

מה צריכים לדעת העוסקים בהוראת המתמטיקה?

להצגה בפני

הועדה של האקדמיה הלאומית למדעים

בראשות פרופ' חנוך גוטפרוינד

(יהושע רוזנברג – מזכיר הועדה)

נצה מובשוביץ-הדר

16.8.2010

הערה מקדמית

- הועדה היא הזדמנות ח"פ (!) להניח תשתית שתחולל שינוי בהכשרת פרחי-הוראה ובהתפתחותם המקצועית של מורים למתמטיקה

אסור להחמיץ אותה

ו-חשוב לזרז את הגשת פירותיה

- ובכן - מה מוכרחים לזכור בבואנו לדון בשאלה מה צריכים לדעת העוסקים בהוראת המתמטיקה?

הוראה היא מקצוע מורכב ביותר

- תכנון שיעורים
- תכנון משימות להפעלה בכיתה
- תכנון משימות לשיעורי בית
- שיטות הוראה
- ניהול כיתה
- שימוש בלוח ובאמצעי המחשה
- תכנון מבחנים
- בדיקת מבחנים והערכת הישגים בשיטות אלטרנטיביות
- והחשוב מכל – הבנת מהותה של למידה – לאור היכרות עם תיאוריות של למידה

מה צריכים לדעת העוסקים בהוראת המתמטיקה?

- הרהור: מה פירוש צריכים "לדעת" ? –
לדעת לעשות משהו (היטב) ?
לדעת חומר (באיזו רמת בקיאות/העמקה)?
לדעת לקבל החלטות (רצוי מושכלות) ?
משהו אחר? אולי גם – מה הם צריכים להבין?
- עכ"פ תשובתי, שהיא בבחינת כל התורה כולה על רגל אחת:
העוסקים בהוראת מתמטיקה צריכים לדעת **להלמיד** = לגרום
ללמידה (ע"י התלמיד \neq למידה של החומר), \neq להכין לבחינות !

מה צריכים לדעת העוסקים

בהוראת המתמטיקה?

הרחבה (בנאלית) - העוסקים בהוראת מתמטיקה צריכים לדעת:

- לנהל כיתה (על סוגיה השונים, בשיטות מגוונות, תוך שימוש באמצעים מועילים ותוך התייחסות לשונות בין התלמידים),
- מתמטיקה של תוכנית הלימודים בהרחבה ובהעמקה,
- מתמטיקה בת זמננו, היסטוריה של המתמטיקה, לוגיקה מתמטית, פילוסופיה של המתמטיקה, יישומי המתמטיקה ושימושיה,
- פדגוגיה, פסיכולוגיה של גיל הילדות והנעורים, סוציולוגיה, תורות למידה עם דגש על חינוך מתמטי, מדידת הישגים והערכתם, וכמובן תורות חינוך.

כל זה כללי מדי ומובן מאליו **בצורה מסוכנת** מדי. הכרחי לרדת לפרטים מצד אחד, ולבחון את תפקיד המורה בחברה מאידך.

הנה מה שהעליתי -

רקע - על קצה המזלג

- על תיאוריות שונות בחינוך מתמטי - ספר מקיף

[Sriraman and English \(Eds.\): Theories of Mathematics Education - Seeking New Frontiers](#), Springer 2010

- על שישה נושאים קריטיים בחינוך מתמטי וביניהם קבלת החלטות ע"י מורים

[Clarkson and Presmeg: Critical Issues in Mathematics Education](#), Springer 2010

- אוסף "קולוסאלי" של מיטב המאמרים בחינוך מתמטי

[Alan Bishop \(ed.\) Mathematics Education](#), Routledge 2009

- על מהותו של החינוך המתמטי והפילוסופיה של חינוך מתמטי

- דבריו של שלמה וינר בתגובה לארנסט, PME-09 [מצ"ב](#)

- אדר, לאה: הנעה ללימודים ואישיות התלמיד, הוצאת ביה"ס לחינוך האוניב. העברית, י-ם ומשרד החינוך, תש"ל 1970

פרדוקס היחסים ההדדיים בין מתמטיקה לבין חינוך מתמטי

- האם אלה שני תחומים זרים? חופפים חלקית? או שמא מתלכדים?
- האם חינוך מתמטי הוא חלק ממתמטיקה? או אולי להיפך: מתמטיקה היא חלק מחינוך מתמטי?
- באורח פרדוכסלי:
התשובה לשתי השאלות הללו חיובית

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Mathematics} \subseteq \text{Mathematics-Education} \\ \text{Mathematics-Education} \subseteq \text{Mathematics} \end{array} \right.$$

ואף על פי כן – הם אינם מתלכדים ...

ה"אני מאמין" שלי

- סוד ההוראה/ההלמדה נעוץ בהבנת הידע הנוכחי של התלמיד ובהצבת מטרה בת-השגה בזמן מוגדר ע"י המורה.
 - ה"אני מאמין" שלי
 - בחינוך מתמטי הדגש חייב להיות על חינוך (ולא רק על הרבצת תורה).
 - בתחום ההוראה: הצמחה לעומת הצנחה (ר' נ. מובשוביץ-הדר (1991): הצגת משפטים מתמטיים והוכחותיהם – הצמחה לעומת הצנחה. חלק א: על"ה 9 עמ' 58-61 חלק ב: על"ה 10 עמ' 44-51)
 - בתחום המחקר: מחקר פעולה או מחקר התערבות, אביא בהמשך, בין היתר, שתי דוגמאות.
- נתחיל מהיסודות -

ה"אני מאמין" שלי

נתחיל מהיסודות -

- המורה (למתמטיקה) קיבל מנדט מהחברה לחנך את הנוער תוך חתירה להשגת מטרות החינוך המוגדרות בחוק.
- נעבור עליהן אחת אחת וניתן תוך כדי כך את דעתנו לשאלה החשובה שמעסיקה את הועדה הזאת (סמנו לעצמכם בבקשה את מספרי הסעיפים שנראים רלבנטיים)

חוק החינוך בישראל: תיקון לשנת תש"ס 2000

בחוק החינוך 11 סעיפים המגדירים את מטרות החינוך בישראל:

- (1) לחנך אדם להיות אוהב אדם, אוהב עמו ואוהב ארצו, אזרח נאמן למדינת ישראל, המכבד את הוריו ואת משפחתו, את מורשתו, את זהותו התרבותית ואת לשונו;
- (2) להנחיל את העקרונות שבהכרזה על הקמת מדינת ישראל ואת ערכיה של מדינת ישראל כמדינה יהודית ודמוקרטית ולפתח יחס של כבוד לזכויות האדם, לחירויות היסוד, לערכים דמוקרטיים, לשמירת החוק, לתרבותו ולהשקפותיו של הזולת, וכן לחנך לחתירה לשלום ולסובלנות ביחסים בין בני אדם ובין עמים;

חוק החינוך בישראל: תיקון לשנת תש"ס 2000

(3) ללמד את תולדות ארץ ישראל ומדינת ישראל;

(4) ללמד את תורת ישראל, תולדות העם היהודי, מורשת ישראל והמסורת היהודית, להנחיל את תודעת זכר השואה והגבורה, ולחנך לכבדם;

(5) לפתח את אישיות הילד והילדה, את יצירתיותם ואת כישרונותיהם השונים, למיצוי מלוא יכולתם כבני אדם החיים חיים של איכות ושל משמעות;

(6) לבסס את ידיעותיהם של הילד והילדה בתחומי הדעת והמדע השונים, ביצירה האנושית לסוגיה ולדורותיה, ובמיומנויות היסוד שיידרשו להם בחייהם כבני אדם בוגרים בחברה חופשית, ולעודד פעילות גופנית ותרבות פנאי;

חוק החינוך בישראל: תיקון לשנת תש"ס 2000

- (7) לחזק את כוח השיפוט והביקורת, לטפח סקרנות אינטלקטואלית, מחשבה עצמאית ויוזמה, ולפתח מודעות וערנות לתמורות ולחידושים;
- (8) להעניק שוויון הזדמנויות לכל ילד וילדה, לאפשר להם להתפתח על פי דרכם וליצור אווירה המעוררת את השונה והתומכת בו;
- (9) לטפח מעורבות בחיי החברה הישראלית, נכונות לקבל תפקידים ולמלאם מתוך מסירות ואחריות, רצון לעזרה הדדית, תרומה לקהילה, התנדבות וחתירה לצדק חברתי במדינת ישראל;

חוק החינוך בישראל: תיקון לשנת תש"ס 2000

(10) לפתח יחס של כבוד ואחריות לסביבה הטבעית וזיקה לארץ, לנופיה, לחי ולצומח;

(11) להכיר את השפה, התרבות, ההיסטוריה, המורשת והמסורת הייחודית של האוכלוסייה הערבית ושל קבוצות אוכלוסיה אחרות במדינת ישראל, ולהכיר בזכויות השוות של כל אזרחי ישראל.

ובכן? כמה מהסעיפים רלבנטיים לעבודת הועדה? אחד?
שניים? כולם?


העוסקים בהוראת מתמטיקה צריכים לדעת:

- לשלב חינוך לערכים בהוראת המתמטיקה
- עבודת הדוקטורט של יעל אדרי –
- מאמרים בספרות כגון: המאמר הנ"ל של שלמה וינר, הספר של פול ארנסט, העבודות של אלן בישופ ושל מרגרט טפלין ועוד
- **הוכחת ייתכנות** (כנגד רוב הציפיות) – ניסוי חשיבה, מחקר פעולה ומחקר התערבות
- דוגמאות והפניות: עבודת הדוקטורט של ד"ר יעל אדרי (המחקר מומן בחלקו ע"י האקדמיה ובחלקו ע"י גורמים נוספים) – התקבלו לפרסום שני מאמרים בעברית בעיתון "מגמות" ובעיתון "דפים"

עוד בעיה

- תוכנית הלימודים המקובלת במתמטיקה כוללת גיאומטריה מהמאות ה-4-6 לפני הספירה, אלגברה מהמאה ה-15-16, אנליזה הסתברות וסטטיסטיקה מהמאה ה-18-19. פה ושם נוספה "טעימה" של אלגברה ליניארית ותכנון ליניארי של המאה ה-20.
- החינוך המתמטי אינו מצליח להביא תלמידים להכיר בעובדה שהתחום פעיל ומתפתח בהתמדה. רוב הבוגרים יוצאים מהמערכת בדעה שמתמטיקה היא מקצוע משעמם ו"קפוא".


- הדימוי השגוי שנוצר הוא תוצאה מכך שתוכניות הלימודים לא מספקות מידע על החידושים האחרונים במתמטיקה ועל היצירה העצומה **המתרחשת יום-יום** במתמטיקה, שלא לדבר על תרומתה לקידום המדע והטכנולוגיה.
- **לא רק הפרט אלא גם החברה משלמים על כך מחיר** חברתי וכלכלי שעליו קיימים ממצאי מחקר
- פיטר הול, מבכירי הסטטיסטיקאים באוסטרליה, מביא הערכות של וועדות ממשלתיות לפיהן הדרישה למתמטיקאים מיומנים גדלה ב-52% ב-8 השנים 1998-2005 וצפויה להמשיך במגמת גידול עד 33% נוספים ב-8 השנים הבאות. ([Hall, 2008](#))




החינוך המתמטי אינו
מצליח להביא תלמידים
להכיר בעובדה שזהו
תחום פעיל ומתפתח
בהתמדה

קשה להניע ללמידת
מתמטיקה שהיא מקצוע
קשה ממילא, שלא לדבר
על לחבב אותה


הכרחי לשבור את המעגל




רוב הבוגרים יוצאים
מהמערכת בדעה
שמתמטיקה היא
מקצוע משעמם
ו"קפוא"



ילדים ובני-נוער
שומעים בבית מסרים
"אנטי-מתמטיים"



רוב הבוגרים אינם
פונים ללימוד
ולעיסוק במקצוע
תלוי-מתמטיקה



הציבור חי בחוסר ידע על
עבודתו של המתמטיקאי
ובהרגשה שמתמטיקה
"ניתנה למשה מסיני" ומאז
לא חלו בה כמעט שינויים

העוסקים בהוראת מתמטיקה צריכים לדעת:

- לשלב חדשות מהמתמטיקה המודרנית בהוראת המתמטיקה, להמחיש, להדגים, ולנסח בשפה פשוטה, בלתי פורמאלית, אבל מדויקת, רעיונות מתמטיים מתקדמים ולהעביר את המסר שהמתמטיקה היא **מקצוע חי ועתיר יצירה**.

- הגישה המוצעת: הבזקי חדשות מחמישה סוגים (לפרטים ודוגמאות ר' N. Movshovitz-Hadar (2007) : Today's news are Tomorrow's history - Interweaving mathematical news in teaching high school mathematics, Published as ch.3.12 in E. Barbin, N. Stehlikova, C. Tzanakis (eds.) *History and Epistemology in Mathematics Education: Proceedings of the fifth (European Summer University, pp.535-546, Vydavatel'sky Press, Prague 2008, ISBN 978-8086843-19-*

- אתגר למורה: יצירת הזדמנויות ופעילויות המותאמות ל**רמת המוכנות של התלמיד**

- מעמד המורה – נציג הקהילייה המתמטית בבית הספר (ר' בתיה עמית ונצה מובשוביץ-הדר, "הרגל הופך לטבע שני" כנס מיט"ל, 14.10.2009, שנקר רמת-גן)

שילוב חדשות מתמטיות בהוראה השוטפת

• ר' דוגמאות

B. Amit, N. Movshovitz-Hadar, A. Berman (2011): "Exposure to Mathematics in the Making – Interweaving Math News Snapshots in the Teaching of High-School Math Chapter 9 in: Victor Katz and Constantinos Tzanakis (Eds.), *Recent Developments on Introducing a Historical Dimension in Mathematics Education*. MAA-Mathematical Association of America, Washington, DC. Pp 91-102.

<http://www.maa.org/ebooks/notes/NTE78.html>.

• ד"ר בתיה עמית הוכיחה בעבודת הדוקטורט שלה (2011) לא רק שזה אפשרי **מבלי לפגוע** בקצב ההתקדמות בתוכנית הלימודים הרגילה (!), אלא גם מועיל. לא רק לתלמיד אלא גם למורה.

• **מהי חדשה מתמטית?** תוצאה מתמטית חדשה שפורסמה

בעיתונות המקצועית ב-30 השנים האחרונות

• **מהו הבזק?** הצגה של 15-20 דקות המתמקדת בחדשה, מרחיבה על

ההיסטוריה שלה, על הרעיונות העיקריים ועל האנשים המעורבים ביצירה, תוך התחשבות במגבלות הידע הקודם של התלמידים.

• **למה הכוונה בשילוב?** בתדירות קבועה (פעם בשבוע, למשל)

העוסקים בהוראת מתמטיקה צריכים לדעת:

- לבנות כל שיעור (כמעט) כמסכת דרמטית המובילה את התלמידים (בדרכים שונות ומגוונות) להפתעה – משהו חדש, ורצוי בלתי צפוי, מוטב אפילו נוגד את הציפיות.

(ר' דוגמאות: נ. מובשוביץ-הדר: משפטים במתמטיקה כמקור להפתעות, על"ה 3 עמ' 24-47.

(http://kesher-cham.technion.ac.il/clickit_files/files/index/552619713/210642784/434269493.pdf)

- לבנות פרדוקסים מטעויות אופייניות של תלמידיהם וליצור קונפליקט קוגניטיבי עימו הם יתמודדו. חשוב לפרחי הוראה

להתנסות בהתרת פרדוקסים (דוגמאות: נ. מובשוביץ-הדר וג'. ווב (2002) : $0=1$ ועוד הפתעות מתמטיות, הוצאת גסטליט נשלח לכל בתי הספר העל-יסודיים)

- פרדוקסים מילאו וממלאים תפקיד חשוב ביותר בהתפתחות המתמטיקה

(ר' קליינר ומובשוביץ-הדר עם קליינר: תפקידם של פרדוקסים על"ה 18 עמ' 7-16 [http://kesher-](http://kesher-cham.technion.ac.il/clickit_files/files/index/552619713/210642784/972348463.pdf)

[_cham.technion.ac.il/clickit_files/files/index/552619713/210642784/972348463.pdf](http://kesher-cham.technion.ac.il/clickit_files/files/index/552619713/210642784/972348463.pdf))

- יש להם ערך דידקטי עצום

(ר' על הכשרת מורים באמצעות פרדוקסים N. Movshovitz-Hadar and R. Hadass (1990): Preservice Education of Math Teachers Using Paradoxes, *Educational Studies in Mathematics*, Vol. 21, No. 3, pp. 265-287.

- וגם סכנות (N. Movshovitz-Hadar (1993): The False Coin Problem, Mathematical Induction and)

16.8.2010

(Knowledge Fragility. *Journal of Mathematical Behavior*, Vol. 12, No. 3, pp. 253-268.

העוסקים בהוראת מתמטיקה צריכים לדעת:

- להעלות שאלות המתבקשות מהחומר הידוע לתלמידים ובכך לעורר עניין במשהו שהם עומדים לתהות על קנקנו ועדיין אינם יודעים (לעורר מוטיבציה "מבפנים")
- דוגמאות:

- נחיתה רכה של הפונקציה ממעלה שנייה(ר'
(<http://highmath.haifa.ac.il/data/sadnaot/sadna21.pdf>)

- הנעה לחשיבה פרודוקטיבית - משפט הסינוסים, גופים משוכללים לעומת מצולעים משוכללים (ר' נ. הדר (1974): מתודיקה כרך 8
(http://kesher-cham.technion.ac.il/clickit_files/files/index/552619713/201043480/949239891.pdf)

העוסקים בהוראת מתמטיקה צריכים לדעת:

- לבנות סדרה של מטלות המובילות לגילוי אינדוקטיבי – (לדוגמא:

הפיכת משפט לבעיית חקירה

http://kesher-cham.technion.ac.il/clickit_files/files/index/552619713/473696678/997222679.pdf

- לעמוד על יתרונותיו וחסרונותיו של מהלך כזה (ר' דיון סעיף 4 ב-

O. Zaslavsky, N. Movshovitz-Hadar (1986): Independent Learning of College Mathematics: An Inductive Approach. A guest editorial, *Undergraduate Mathematics and Its Application Journal*, Vol. 7, No. 4, pp. 277-281.

- מן הראוי שפרחי הוראה יתנסו בלמידה דרך סדרה כזאת (ר' המאמר הנזכר לעיל)

העוסקים בהוראת מתמטיקה צריכים לדעת:

- לחבר בעיות ברמות שונות (כולל "פתוחות" ורבות-פתרון) גם כמטלות ללימוד בכיתה, לעבודה עצמית בבית וגם כשאלות מבחן
- למשל – במקום "פתור את המשוואה הריבועית הבאה..." , "רשום משוואה ריבועית שאחד הפתרונות שלה הוא..." או "שרטט סקיצה של שני משולשים שונים שיש להם שלוש זוויות חופפות ושתי צלעות חופפות" (בהקשר זה גם החוברת האדומה של [אביטל](#)).

העוסקים בהוראת מתמטיקה צריכים לדעת:

- להעלות ולפתור בעיות בקונטקסטים שונים

- ארבעת הקורסים שלי בבעיות אלמנטאריות במתמטיקה לפרחי הוראה :

- **משחקים** - (ר' נ. מובשוביץ-הדר (2008): משחקים כסביבה להצגת מושגים ומשפטים מתמטיים ולפתרון בעיות, חלק א על"ה 39 עמ 44-51 חלק ב על"ה 42 עמ' 20-24)

- **פרדוקסים** (- הספר $0=1$ ועוד הפתעות מתמטיות הנ"ל)

- **בעיות יישומיות/מודלים מתמטיים** (ר' מאמרים בעל"ה על חוכמת הדבורים

http://highmath.haifa.ac.il/images/data2/old_alle/alle20-4fixed.pdf, שמירה במוזיאון
http://highmath.haifa.ac.il/data/alim27_38/ale29-pdf/ale29-8.pdf, פיתולי נהרות - <http://kesher->
cham.technion.ac.il/clickit_files/files/index/552619713/290348595/382674950.pdf, בעיות אריזה, ועוד)

- בעיות ששינו את ההיסטוריה של המתמטיקה (משפט גידל, אוסף המאמרים של קליינר, קנטור: אינסוף קטן אינסוף גדול ועוד)

העוסקים בהוראת מתמטיקה צריכים לדעת:

- לאמץ את רשימת ההויריסטיקות של פויה ([כיצד פותרין](#)) כדי להיות מסוגלים להדריך באמצעותן את התלמידים בפתרון בעיות לא טריביאליות ע"י הצעת "רמז-הויריסטי" כהושטת יד למי ש"תקוע"
- החוברת החומה של [פויה וקילפטרין](#) ובו אוסף משימות עם רמזים ופתרונות.
- קריאת חובה: שני הכרכים של הספר של פויה

Polya: Mathematics and Plausible Reasoning, Vol [1](#), [2](#)
Princeton U. Press

העוסקים בהוראת מתמטיקה צריכים לדעת:

- להסיק מסקנות תקפות ולהימנע ממסקנות שגויות -
לוגיקה והקשר בינה לבין חשיבה לוגית
- ר' ספר מאת שריקי ומובשוביץ-הדר בהוצאת מופת בשם "לוגיקה בארץ הפלאות" (בדפוס) ומאמר של אותן מחברות על "לוגיקה בארץ הפלאות" כפרק בספר
[Clarke, Grevholm, and Millman \(Eds.\)](#)
Tasks in Primary Mathematics Teacher Education. Springer 2009
- לעבד להוראה פרקים מתוכנית הלימודים בצורה לא שגרתית (למשל בעיית הפרדס, נפלאות הקובייה) ר'
[IMP](#) – *Interactive Mathematics Project* (problem-centered curriculum), Key Curriculum Press
- להפקיד בידי התלמידים מטלות לזמן ארוך (ולא רק תרגילים מידיים), כגון "בעיית השבוע" או "בעיית החודש"

העוסקים בהוראת מתמטיקה צריכים לדעת:

- לעבד להוראה פרק מתמטי מהספרות (למשל מהונסברגר או ספרים אחרים מסדרת דולציאני של הוצאת MAA)
- במיוחד – לבנות הוכחות "שקופות" ולבחור דוגמאות משקפות ר' מאמר על אמנות הבניה של הוכחות שקופות

- A. Malek and N. Movshovitz-Hadar (2011): The Effect of using transparent-p-proofs in linear algebra. *RME – Research in Mathematics Education* 13, 1 pp. 33-58. DOI: 10.1080/14794802.2011.550719
- B. A. Malek and N. Movshovitz-Hadar: "*The Art of constructing a Transparent P-Proof*". Presented by N. Movshovitz-Hadar at ICMI Study 19: Proof and Proving in Mathematics Education, National Taiwan Normal University, Taipei, TW May 2009, and published in: Fou-Lai Lin et als (Eds.) Proof and proving in mathematics education, ICMI study 19 conference proceedings, vol 2, pp. 70-75.
http://140.122.140.1/~icmi19/files/Volume_2.pdf

• ועל הוראת דרכי הנמקה והוכחה בגילים שונים

- N. Movshovitz-Hadar: "The *Because for example...* Phenomenon", section 4 in "The Teaching of Proof", an invited panel presentation. ICM 2002 - International Congress of Mathematicians, Section 18, Popularization of mathematics, Beijing, China. (Niels Jahnke, Chair). Panel abstract published in: LI Tatsien (Ed.) The Proceedings of the International Congress of Mathematicians, Invited Lectures, Higher Education Press, Vol. III, pp. 907-920.
http://www.lettredelapreuve.it/Newsletter/03Printemps/teaching_proof.pdf

העוסקים בהוראת מתמטיקה צריכים לדעת:

- לשתף אלו את אלו בניסיונם המצטבר (בכנסים במאמרים בימי עיון) ולהעשיר את מאגר הידע הציבורי בחינוך מתמטי (community of practice (פרויקט wikimathed) – אתיקה מקצועית –

המלצות לספריית המורה למתמטיקה

ספרים שפורשים את היריעה

- Burger & Starbird: *The Heart of Mathematics*, Springer, 2005
- Keith Devlin: *The Language of Mathematics: Making the Invisible Visible*, Holt, 1998
- Courant Robbins: *What is Mathematics*, Oxford, 1941, 1996
- Davis & Hersh: *The Mathematical Experience*, Houghton-Mifflin, 1981
- Morris Kline: *Mathematics for the Nonmathematician*, Dover 1967
- Eric Bell: *Mathematics – Queen and Servant of Science*, MAA 1951
- אברהם הלוי פרנקל: מבוא למתמטיקה הוצאת "מסדה" 1953
- מבחר גדול מתורגם לעברית לאחרונה

Math Websites for youth & parents

- Millenium Project :The Millennium Mathematics Project (MMP) is a maths education initiative for ages 5 to 19 and the general public, based at the University of Cambridge and active nationally and internationally. <http://mmp.maths.org/>
- Cut-the-knot :1996-2010 Alexander Bogomolny:<http://www.cut-the-knot.org/>
- Ask Dr. Math : 1994-2010 Drexel University. <http://mathforum.org/dr/math/>
- ועוד ועוד

Public understanding

העוסקים בהוראת מתמטיקה צריכים לדעת:

- איך מתמטיקאים חושבים? - על עולמם הפנימי של מתמטיקאים

[Mariana Cook](#): *Mathematicians: An Outer View of the Inner World*, Princeton University Press, 2009

- מה מתמטיקאי עושה? איפה עובדים מתמטיקאים?

<http://www.ams.org/employment/whatmathematiciansdo.html>

באוניברסיטאות, בהוראה במערכת החינוך, אבל גם ב-

Astronomy and space exploration, Climate study, Medicine studies, National security, Robotics, Animated films, and in a wide range of businesses, banks, industries.

Public understanding

• מה מתמטיקאי עושה?

- "[Theory Into Profit: Microsoft Invests in Mathematicians,](#)" by Allyn Jackson, *Notices of the AMS*, June/July 1998, and
- "[Mathematical Experiences in Business, Industry and Government,](#)" by Phil Gustafson, *MAA Focus*, March 2007
- **AMS - Mathematical Moments**
 - <http://www.ams.org/mathmoments/browsemoments.html?cat=all>
 - <http://www.ams.org/ams/press/notices-creativity-jan10.html>

העוסקים בהוראת מתמטיקה צריכים לדעת:

Mathematics Museums

- Mathematikum, Gissen, Germany <http://www.mm-gi.de/htdocs/mathematikum/index.php?id=514&L=3>
- New York, Glen Whitney
מוזיאון חדש בניו יורק – הבייגל של ג'ורג' הארט
<http://www.georgehart.com/bagel/knot.html>
- Math wings: Paris, London, Boston, Toronto, Israel
- Virtual museums: Japan
<http://mathmuse.sci.ibaraki.ac.jp/MuseumE.html>
האם מכל אלה תצמח "הישועה"???

לסיכום: מורים למתמטיקה צריכים לדעת מהן

Big Ideas (Symour Papert 2000)

- Project REAL – Revitalizing Algebra: Seeking big ideas in algebra: the evolution of a task, Eric Hsu, Judy Kysh, Katherine Ramage, Diane Resek (2007)
<http://www.springerlink.com/content/104732w27291j474/fulltext.pdf>
- A Big Idea is an idea (or principle/topic) that:
 - a. connects to different parts of the curriculum,
 - b. when understood serves as a basis for understanding other topics, and
 - c. is specific enough to be used to make choices about curriculum.

Big ideas:

- במתמטיקה יש הפתעות, יש אכזבות, יש מאבקים, יש פחדים, יש יוזמה, יש תעוזה, יש שמחות, יש יצירה, יש דרמה;
- הסטנדרטים של הוכחה/פתרון בעיה מתמטית הם גבוהים מאוד;
- במתמטיקה – אין תשובה מיידית לכל השאלות;
- במתמטיקה יש כלים לבדיקה של תוצאות ויש ניסיון מתמיד לשפר את התוצאות הקיימות;
- כל תשובה היא התחלה חדשה;
- הגורם האנושי במתמטיקה – "ככה מתמטיקאים חושבים";
- מתמטיקה נבנית "על כתפיהם של ענקים". לכל נושא (כמעט) יש עבר, יש הווה ויש גם עתיד (שאלות פתוחות);
- מתמטיקה חוקרת דברים שאנו נחשפים אליהם בחיי היום יום ובונה להם מודלים המאפשרים ניתוח וחיזוי;
- מתמטיקה היא מלכת המדעים והמשרתת שלהם (יישומים).

ולסיום – מורים למתמטיקה חייבים לדעת לבסס את מעמדם כמורים

- שגריר החברה בבית הספר ובכיתה – פועל בשם חוק החינוך
- מייצג את הקהילייה המתמטית בפני התלמידים
- מְלַמֵּד, מעורר סקרנות-ידע, עניין ונכונות להירתם לפתרון בעיה
- מקפיד על התפתחות מקצועית מתמדת (המודל של הרופאים במרפאות – יום בית חולים בשבוע)
- פועל ביודעין למניעת שחיקה ושוקד על טיפוח "גאווה מקצועית".
- שומר על אתיקה מקצועית -