



נלי קלר | רכזת מתמטיקה ברשת ישיבות ואולפנות בני עקיבא ומורה למתמטיקה בתיכון תורני לבנות אולפנה סגולה.
מרצה במכינת הטכניון ובפקולטה למתמטיקה של הטכניון.
מובילת פרויקט לאומי "קידום 5" במחוז חיפה.
פרס אביטל למצוינות ויצירתיות בהוראת מתמטיקה.
פרס טראמפ להוראה איכותית, 2014.

כדי שמורים ילמדו תלמידים לאהוב מתמטיקה, עליהם לראות את יופייה בעצמם



"החיים מעוטרים בשני דברים: עיסוק במתמטיקה והוראתה"
(סימאון דני פואסון)

היה זה יום חמישי בערב, בשעה שבה חגגתי את בר המצווה של נכדי, כאשר התקשרו מבית הספר שבו לימדתי והודיעו לי שבגלל התפרצות מגפת הקורונה לא יתקיימו השיעורים למוחרת. נראה היה שמדובר בסך הכול בהפסקה לימים בודדים, אך בכל זאת ניסיתי להתנגד. תכננתי כל כך הרבה דברים לשיעור בכיתה י"ב, כל דקה הייתה מחושבת. האם אי אפשר להוציא אותנו מן הכלל? תהיתי, אבל אף אחד לא יצר עבורנו החרגה. להפך, החל מאותו יום החיים שלנו הפכו להחרגה אחת גדולה לתקופה ארוכה. כשיום אחד אנו וצאצאינו נביט לאחור, נתפלא מאוד על מה שקרה בחינוך המתמטי בישראל בחודשים מרץ-אפריל בשנת 2020.

מקובל לחשוב כי אין דבר שמרני יותר ממערכת החינוך, ובפרט מהחינוך המתמטי. אולם מהירות השינויים בלמידת המתמטיקה, שהתבצעו תוך שבועות, ולפעמים אפילו תוך ימים בודדים בתקופה הראשונה של המגפה, עולה על כל דמיון. גם מידת היצירתיות שהתגלתה אצל מובילי הוראת המתמטיקה

ברמה ארצית ומחוזית הייתה מדהימה, וגם המהירות שבה המורים יישמו צורות למידה חדשות, שונות כל כך מאלו שאליהן היו מורגלים. המעבר ההמוני הכפוי ללמידה מרחוק סלל את הדרך הן ליישום שיטות למידה קיימות, שטרם זכו להכרה נרחבת, והן לפיתוח שיטות נועזות וחדשניות שנולדו לנגד עינינו - שיטות שדרשו יצירתיות ופתיחות לשינויים מצד המורים והתלמידים כאחד.

ראינו מול עינינו את מגוון האפשרויות האדיר שהטכנולוגיה פותחת בפנינו. נוכחנו לגלות שילדינו הרבה יותר עצמאיים מכפי שחשבנו. התבוננו ביכולתם ללמוד בכוחות עצמם, לקחת אחריות, להשתלט על חומר לא מוכר ואפילו לתמוך בנו בניסוננו להסתגל להוראה בנסיבות החדשות.

**המשימה החשובה ביותר
בחינוך המתמטי כיום היא
לא לאבד את המורה בתהליך
הלמידה - אותו אדם עם עיניים
בורקות שהתלמידים מצפים
לפגישות עימו ורוצים ללכת
אחריו, ושמשוגל ורוצה להוביל
את התלמידים**

תהליך הלמידה; כזו שבה כמעט כל נושא מוגש באינטרנט בצורות שונות: הרצאות ממיטב המורים או סימולטורים גרפיים. לכן המשימה החשובה ביותר בחינוך המתמטי כיום היא לא לאבד את המורה בתהליך הלמידה - אותו אדם עם עיניים בורקות שהתלמידים מצפים לפגישות עימו ורוצים ללכת אחריו, ושמשוגל ורוצה להוביל את התלמידים.

**להחזיר את המורה, אבל לא כל מורה,
למרכז הכיתה**

רבות דובר בשנים האחרונות על תפקיד המורה בכיתה - הן בקהילה האקדמית והן בקרב המורים בשטח. נדונו אפשרויות שונות: החל ממתווך בין התלמיד לעולם הידע ועד למדריך המלווה את התלמידים בתהליך הלמידה. אולם מכנה משותף אחד היה מוסכם כמעט על כולם - המורה לא צריך להיות במרכז. עליו להשאיר את התפקיד המרכזי לתלמיד וללוות אותו בדרכים שונות של השתלמות עצמית.

בהקשר הזה מערכת החינוך עברה כברת דרך רבת הישגים. תורת ההכוונה העצמית בתהליך הלמידה זכתה לשימוש נרחב בשטח.

אנחנו, כמורים, למדנו לסמוך על התלמידים ולאפשר להם להתקדם באופן עצמאי בלמידה על ידי קריאת ספרות, דיון בקבוצות קטנות ובפורומים ובקרה עצמית על התקדמותם. בלימוד בעזרת תוכניות הכשרה ממוחשבות. אבל דווקא עכשיו, כאשר הצלחנו במידה רבה - אם לא לשנות את התהליך הלמידה, אז לפחות להבין איך אנחנו רוצים לראות אותו - אחת המשימות העיקריות העומדות בפנינו היא להחזיר את המורה לכיתה.

כן, כן, למרכז העיניים של הכיתה! אבל לא סתם מורה, אלא מורה שיכול להדליק את התלמידים ולהדביק אותם באהבתו לידע, למקצוע המתמטיקה ולעבודה קפדנית ומתמשכת בחיפוש אחר האמת. לא קל להיות מורה כזה, אבל אפילו השיטות המתודיות הטובות ביותר והתוכניות החדשניות ביותר לא יעבדו בלעדיו.

אני מביטה בתמונה. אישה מבוגרת יושבת ליד שולחן, מבטה מתעניין. נראה שהיא מקשיבה למישהו, מתכוונת לענות. סביבה עומדת חבורה גדולה של אנשים - חלקם עם שיער מאפיר, אחרים צעירים יותר. כל העיניים מופנות אל האישה. זו המחנכת שלנו, המורה לפיזיקה. המורה של כולנו - דורות של תלמידים.

התאריך הוא האחד בספטמבר, וכמו בכל שנה, כל מי שיכול היה הגיע לבקר אותה: לעדכן על התפתחויות בחייו, להתיעץ או סתם להרגיש שוב, לרגע, תלמיד. הפעם האחרונה שבה זה קרה הייתה לפני ארבע שנים. המורה, אדל בת ניסן נובוסליצקיה, כבר לא איתנו, אבל הזיכרון נשאר, וכן הרצון להמשיך בדרך שלה עם התלמידים שלנו.

חשוב להדגיש:

הרעיון להחזיר את המורה לתפקיד מרכזי בכיתה איננו קריאה לחזור לשיטת הלמידה ה"ישנה".

להפך. הפילוסוף הגרמני גאורג וילהלם פרידריך הגל דיבר על הטריאדה הדיאלקטית, המורכבת מהמונחים:

תזה

אנטי תזה

סינתזה

לדבריו, הסינתזה היא השלב שבו שתי הצורות הראשונות נשמרות באחדות הרמונית, מיישבות את הניגודים ביניהן ומעלות זו את זו לגבהים חדשים. באנלוגיה לכך, מקומו של המורה בחינוך המתמטי מתפתח באופן ספירלי: החל מסמכות בלתי מעורערת של המורה כמרכז הכיתה, דרך תפקיד פחות מרכזי כמתווך וכלה בסינתזה בין שתי השיטות, שזמנה מגיע כעת.

אני רואה את כיתת העתיד כצוות של ספינה, כשהמורה בתפקיד רב החובל. יחד מגלים ולומדים מתמטיקה, יחד מתמודדים עם סערות וסופות וכל אחד מביא לידי ביטוי את יכולותיו. כולם חשובים וכולם לוקחים אחריות, אבל רב החובל ניצב תמיד מול ההגה ומוביל את הקבוצה קדימה.



צילום: אוסף התצלומים הלאומי

דגים בכיתה האקווריום

כ-20 שנה לאחר סיום לימודי בבית הספר נסעתי לעיר רחוקה ופגשתי במקרה חבר לכיתה ברכבת התחתית. הוא הבחין בי מהצד השני של הקרון, התקרב אליי ואמר לי בחיוך רחב: "שמעי, יש לי חידה מעניינת". החידה באמת הייתה מעניינת. דנו בה עד סוף הנסיעה ורגע לפני שנפרדנו החלפנו בחיפזון כתובות. מאז אותה פגישה לא התראינו שנים רבות, אך תחושה חמה של אחווה מתמטית נשארה בנפשנו.

תמיד שאפתי לצרף אל האחוה המתמטית הזו את תלמידיי, כך שעם תחילת השיעור אוכל לומר: "חברה, יש לי בעיה מעניינת" ולראות את עיניהם בורקות, מחכות בחוסר סבלנות לשמוע את הבעיה.

היה לי חשוב לצרף אל האחוה הזו לא רק ילדים מוכשרים ומחוננים מתמטית, אלא גם את אלה שכבר צברו רתיעה ממתמטיקה ואיבדו את האמון ביכולות המתמטיות שלהם.

אני בת מזל. רבים מתלמידיי למדו לאהוב מתמטיקה ולשמוח במפגשים איתה. לחלקם היא עוזרת במקצוע שבו הם בחרו בחיים, ולאחרים אין כיום קשר אליה, אבל בפגישות הבוגרים, לא משנה כמה שנים חלפו, אנו חוזרים במחשבותינו לכיתה והם מדברים ומספרים: "אתם זוכרים את כיתת האקווריום שלנו? היינו כמו דגים בתוך ים של ידע - הקירות היו מכוסים בבריסטולים שעליהם רשמנו נוסחאות וחוקים, בעצם את כל מה שלמדנו. החומר היה כל הזמן מול העיניים שלנו, ואז, גם אם הבחינה הייתה בכיתה אחרת, היינו עוצמים את העיניים ומייד רואים מול עינינו תמונה מהקיר ונזכרים בכל מה שהיינו צריכים. היו גם טיולים לאורך 'קירות הידע' למי שלא הבין משהו או הפסיד שיעור, ותמיד היה משהו מוכן להיות מדרך ולהסביר".

בשיעורים שלי התלמידים לוקחים על עצמם אחריות רבה, הן בפן הארגוני והן בפן הלימודי

(אנו משתמשים באופן נרחב בשיטות כמו "כיתה הפוכה", שבה תלמידים מקבלים עצמאות רבה בלמידת החומר, וב"שיטת הנבחרת", שסיסמתה: כולם לומדים וכולם מלמדים). בכיתת העתיד העצמאות של התלמידים תגדל פי כמה וכמה, בזכות מגוון האפשרויות החדשות ללמידה עצמאית שהטכנולוגיה מספקת. ובאותה מידה, תגדל פי כמה וכמה החשיבות והאחריות של תפקיד המורה.

בזרם המידע האין סופי, שבו ילדינו שקועים כבר מגיל צעיר ביותר, עליהם ללמוד לעבד מידע במהירות, לבחור את החשוב ולזרוק את המיותר, לבנות שרשראות לוגיות ולהסיק מסקנות על סמך הנתונים הקיימים. האם אלו לא המיומנויות שילדינו צריכים לרכוש בשיעורי מתמטיקה?

לימודי המתמטיקה בבית הספר חצו מזמן את הגבולות הצרים של הקניית יכולת לבצע פעולות מתמטיות לפי תבנית נתונה. זה זמן רב שהמטרה שלנו אחרת לחלוטין. אנו שואפים ללמד את התלמידים לחשוב, לשאול שאלות ולבחון אפשרויות שונות. אבל לעיתים נדמה ששכחנו להודיע בקול על השינוי בסדרי העדיפויות שלנו, ולכן האנשים סביבנו ממשיכים לחשוב שאנו ממלאים את ראשיהם של התלמידים בפעולות חשבון חסרות תועלת.

לפני כמה ימים שמעתי מהאחראית על תהליך הלמידה באחד מבתי הספר שלא מפריע לה שתלמיד אחד, או אפילו תלמידים רבים, ישאו מתמטיקה; היא אמרה שהיא דואגת בעיקר ליחס שלהם למקצועות אחרים, החשובים לבניית האישיות. אותה מחנכת לא רואה קשר בין לימוד מתמטיקה לבניית האישיות, ואני חוששת שלא רק היא עיוורת לקשר הזה. לפני כ-400 שנה אמר גלילאו גליליי: "האם לא נודה כי גיאומטריה היא הכלי החזק ביותר לחידוד היכולות השכליות שלנו, הכלי שמאפשר לנו ללמוד לחשוב ולפתח היגיון? האם לא צדק אפלטון כאשר דרש מתלמידיו קודם כול היכרות מעמיקה עם המתמטיקה?".

חלפו מאות שנים, אך עד היום לא הפנמו מספיק שבלי היכולת והרצון לחשוב בצורה סדורה אי אפשר להתקדם בשום תחום בעולם המודרני, ושהיכולת הזו נרכשת בראש ובראשונה בשיעורי המתמטיקה.

את זאת צריכים להפנים, קודם כל, מורי המתמטיקה עצמם. עלינו להבין שהמתמטיקה היא פלטפורמה לרכישת כלים חשובים לחיים, כזו המכשירה את התלמיד להתמודד בבעיה ולהקדיש את זמנו, מרצו וכישוריו לתהליך חיפוש הפתרון שלה. את המטרה הזאת – ולא רק את המטרה להכין את התלמידים לבחינת הבגרות – עלינו להעביר למורים אחרים, להורים, וכמובן, בראש ובראשונה, לתלמידיו.

מתמטיקה, כמו שירה

שאלת המטרה שלשמה המורה נכנס לכיתה היא שאלת מפתח, הקובעת את מהותו ואת מידת הצלחתו של תהליך הלימוד. לעיתים קרובות, כאשר מורים למתמטיקה מתארים את המטרות שהם מציבים לעצמם, הם מדברים על עזרה בהתמודדות עם קשיים ועל עבודה פרטנית עם תלמידים מתקשים. נדיר הרבה יותר למצוא מורים שמדברים על חינוך לאהבת המקצוע.

מתמטיקה היא מקצוע קשה. מקובל לומר כי זוהי הסיבה שבגללה ילדים רבים אינם אוהבים אותה. אבל האם ילדים אכן נרתעים באופן קבוע ממה שקשה להם? להפך, עוד בקטנותם הם רוצים ללמוד לרכוב על אופניים, למרות שתחילת הלימוד אינה קלה בכלל. הם הולכים לחוג כדורגל, אף שגם שם צריך ללמוד וגם זה מאתגר. ילד יכול ללכת ללמוד ריקוד ולחזור על אותה תנועה שוב ושוב עד שידע לבצע אותה בצורה מושלמת, וילד אחר יכול לשבת שעות מול המחשב ולהגיע להישגים מדהימים במשחק המחשב האהוב עליו. ילדים יכולים ורוצים להשקיע ולהתמודד עם קשיים,

בתחומים שאותם הם רוצים ללמוד ושבהם חשוב להם להצליח. אם כן, המשימה שלנו כמורים למתמטיקה היא להציג את המתמטיקה לתלמידים כך שהם ירצו לרוץ לשיעור מתמטיקה כמו שהם רצים לחוג טניס או כדורגל.

כבר היום, במסגרת הפרויקט i-MAT, פותחו שיעורים שבהם פרבולה היא לא סתם פרבולה אלא מסלול של רקטה, ובזמן השיעור התלמידים מתבקשים לחשב אם יש להפעיל את מערכת "כיפת ברזל" כדי ליירט אותה או שהיא צפויה ליפול בשטח פתוח ואין צורך להפעיל את המערכת. בדומה לכך, הבעיה הידועה על צינורות בבריקה מוחלפת בבעיה על הורדת סרט ביוטיוב, ואחרי השיעור התלמיד יכול לחשב אם מתחילת ההורדה ועד תחילת הצפייה יהיה לו זמן לפתור תרגיל או שניים משיעורי הבית. כמו כן, התלמידים לומדים כיצד עובדת מערכת GPS, ומייד, תוך כדי השיעור, הם מנסים לחשב מרחקי נסיעה. בשביל כל זה כדאי לרוץ לשיעור מתמטיקה, אבל לא בשביל זה בלבד.

לעיתים קרובות, כאשר מורים למתמטיקה מתארים את המטרות שהם מציבים לעצמם, הם מדברים על עזרה בהתמודדות עם קשיים ועל עבודה פרטנית עם תלמידים מתקשים. נדיר הרבה יותר למצוא מורים שמדברים על חינוך לאהבת המקצוע

הפילוסוף והמתמטיקאי היווני ארכימדס אמר: "המתמטיקה חושפת את סודותיה רק למי שעוסק בה באהבה טהורה, אך ורק למען יופייה".

את היופי הזה של המתמטיקה, שהמכשש עימו, לדברי הפילוסוף הבריטי ברטרנד ראסל, מביא עונג שאותו ניתן להשוות רק למכשש עם שירה, חשוב לא לאבד תוך כדי ההכנה המאומצת לבחינת הבגרות והחיפוש אחרי יישומים מעשיים של הידע המתמטי והמיומנויות המתמטיות. המשימה החשובה ביותר של המורה היא להעביר לתלמיד את יופייה של המתמטיקה כחלק מיופיו של העולם, כהשתקפות של שלמותו.

אלברט איינשטיין אמר שהטבע הוא שילוב של הרעיונות המתמטיים הפשוטים ביותר. ללמד את התלמידים להתפעל, לשמוע מחיאות כפיים בסיום הוכחה יפה או לקבל שיחת טלפון בשעת ערב מאוחרת בקולו הנרגש של תלמיד: "המורה, חשבתי שלבעיה שלנו היה בעצם גם פתרון אחר, יותר יפה" – זהו הייעוד האמיתי של המורה. התלמיד המתקשר לא צריך להיות מדען גדול לעתיד, והבעיה שעליה הוא מדבר יכולה להיות פשוטה מאוד. זה לא העניין. העיקר הוא שהתרחש תהליך של התמזגות: המורה – התלמיד – המתמטיקה.

על מנת ללמד תלמידים לאהוב מתמטיקה, על המורה לחוות בעצמו את האהבה למקצוע. לעיתים, כשאני מביטה בעבודה המאומצת של מורים ששנה אחר שנה רצים עם תלמידיהם על מנת להספיק את כל הפרקים של תוכנית הלימודים, כשהם מנפים בדקדקנות נושאים ש"בטוח לא יהיו בבחינה" או ש"נפלו במיקוד השנה", אני חושבת לעצמי: כמה חבל שאי שם, בדרך, הם איבדו את הקשר שלהם עם המתמטיקה. הרי המורים האלה לא בחרו במקרה ללמד מתמטיקה, הם אהבו אותה פעם, ואולי הם עדיין אוהבים אותה. אבל השגרה, לחץ הזמן והצורך להספיק את כל החומר בתוכנית הלימודים מרחיקים אותם עוד ועוד מהקסם של עולם המתמטיקה, מהחווייה שבלשבת במשך שלושה ימים על בעיה ולבסוף להצליח לפתור אותה, ואז לדון בפתרון עם

האנשים מסביבם, או לפחות לחלוק עימם את חדות הפתרון. אם למורה עצמו אין חוויות כאלה, איך הוא יכול להנחיל אותן לתלמיד? אני רואה חשיבות עצומה בהחזרת המתמטיקה למורה. אפשר לייסד חוגי מתמטיקה – למורים! קרבות מתמטיים – למורים! אולימפיאדות במתמטיקה – למורים! אפשר גם ליצור צוותים מעורבים של מורים ותלמידים ואפשר לחשוב על מגוון דרכים, העיקר הוא שהמרכז יהיה עיסוק "חי" במתמטיקה ושתלמידים ומורים יעסקו בה ביחד.

איך אני רואה את כיתת המתמטיקה של העתיד? מאובזרת מבחינה טכנולוגית, כמובן, הן עבור כל תלמיד באופן אישי והן עבור העבודה הקולקטיבית של התלמידים. הכיתה חיה ומלאה בתנועה: תלמיד אחד עובד על מחשב אישי, אחרים כותבים על לוח או על מסך הממוקם על הקיר, עוד תלמיד מתיישב בפינה וחושב לבדו, בעוד אחרים מתרכזים כצוות ודנים יחד בבעיה. אגב, הכיתה הזאת היא לא חזון עתידי, אפשר לממש אותה כבר היום. אבל ההצלחה של השימוש בה והתועלת מתהליך הלימוד – תלויות באישיות המורה. המורה הזה צריך להיות מחובר לחיים, ידען, בעל יכולת לייעץ ולהדריך, אך למעלה מכול – הוא צריך לאהוב מתמטיקה, ליהנות מחוויית ההוראה שלה לתלמידים, להבין את חשיבות השליחות שבהוראת המתמטיקה ולדעת "להדביק" את התלמידים באהבתו למתמטיקה ובהבנתו את יופייה.

המשימה העיקרית של החינוך המתמטי כיום היא לגדל מורים כאלה. כשיעשה כן, התלמידים ילכו אחריהם בשמחה. //