא מבין מה אתה אומר, או על מה אתה מבסס את מה שאתה אומר, אז הדבר הוא פחות אינטואיטיבי. מדידת האינטואיציה זה תחום שאני התחלתי לעסוק בו וזנחתי.

המערכת: אז כיצד היית מסכם את סוגית מקורה של האינטואיציה האנושית?

פישבין: יש דברים שסותרים את האינטואיציה שלנו ויש דברים שאני חושב שאפשר להתרגל אליהם על ידי פעילות שכלית ממושכת. אבל יש עוד אספקט שהייתי רוצה להדגיש אותו. אני לא בטוח שאפשר להשריש אינטואיציות ראשוניות. אולי אפשר לבנות אינטואיציות חדשות. אפשר להביא בן אדם למצב שהוא יבין שיש לו אינטואיציות מוטעות, אבל האינטואיציה המוטעית תמשיך לפעול ולהשפיע עליו. הוא יכול לדכא אותה תחת פיקוחה של המערכת המושגית, תחת פיקוחן של אינטואיציות חדשות. אבל האינטואיציה הראשונית נשארת לעד וזה עלול להוביל לקונפליקטים קוגניטיביים. המורה צריך להיות מודע לאפשרות של קונפליקטים כאלו אצל תלמידיו ולעזור להם להתגבר עליהם בשיטות מטה-קוגניטיביות. זה חלק מהפרויקט הנוכחי שלנו עם משרד החינוך.