בס"ד

**ציפיות הדדיות של מתימטיקאים ואנשי חינוך מתמטי – רב-שיח**

**בהשתתפות: טומי דרייפוס (מנחה), סטיב לרמן, יואנה ממונה, טל נוביק, אורי און**

מנחה: אנו מקליטים את כל הפאנלים בכדי שתהיה אפשרות לתרגם אותו בסדר לעברית כדי שמורים מובילים ומומחים מקצועיים חינוכיים יוכלו לשמוע אותם ולהשתמש בהם. אז אנא אמרו את שמכם כשתתחילו לדבר. אני שמח לפתוח את פאנל הפתיחה, הזמנו היום שני חוקרים מתמטיים שיש להם רקע מתמטי מורחב וגם שני מתמטיקאים שמתעסקים גם בחינוך מתמטי. ואנו מבקשים מהם להתייחסם לשאלה: מהם הציפיות של כל קבוצה מהקבוצה האחרת במובן של תרומתם לחינוך מתמטי?

חינוך מתמטי במובן זה כולל : הוראה, הוראה חינוכית, קוריקולה, עיצוב הוראות, שאלות מוסדיות ומבחנים. ואני מתכבד להזמין את כל הפיינליסטים אחד אחד בכדי לתת תצהיר פתיחה, אנו מקווים שיהיה זמן לקהל לדבר בכל הפאנלים. הפאנליסט הראשון הוא סטיב לרמן. הוא ראש של מרכז לחינוך מתמטי באוניברסטת SOUTH BANK ב- U.K . תחומי מחקרו כוללים לימודים כיתתיים ופרספקטיבות סוציאליות של החינוך המתמטי. הפאנליסטית השניה היא יוהנה ממונה דאונס. היא חברת פקולטה במחלקה למתמטיקה של האוניברסיטה בפטרס ביון. תחומי מחקרה כוללים: חשיבה מתמטית מתקדמת ופתרון בעיות. אחריה יושב אורי און מהמחלקה למתמטיקה כאן ב-BGU. תחום מחקרו באלגברה וראיתי באינטרנט שהוא נתן קורס מרגש בפתרון בעיות. בסוף השולחן יושב
טל נוביק מלמד מתמטיקה במחלקה למתמטיקה באוניברסיטת בר אילן. הוא חוקר ומלמד טופולוגיה, כמו כן הוא מלמד קורס על מתמטיקה תיכונית מנקודת מבט מתקדמת, ואני חושב שנשמע קצת גם על זה.

סטיב לרמן: לפני מספר שנים כשטד היה בשנת שבתון ליד האוניברסיטה שלי, הוא היה מגיע בבוקר ולעיתים מציג לי ולקולגה שלי בעיה מטמטית שעליה הוא עובד. היינו באמצע הדיבור על עיצוב קורסים או בעיות עם תלמידים ספציפיים, והוא היה מסיח את דעתנו ומשתף אותנו במתמטיקה אמיתית. הדברים ישתקפו בהמשך השיחה. היחסים בין מתמטיקה וחינוך מתמטי לעיתים נקראים בארה"ב המלחמה המתמטית, אולם יש גם במקומות אחרים. היה לי סטודנט phd שחקר למשל על המתחים בין שתי הקהילות בברזיל. אני אקדיש כמה דקות לדיבור על הטבע של השדות האינטלקטואליים והתפקוד שלהם באקדמיה, באוניברסיטאות, אני מקווה שככה אוכל להאיר קצת על היחסים בינינו. זוהי התופעה של כל עולמנו האינטלקטואלי באקדמיה שנושאים חדשים שעולים מתחילים חיים משל עצמם. כבר נאמר שהקהילה החוקרת המטמטית פועלת בפרק זמן קצר יחסי של בערך כ- 50 שנה. בניגוד, למתמטיקה יש היסטוריה ארוכה, יש לה סטטוס גבוה באוניברסיטאות בכל העולם, במחשבות אנשים, כשאתה אומר לאנשים שאתה מתמטיקאי הם בורחים (הקהל צוחק..) לחינוך מתמטי יש לעיתים סטטוס נמוך בהשוואה למטמטיקה. ואני חושב שזה קשור קצת לזה שזה נמצא במחלקה לחינוך. ישנם מקומות בעולם כגון צרפת שבהם מורים למתמטיקה מתעקשים להישאר במחלקה למתמטיקה וזה קשור רבות לסטטוס שהם מקבלים בנוסף לתחלופה האינטלקטואלית. אם מסתכלים על ההבדלים צריך להכיר בכך שבניגוד למתמטיקה, לחינוך המתמטי יש שני פרצופים. צד של הפרקטיקה וצד של תיאוריה. ניתן לומר שהבעיות של חקירת חינוך המתמטיקה נוצרות בפרקטיקה תכנון שנים מוקדמות, חינוך יסודי, תיכוני או אוניברסיטאי. ישנה ציפיה ומתח שהמחקר ינחה את העיוות בפרקטיקה, אולם זהו פער שלא פשוט לגשר עליו. אני חושב שזה חשוב להכיר בכך כמו בפסיכולוגיה. חינוך וחינוך מתמטי במיוחד צריכים להיות בתיאום כל הזמן עם הפרקטיקה. חשוב גם להזכיר שכחלק מהתוצאות של זה יש את מה שהסוציולוגים מדברים על הכח של הדקדוק, הכח של השפה שאנו משתמשים בשני דיסציפלינות אלו. מתמטיקה היא דקדוק מאוד מדוייק. כשאנו מגדירים משהו או מסתכלים על מבנה ואומרים שיש לו את המבנה של אלגברה בוליאנית נדע בדיוק למה אנו מתכוונים. אולם אם אנו מדברים על הבנתו של ילד אנו יכולים לראות ע"י התשובה שהוא נתן שיקח לנו כשלושה ימים ועדין לא נסכים על מה אנו מדברים כשאנו אומרים הבנה. במובן זה לחינוך מטמטי יש דקדוק חלש יותר. מה שקורה בעולם החינוך והדבר בולט במיוחד בחינוך מטמטי זה כאשר תיאוריות חדשות מתפתחות הן לא מחליפות תיאוריה קודמות, זה לא מבנה ורטיקאלי, הן יושבות לצד אחרות. אז יש לנו ביהביוריזם כגישה ללימוד וללמד, וזה עדיין קיים למרות שיש לנו את פיאז'ה וויגוסקי וקוגניציה סיטואצית ועוד תיאוריות שיושבות לצד אחרות מסתכלות על אותו חומר ונותנת לו אינטרפרטציה שונה. מפאת חוסר בזמן אקצר בנושא זה. בחזרה לדיבור על היחסים בין שתי הקהילות ברצוני לדבר על סוגיית הסלקציה מאחר שסוגיה זו היא קריטית. כל תוכנית לימודים שאנו מפתחים בין אם זה לבית הספר או לכל סאטינג אחר. מה שצריך לעשות זה להסתכל על השדה המטמטי ולעשות סלקציה מתאימה של מה שאנו הולכים ללמד בתוכנית לימודים זו. אולם תהליך הסלקציה אינו פשוט, ניתן להציע שהבסיס של הסלקציה יהיה תוכנית שמעודדת לחשוב בדרך מתמטית. תוכנית של פתרון בעיות. ניתן לחשוב על היחסים של מתמטיקה בית ספרית למתמטיקה שמיושמת בכל מיני סיטואציות בעולם. אנו יכולים לקרוא לזה מודל קוריקולום. ניתן להתמקד על מיומנויות מתמטיות במובן של רכישת מיומנויות שאפשר להשתמש בהם בלימוד מתקדם יותר. ניתן לחפש תוכנית לימודים שממחיש יצירתיות וקולאבורציה בקרב תלמידים, וישנם עוד רבים שניתן לחשוב עליהם. חלקם מוזכרים בתקצירים של אנשים אחרים במפגש זה. וכמובן שאנו צריכים לחשוב על מי מדובר, האם מדובר על אנשים שיתכן שילכו ללמוד באוניברסיטאות וילמדו מקצועות נומריים, מתמטיקה הנדסית וכד', האם אנו רוצים לעשות איזה שהיא הבחנה בין מה שהמתמטיקה תכלול ? באיזה שלב נעשה הבחנה בין ילדים? כל אלו סוגיות הסקלציה המתמטית, הן מעורבות באופן בלתי נמנע עם ערכים. במובן של ערכים לא עושים סלקציה על מה העמדה או בעבור מי הסלקציה נעשית ללא התחשבות בערכים. וזה מעודד את ההבדל הקיים בין שתי הקהילות. אני אומר דברים אלו בכדי לסיים במה שהמשימה של כולנו בפאנל זה. מה מתמטיקאים מצפים מאיתנו, ומה מחנכים מתמטיים יכולים לצפות ממתמטיקאים. זה הכרחי שאנו לוקחים בחשבון הבחנות אלו בין שני השדות. ממתמטיקאים יכולים לצפות ומחנכים מתמטיים צריכים להכיר בהכרחיות של לקיחת חשבון של ידע מתמטי ופעילות מתמטית, המחקר שליאוני ברטן עושה של קשת רחבה של מתמטיקאים ואיך הם עובדים. החלק הבא שקשור לטד ולשיחות שלו איתי ועם הקולגה שלי – חיבור לפעילות מתמטית אחרת, אנו מאבדים את המגע והאתגר עם הקשיים של עבודה מתמטית. כמו כן לקחת נקודת מבט מתמטיקאים בתהליך הסלקציה. מה האזורים המשמעותיים במתמטיקה, אנו מאבדים מגע מהר. רוב תוכניות הלימוד מפגרות בזמן במה שמלמדים באוניברסיטאות. ולבסוף כחזרה שאלה של הכבוד בהבדלים בין שני שדות אלו. צריך להכיר שסוג הבעיות המחקריות שאנו מתמודדים איתן בחינוך מתמטי הם לא מתמטיות. הם ייחודיים לשדה. להכיר ולהעריך את האידאולוגיה או הערכים המרומזים בסוגיות מדויינות כמו תוכנית לימודים. מה צריך להיות? ועבור מי? להכיר בעזרה שהמתמטיקאים יכולים לקבל ממחנכים מתמטיים ולהתחבר יחד בחיפוש ובמחקר על לימוד מתמטיקה באוניברסיטאות. וזה אכן קורה במקומות מסויימים.

יואנה ממונה - דאוונס : בוקר טוב, אני רוצה לפתוח ולומר שכבוד הוא לי להשתתף בפאנל זה, אני מודה לכל אלו שלמדתי מהם ובייחוד לטד. הנושא שלי היום הוא : התנצלות של מחנך מתמטי במובן של מה כנראה לא עשינו בתחום של התכנסות. טד אומר בדיאלוג שלו שאנו צריכים לחפש דרכים להביא תלמידים לאבסטרקציה. אני מאמינה שזהו קורס של מחנכים מתמטיים יכולים לנסות לתרום ולהסביר לתלמידים את הצורך באבסטרקציה. עבור מי שהוא שבשנה הראשונה שלו באוניברסיטה התלמידים מגיעים עם רקע של קלקואולוס והם מתמודדים עם קורס האנליזה האמיתית. שם יש את הבעיה שהם מתעמתים עם מה שאני קוראת לו להוכיח את הברור. למשל Intermediate value theory , אנו צריכים לעזור לתלמידים לצאת מהפסיכולוגיה של למה להוכיח את זה ? מה שהוא כל כך ברור לי, לפסיכולוגיה של איך אני יכול להוכיח את זה? וזה משהו שכמחנכים מטמטיים במחלקה למטמטיקה אנו יכולים לעשות. סוגיה קשורה לזו היא איך בתהליך של ההוכחה של תיאוריה מתמטית איך אנו יכולים להחדיר את הצורך ליצירת קונסטרוקציה שבמוחם של התלמידים באה משום מקום, לסייע למעבר בין בית ספר לאוניברסיטה זה אחד התפקידים שלנו, לנסות לעזור לתלמידים שהשימוש בקלקלוס לא היה לחינם. שבאנו לנתח את מה שיש לו את הטגמניטציה של התוצאות של הקלקולוס. אנו צריכים לתת גם את הנושאים הנילווים למצוא ולבחון ספרי לימוד שונים לטקסט קרי עם אווירגוס 1. אני מבקשת מתלמידים שלי לקחת חלק מהתיאוריה שהפריעה לתלמיד בכל הנושאים המתמטיים בשנה הראשונה, ולהשוות אקספוזיציות שונות. אני אומרת לו תראה אם תוכל למצוא את החלקים שהיית רוצה שיהיו ברורים לך יותר, בהוכחות למשל. כיוון שבמחלקה שלי יש ספרי לימוד שלי היה כשהייתי סטודנטית. למצוא את ההתפתחות של המיומנויות של התלמידים שנרכשו דרך תיאוריות מתמטיות שונות. מחנכים יכולים לצפות ממתמטיקאים, עד כה נאמר שצריך ליישם את הידע המתמטי האונברסיטאי. להכיר סוגים שונים של תלמידים, היודע , הדידקטי, החושבים המהירים וכד'. לחשוב על הסטודנטים במובן כזה שהם מקבלים ארגומנטציה ומגיעים לארגומנטציה וזה מאוד קשה לצאת מזה. ללמד בדרך שמעודדת את הארגומנטציה האלטרנטיבית, האם יש מענה לשאלות מחוץ לתיאוריה שזמינה. ביקשתי מסטודנטים שעושים תואר שני בחינוך מתמטי שיקחו שתי פונקציות למשל שכל אחת תשקף את ה- line through the origin מהם התוצאות composite function . הם מתחילים לעשות את האלגברה ברק לחשוב על רוטציה בגיאומטריה והם מניחים את זה וככל שעוברות השנים דבר זה נעשה קשה יותר. אני מלמדת שנה ראשונה קורס באנליזה, קשור גם למחקר שלי במהלך השנים, זה קשה לתלמידים להבין ולהצליח במבחן, גודל הסטודנטים שעוד לא עברו את המבחן במחלקה שלי זה 700 של אנליזה אמיתית. אצלנו במערכת יש אפשרות להמשיך בלימודים עם השנים ולצבור קורסים שלא עברו. קשה מאוד למתמטיקאים להצמד למבחן אחד, התלמידים מאוד רוצים שככה זה יהיה, ועכשיו מתחילים לשקול את זה. קורס חזרתי של אנליזה אמיתית אני עושה את העבודה בכמו מעבדה עם בעיות באנליזה וקורס נבחר בפתרון בעיות שמושך חלק מהתלמידים הטובים ביותר קשור לשינוי בפוליה, שליטה, ארגומנטציה מנטלית וכד'. בקורסים של מי שלומד אחרי תואר ראשון אם יש לנו תוכנית מאסטר בחינוך מתמטי במחלקה המתמטית יש הזדמנות למתמטיקאים לבוא ולעזור בהתפתחות פרספקטיבת מורים. אחד הקורסים שאני מלמדת זה פתרון בעיות והוכחה. אני לא עושה את זה הרבה גם אם יש תלמידים שלא עקבו אחרי הקורס הם צריכים את הרקע וכד'. אני מנסה לעשות יותר דברים כמו סוגיות של שליטה מנקודת מבט המורה של אילו שאלות לשאול במהלך הארגמנטציה של עצמם. כדי שיחדירו שאלות כאילו לתלמידיהם. הבניית טכניקות לפתרונות במסגרת של פתרון רב בעייתי, מודלים מתמטיים וכד', זה קשור בעיקר למחקר שלי של פתרון בעיות והוכחה, הממשק בין פתרון בעיות והוכחה. לכולם בפאנל יש קשר בקורסים של מתמטיקאים אלמנטריים מנקודת מבט מתקדמת, אני בעיקר עובדת על פונקציות ועל המערכת העשרונית כבסיס להבנייה של הממשיים. המימד הקוגנטיבי והסוציאלי של החינוך המתמטי הוא קורס קריאתי. רציתי לציין בנוגע לסוגיית הקולאברוטיביות, צריך להיות יותר אקטיביים בתקשורת עם הסטודנטים בייחוד במתמטיקה. וכפי שמישהו הזכיר קודם שהוא מאוד שמח כי הוא מרגיש שהוא חלק מההתפתחות של להיות עם המתמטיקאים המחקריים ועם סטודנטים שבאמת עושים מתמטיקה. לפני מספר שנים נשאלתי בכנות ע"י מתמטיקאים על איך לפתח את הקורסים באנליזה. אחרי 5 שנים ערכנו מחקר. הבעיה היא איך לתעד את התוצאות שלנו וזו בעיה רגישה מאוד, כדי שתהיה למתמטיקאים גישה למחקר שלנו , זה קשה להם, השפה אסורה . לדעתי, ואני שואפת לזה שנים, צריך לרדת לקונספט המתמטי והדרך של ארגומנטציה בפתרון בעיות. אני רוצה לסיים בשאלה של פרוגנטל של מה מסמיך מרצה טוב? וזה בעיקר למתמטיקאים, "צפיתי עם אחרים ועם עצמי, השאלה של מה ואיך תלמידים לא מבינים, הם שאלות שלא נשאלות יותר, לא יכולות להישאל יותר ואינם אפילו מובנות כשאלות רלבנטית ובעלת משמעות." ובכך מחנכים מטמטיים אני מקוה שנוכל לעזור.

טל נוביק: נראה שאני הראשון שמדבר מהפרספקטיבה של המתמטיקאים (אולי מגיע לי יותר זמן? : ) ) ישנן מספר תוכניות במחלקה שלנו, הקשר שלי לחינוך מתמטי זה שבמחלקה שלי אני אחראי ב- 7 שנים האחרונות על תוכנית ההוראה לאימון המורים למתמטיקה. אני רוצה לדבר על איך לדעתי אימון המורים צריך להיות? שיניתי את דעתי מספר פעמים והמחלקה איפשרה לי לבצע שינויים, זה בדיוק קשור לנושא של היום – היחסים בין מתמטיקאים ומחנכים מתמטיים. אתחיל לדבר על איך שאני רואה את הלימוד באוניברסיטה. (אני לא יודע איך מלמדים במכללות מכיר רק את האוניברסיטה). אנחנו מלמדים מתמטיקה במחלקה לכן אנו מרגישים שאנו יכולים לאמן מורים ללמד ילדים בבתי הספר. הקונספט של ההוראה שלנו זה שאנו מומחים בשדה ומבינים מתמטיקה בצורה טובה וכוללת וזה מכשיר אותנו ללמד. ואני חושב שזה הגיוני בכל תחום פונים למומחים לדוג' נגרות כשנגר רוצה ללמוד נגרות הוא פונה למומחה ולומד ממנו. הקונספט זה שאם אתה מבין משהו בצורה טובה תוכל להסביר את זה לאדם אחר. יש אנשים שלא חושבים שזה עובד טוב ככה אבל זה עובד באוניברסיטאות, ואני חושב שמה שעשינו באימון מורים זה להקרין את זה לאימון מורים ללמד בבתי ספר. נלמד את המתמטיקה בצורה טובה וכוללת וזה יכין אותם למשימות ההוראה. ככה גם האמנתי בהתחלה, אין לי ניסיון בללמד, קיבלתי פידבק ממורים שהיו בשנת שבתון ובאו ללמוד בקורס, ובאופן הדרגתי הבנתי שזה לא מספיק לדעת מטמטיקה בכדי ללמד. זה מדגיש את הפער הגדול שיש בין מתמטיקאים למחנכים מתמטיים, ואיך הכנס הזה רלבנטי, כי הבנתי מהשיחות הקודמות שקהילת המחנכים המטמטיקאיים הגיעו לנקודה שבה הם הרגישו שאין צורך לדעת מטמטיקה בכדי ללמד מתמטיקה, והם היו צריכים להבין שזה לא נכון, ושהם צריכים לעשות איזה שהוא שינוי ואנחנו מהצד השני תמיד הרגשנו שבכדי ללמד מתמטיקה צריך לדעת רק מתמטיקה, ואני באופן אישי הגעתי להבנה שזה לא נכון. וזה כנראה ברור לאנשים מקהילת המורים. אז אולי אני אגיד מספר מילים על התוכנית ואילו שינויים הבנתי שצריך לעשות. בשנתיים הראשונות התוכנית דומה לתוכניות של המתמטיקה האחרות, בשנה השלישית יש לנו קורסים בגיאומטריה שלא מיועדים לסטודנטים אחרים, מתמטיקה היסטורית וקורס ד"ו סמסטריאלי שאני לימדתי, מתמטיקה לגילאי תיכון מנקודת מבט מתקדם, וריאציה של פיליפס קליינס. המטרה של הקורס היתה לעזור לתלמידים להבין את החומר שהם ילמדו בצורה הטובה ביותר, להשתמש בכל החומר הלימודי המתקדם שהם למדו בשנתיים הראשונות בכדי להבין את המטמטיקה התיכונית טוב יותר. וזה משהו שבדרך כלל קשה להם לעשות, יש להם קונספט נפרד למטמטיקה התיכונית וקשה להם ללמוד את המתמטיקה האוניברסיטאית והם לא כל כך רואים את הקשר ביניהם, ואז יכול לקרות שהם הולכים ללמד עם המחברת שלהם מהתיכון. וזהו המטרה שכל ה- 3 שנים באוניברסיטה, קורס זה היה אמור לעזור להם להבין את החומר טוב יותר, אולם כפי שציינתי כבר הבנתי שזה לא הדבר החשוב ביותר. הבנת המתמטיקה לא מספיקה בכדי ללמד, צריך גם להבין מהם הקשיים של התלמידים, מלמדים את כל האוכלוסיות ולכל תלמיד יש את הקשיים שלו, וצריך ללמוד לאילו קשיים לצפות ואיך להתמודד איתם. צריך ללמד כל אחד באופן שונה לפי הקשיים שלו. דבר זה כנראה ברור למורים המתמטיים, אולם לי זה לקח 7 שנים להבין את זה. כמובן מאוד חשוב לדעת טוב את החומר המתמטי. לקורס זה של ה-3 ש"ש הוספנו תרגיל, ומשנה הבאה יהיה 5 ש"ש עם תרגיל ואנחנו לא נלמד את זה יותר. פניתי למספר מורי תיכון למתמטיקה בין היתר גם למורה שלימדה אותי, וביקשתי ממנה ללמד כדי שנוכל להשתמש בניסיון הרחב שלה, כאשר בכל סמסטר יהיה מורה אחר בכדי שהם יראו שתי גישות שונות, 2 סגנונות הוראה שונים. הרגשתי שאנחנו לא עשינו את זה מספיק טוב, לכן הבאנו מורים בעלי ניסיון שיוכלו להכין את המורים העתידיים בכדי שכשהם יגיעו ליום הראשון ללמודים הם יהיו מוכנים ללמד. הם יפסידו את מה שאנחנו לימדנו במבנה הקורס הקודם, הייתי מעדיף שיהיה להם את שניהם, אולם אין מספיק זמן לזה ואני גם מרגיש שהשעות שהקצנו לקורס זה להכשרה בשטח אינה מספיקה.

אורי און: צהריים טובים, אני מתמטיקאי בחלק מהזמן אני גם מורה והייתי רוצה לדבר מנקודת המבט של המורה. אני מלמד מתמטיקה למהנדסים, מתמטיקאים ועוד . לרוב תלמידי יש תפיסה לקוייה של אובייקטים מתמטיים, אני אתן כמה דוג' . דוג' 1- קורס שאני לימדתי של 70 סטודנטים שלומדים הנדסה וטכנולוגיה, הבאתי להם את הדוג' הבאה של מטרצת רוטציה כאופרטור כי רציתי להסביר להם איך אופרטורים , בדוג' הראשונה ניתן לראות ללא מאמץ שזה לא *deagnalizable* זה רוטציה, אז לא צריך לעשות שום חישוב רק צריך לראות. חשבתי שדוג' זו תקל עליהם, אולם זה הפחיד אותם, הם שאלו למה שמים סינוס בשיעור אלגברה? (הקהל צוחק..) מסתבר שבשבילם סינוס וקוסינוס הם אובייקטים פורמליים לגמרי. הם יכולים לעשות זהויות טריגונומטריות, אין להם את המשמעות הגיאומטרית שמציג לכם היחסים , הם לא מבינים מה זה פונקציה, במקרה הטוב הם מזהים את זה עם הגרף. דוג' 2 שאלתי אותם מה זה ארק סינוס ? מתוך 70 סטודנטים אף אחד לא ידע מה זה, חיכיתי 2 דקות ואמרתי להם לחשוב על זה, אחרי כמה דקות מישהו מרים את היד עם אייפון ביד ואמר : אני יודע מה זה! לוחצים על shift ו- סינוס וזה ארקסינוס (הקהל צוחק). מדובר בסטודנטים בשנה ראשונה בביוטכנולוגיה. כל הסטודנטים הנהנו בהסכמה. ישנן דוג' נוספות . הפרספקטיבה של הסטודנטים באובייקטים מתמטיים זה כמו נקודה סמויה בחלל החיצון, אין להם שום קשר לזה, כשמביאים אותם לנקודה מסויימת הם יכולים לפתור בצורה טכנית. אין להם שום פרצפציה של מה שקורה. אין זה מפתיע. אם חושבים על זה המערכת החינוכית היא באורנטציה פרודוקטיבי ולא באורנטציה תהליכית, אנו מודדים אותם לפי ציונים מסויימים, אנחנו נותנים להם מבחנים חסרי תועלת שמעוררים צורה כזו של חשיבה. גם בתוך ההוראה אנחנו לא מנסים להראות להם את התהליכיות של המטמטיקה, יש משמעות לכל דבר, זה הופך להיות נקודות דיסקרטיות ללא שום קשר. אתן עוד דוג' – זה לא הכיתה שלי, זה כיתה של מדעי המחשב וזהו שאלה מהמבחן הסופי, רק בעלי לקות למידה יכלו להשתמש במחשבון אבל המבחן היה באופן כללי ללא מחשבון. הם היו צריכים לחשב את הולינום טיילור ואת השארית של פונקציית השורש בסביבות הנקודה 20.

 וליישם את זה בבעיה ספציפית. מתוך 300 סטודנטים, 150 לא ענו על השאלה, הם היו חייבים לענות על השאלה זה לא היה מבחן רב ברירתי. הם לא ניסו. מתוך ה- 150 סטודנטים שכן ענו, הם יכלו לרשום פורמולה זו, הם יכלו לגזור יותר טוב ממני, זה טכני ולא בעיה, אולם בחלק השני של השאלה, בחלק של היישום פחות מ-30 סטודנטים הצליחו להגיע לנקודה זו של הצבה בנוסחא, עכשיו הם היו צריכים לפשט את זה, זהו צעד נוסף, איליה מחבר המבחן ידע מה הידע של הסטודנטים והוא לא רצה להכשיל אותם, הוא בחר במספרים אלו כי יש לנו 2 ידיים עם 5 אצבעות בכל אחד מהם, אז מה יכול להיות יותר טבעי ממספרים אלו? בנקודה זו עוד 5 סטודנטיים לא הצליחו, וכשהגיע החישוב של שברים עשרוניים והם היו צריכים להגיע לתוצאה הזו, פחות מ- 15 הצליחו להגיע לנקודה זו. ז"א מתוך 300 סטודנטיים הצליחו רק 15, מדובר באנשים שיתכנתו את השלד של הטכנולוגיה שלנו וההיטק וכד'. חלק מהתשובות נראו כך... לסטודנטים שכתבו כך אין שום שליטה במכניזם בכדי לדעת איפה הם, כי לא לימדו אותם את המשמעות של הדברים והתהליכים. הציפיות מכל מי שמעורב בחינוך, זה אני חושב שהנקודה הראשונה זה לשאול את השאלות הנכונות לפני שזה מאוחר מידי, אנחנו במצב חירום, כשטיל יוצא מעזה ופוגע כאן, לוקח רק דקה אבל זהו תהליך מיידי אלים ואנו נגיב באופן מיידי, אבל יש לנו תהליך איטי ויציב של חברה שמפשיטה את עצמה מאנשים חושבים, וזה הרבה יותר מסוכן והרבה יותר קשה לתקן. מתוך כל התיאוריה והמחקר אנחנו צריכים לעשות סדר עדיפויות , להפריד בין עיקר לטפל ולשאול את השאלות הנכונות. יש לי חבר מתמטיקאי ופעם ביקשתי ממנו להגיד לי את כל מה שהוא יודע על אלגברה מסויימת- המומחיות שלו. הוא אמר לי שאין זה אפשרי כי זה יקח זמן רק מידי אבל אם אני רוצה שהוא ילמד אותי משהו שימושי זה יקח רק 5 דקות, בא נשב על קפה. מתוך כל החומר שיש לנו בא נסתכל על הדברים החשובים. הנקודה הבאה זה להתמקד על התהליך ולא על הפרודוקט, אנחנו צריכים לדעת מתמטיקה, לפחות רמה אחת מעל ההוראה שלנו, מחקר או קבלת החלטות, ולדעת שאין קיצורי דרך בחינוך מטמטי, זהו תהליך ארוך ואיטי ואין קיצורי דרך. תודה

מנחה: תודה לכולם. חלק מכם שם לב שהנושא לפאנל זה היה על ציפיות של מתמטיקה מאנשי חינוך מתמטי וציפיות של אנשי חינוך מתמטי ממתמטיקה וזה הכיוון שהייתי רוצה ששיחת הקהל תתמקד עכשיו. רוב הפאנליסטים אמרו מספר ציפיות ואני מעודד אתכם להוסיף או לשאול שאלות על הציפיות שעלו, האם הן ריאליסטיות? תואמים את שלכם וכד'..

שואלת 1: אני אנני סלדן מאוניברסיטת מקסיקו בארה"ב, הייתי רוצה לשאול את פרופסור נוביק : למה החלטת לבקש בקורס שלך משני מורים בעלי ניסיון ולא מחנכים מטמטיים האם אין לך באוניברסיטה שלך? או שאינך סומך עליהם?

נוביק: אני אענה ב-2 דרכים. הראשונה לא ידעתי על הקיום של זה, אולם עכשיו שאני יודע שזה קיים, זה כמו נגר שפונה לנגר מומחה ולא לחוקר בנגרות, אני מאמין שאם אתה רוצה ללמוד איך ללמד פונים למורה ואם רוצים ללמוד מטמטיקה פונים למטמטיקאי. ככה אני רואה את זה.

שואל 2: אני דיוויד טול, אני גם מטמטיקאי וגם מורה כך שראיתי את שני הצדדים, אני יכול לספר בדיחה על סטודנט שפנה לפרופסור ואמר שהוא לא מבין משהו וביקש ממנו שיסביר לו את התשובה, הפרופסור נתן לו את התשובה, והסטודנט אמר לו: אני עדין לא מבין מה התשובה ושוב הפרופסור הסביר לו וחוזר חלילה עד שהפרופסור אמר: עשיתי את זה בשתי דרכים שונות איך אתה לא מבין?. וזה הבעיה עם המורה המומחה, אצל נגר ניתן לראות מה הוא עושה במו ידיו, אולם אצל מתמטיקאי אי אפשר לראות מה קורה במוחו. צריך להבין איך ילדים גדלים ומהם השלבים השונים שהם עוברים ואת ההבדל בין הרמות השונות. כמו כן צריך להבין את השוני בין שני סוגי המתמטיקאים. מתמטיקאי שרוצה להיות פרקטי ומשתמש במתמטיקה בצורה פרקטית, והתיאורטיקן שרוצה ללמד מטמטיקה ואנליזה כי זה שני דברים שונים.

שואל 3: אני פרנסיס לוונטל מטמטיקאי ובאוניברסיטה שלי פתרנו את הבעיה שהוזכרה קודם ע"י מייקל בנוגע לשאלה האם מטמטיקה צריכה להיות בקמפוס המערבי או המזרחי, ע"י כך שיש לנו באופן מקרי שני מרכזי למידה מתמטיים, אחד בבית הספר המתמטי והשני כל עוד אני לא בפנסיה בבית הספר לפסיכולוגיה וחינוך. הדבר המעניין זה שאני והקולגה שלי לא ניגשים למתמטיקה באותה דרך, הוא רוצה להתחיל עם הקונקריט, כמו באופניים ולאפשר לילדים לגלות דברים, אני מעדיף להתחיל באבסטרקט ולתת לילדים ללכת לכיוון הקונקריט. עבדתי רבות עם ילדים בגילאי יסודי ונראה שזו הדרך הטובה יותר, דבר נוסף לאורי און, הזכרת את הבעיה עם סינוס וכד' . כשהייתי ביסודי ותיכון היו לי קורסים בנושאי סינוס, אלגברה, גיאומטריה ואריתמטיקה ובבקשה אל תערבב אותם כיום מערבבים בין כולם. דבר אחרון אם אפשר בבלגיה מורים מתמטיים חייבים תואר שני במתמטיקה, עם התוכנית בולוניה באוניברסיטה שלנו אנחנו מכריחים את הסטודנטים שיהיה להם רק שליש מהקורסים שלהם בשנתיים האחרונות, ואת כל השאר במתמטיקה והם צריכים להוכיח שהם מתמטיקאים ושהם מסוגלים ליצור משהו מתמטי.

מנחה: אני מבקש להתמקד בשאלות ולא תשובות היום.

שואל 4: דווידה פישמן, הייתי רוצה לשאול את אורי למה הוא מתכוון לתהליכיות? מהניסיון שלי בדיבור עם מטמטיקאיים ומחנכים מטמטיים משמעות מילה זו שונה בקבוצות השונות.