

# הוראה מפורשת וישרה בשיעורי המתמטיקה בבתי הספר היסודיים (מוזל להוראה מפורשת של תהליך כתיבת נימוק מתמטי)

תקציר

2016

נכתב ע"י דליה חן<sup>1</sup>  
[daliahen@gmail.com](mailto:daliahen@gmail.com)

הלכה למעשה - הנמקה על סדר היום בכתה היזלמה של מוזל ובו שלשה שלבים  
(תלמידים ומורים)

על בסיס הרקע התאורטי והרקע הפדגוגי הנמצא במאמר המלא "[הוראה מפורשת וישרה בשיעורי המתמטיקה בבתי הספר היסודיים בה המורה](#)", מוצג מודל פרקטי המונה שלושה שלבים, המבוססים על מחקרה של ברוייד (Brodie K., ;1995; 2004; 2005; 2011)<sup>2</sup>. דגם של פעילות, הדרכה ותרגול של שימוש בשפה המתמטית הדגש על השפה הכתובה ולא רק על השפה הדבורה, המאפשרת לתלמידים חשיבה מסדר גבוה, שימוש בניסוח נימוקים בצורה אפקטיבית יותר וככלי עבודה בשיעורי המתמטיקה. מודל פדגוגי מובנה, אשר מטרתו בתכנון הוראה מפורשת וישרה<sup>3</sup> - עקביות של המורה בהכונה וביישום של תהליך המתייחס לניתוח מיומנויות מתמטיות כמו פתרון בעיות, כתיבת הנמקות מתמטיות ובניית תקשורת מתמטית. הנמקה על סדר היום בכתה - להעניק לתלמידים את המפתח לעולם האוריינות המתמטית באמצעות חשיפה מרובה, תרגול שיטתי ועקבי גישה בה דרך ההוראה הנה מפורשת וישרה, המורה מהווה מודל והתמדה לאורך זמן.

מודל המונה שלושה שלבים בהם בכל שיעור המורה באופן שיטתי ועקבי מציגה לתלמידים במהלך שיעורי המתמטיקה שאלה מתמטית הדורשת נימוק, הרעיון המרכזי ביצוע הוראה ישירה ומדיקת של המורה בכיתה כלומר אמון שיטתי ועקבי, חשיפה ממוקדת לאורך זמן, מעקב ובקרה אחר הביצוע, בדרך זו המורה מהווה "מודלינג" לתלמידים. כל אחד משלושת השלבים מונה כשבועיים (כ- 12 שיעורים, ביחידות זמן קבועות) ובסך הכול התהליך מונה חשיפה של כ- 36 יחידות זמן ב- 36 שיעורים (יחידת זמן הנה 5 - 15 דקות).

<sup>1</sup> דליה חן- ממונה על החינוך המתמטי בבתי הספר היסודיים במחוז מרכז

<sup>2</sup>

Brodie, K. (1995) Classroom talk, interaction and control: an analysis of teaching strategies in a mathematics lesson. Perspectives in Education, 16, 2, 227-249.

Brodie, K. (2004) Rethinking teachers' mathematical knowledge: a focus on thinking practices. Perspectives in Education, 22, 1, 65-80.

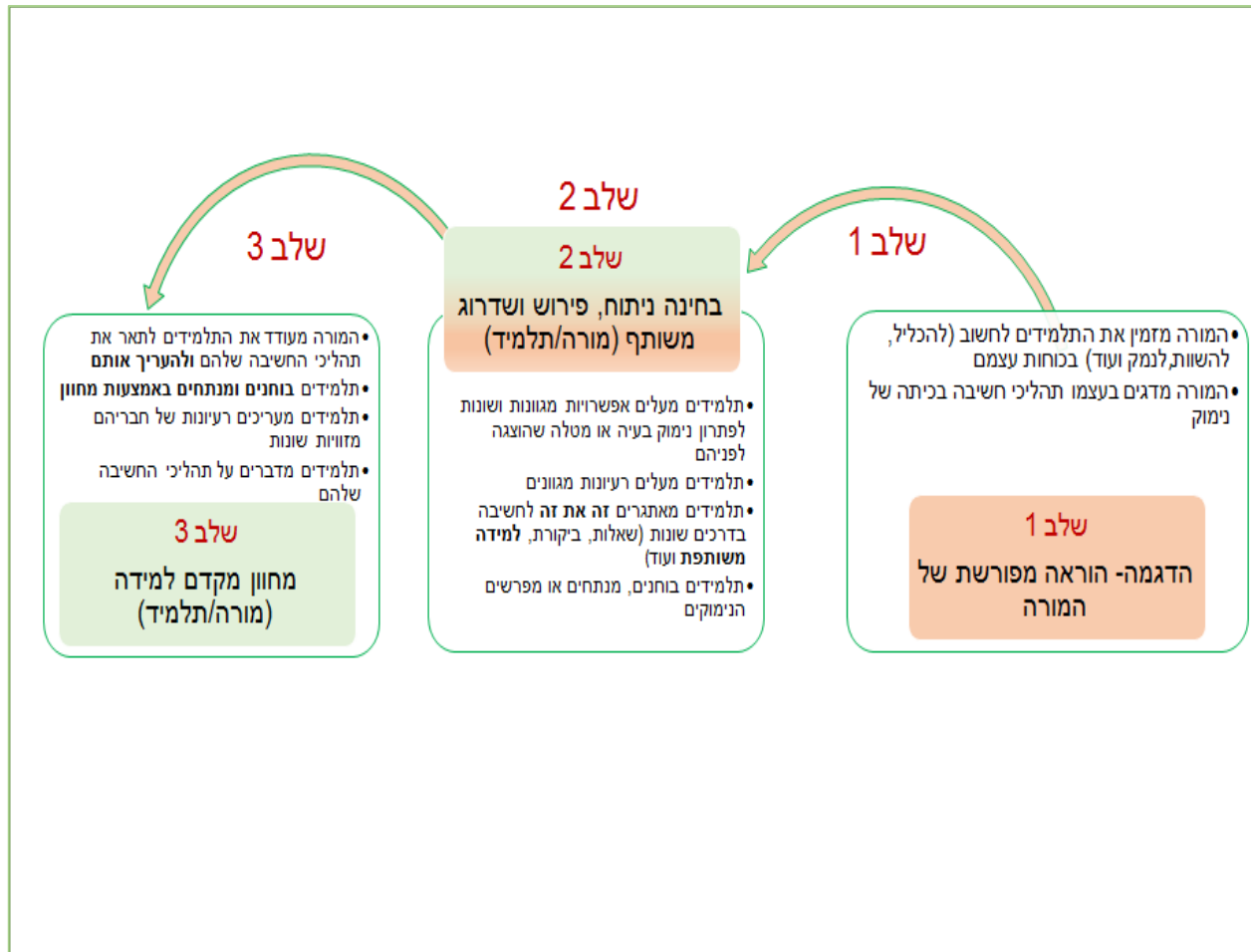
Brodie, K. and Pournara, C. (2005) Toward a framework for developing and researching groupwork in South African mathematics classrooms. In R. Vithal, J. Adler and C. Keitel (Eds) Mathematics Education Research in South Africa: Possibilities and Challenges. Pretoria: Human Sciences Research Council.

Brodie, K. (2011) Working with learners' mathematical thinking: towards a language of description for changing pedagogy. Teaching and Teacher Education, 27, 174-186.

<sup>3</sup> המינהל הפדגוגי (2015). [נתיבים להוראה משמעותית מניפת מודלים יישומיים להוראה משמעותית. המנהל הפדגוגי שנת הלימודים תשע"ה](#)

# סכמה - מודל שלוש השלבים להוראה מפורשת ויטירה של

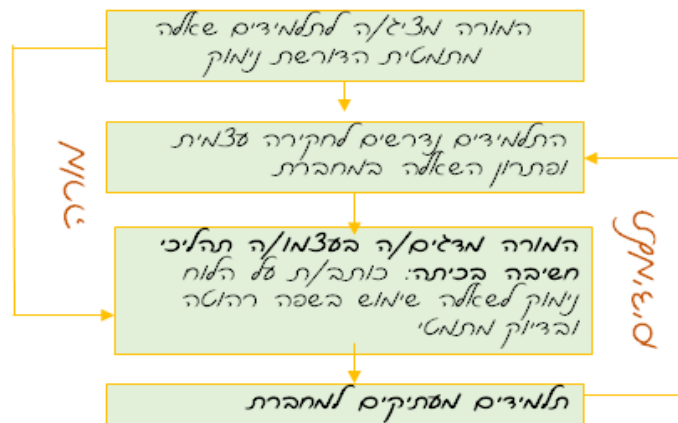
## תהליך כתיבת נימוק מתמטי



## ש"ס 1 - דרך ההוראה הוראה מפורשת וישירה, המורה מהווה מודל.

המטרה המרכזית להבנות ידע ואסטרטגיות של שימוש נכון ומיטבי בנימוק מתמטי, דגשים לתכנון שיעור ולארגון ההוראה והלמידה: בתכנון ההוראה המטרה הינה מפורשת ומאתגרת. המורה מכון ומוביל את הלמידה הפעילה של הלומדים. הצגה ברורה של היעדים, ומה ייחשב כהצלחה בהשגתם. שליטה בתחום הדעת ובדרכי הוראת התחום. מהות הפיכת המטרות ו"כללי המשחק" של ההוראה והלמידה של כתיבת נימוק מתמטי נכון ומיטבי בכיתה למפורשים יותר עבור התלמידים. גישה פדגוגית שבה המורה במרכז, מגדיר יעדי הוראה ברורים, מסביר את המושגים והמיומנויות הדרושים, מנחה את התלמידים בתרגול של המיומנויות וביישומם של המושגים. איך נראית ההוראה - למידה בשלב זה: (התהליך נמשך כשבועיים קרי כ- 12 שיעורים ברצף ביחידות זמן קבועות, יחידת זמן הנה 5 - 15 דקות).

ש"ס 1 - הוראה מפורשת וישירה, המורה מהווה מודל של אכילת בהן נצרה נימוק מתמטי



4\*

4 הארות כלליות:  
למה להעתיק למחברת? בחקר המוח והלמידה נמצא יחסי גומלין בין קידוד לשליפה במוח: גורמי הצפנה המגבירים את הסיכוי לשליפה מוצלחת: א. ארגון ב. הקשר (context). ארגון: ככל שהחומר יותר מאורגן (למשל, בקטגוריות) יותר בזמן קידודו, כך קל יותר לאחזר אותו. הקשר: הסיכוי לשלוף מידע גדל אם בזמן השליפה האדם נמצא באותו הקשר בו המידע קודד. ההקשר משמש רמז שליפה חזק ביותר.  
עקרונות ליצירת מעורבות תלמידים בשיח הכיתתי א. יצירת מרחב של אמון וכבוד הדדי - חשוב שהמורה ייצור בכיתה מרחב בטוח המאפשר לתלמידים לקחת את הסיכון הכרוך בשיתופם של אחרים במחשבותיהם ובדעותיהם. ב. תהליך למידה מונחה ומובנה - מעורבות תלמידים המקדמת למידה והבנה דורשת הנחיה מפורשת והבניה. יש ללמד תלמידים כיצד "לדבר" בכיתה ובקבוצה. ג. למידה על ידי חיקוי - המורה חיוני בתור מודל חיקוי לדרכי שיח, לדיבור ולטיעון. ד. עידוד התלמידים לעסוק בפעילויות מסדר חשיבה גבוה - לא פחות ממידת המעורבות בשיח חשובה איכותו. חשוב שהתלמידים ישאלו, יבהירו, יסכמו וינבאו; יטענו טיעונים ויגנו עליהם; ינמקו ויקשיבו להנמקות; ישתפו אחרים בידע רלוונטי; יאתגרו רעיונות, יעריכו ראיות, ישקלו אפשרויות, יגיעו להחלטות וכדומה. (המשך קריאה: ראו חשיבה מסדר גבוה בשיח הכיתתי)

## שלב 2 - דרך ההוראה שילוב הוראה מפורשת של אסטרטגיות חשיבה ומשוב מאתגר למידה (בעל פה

ובכתב). המטרה המרכזית קידום הלמידה לשיפור ביצועי למידה, למידה אפקטיבית מתרחשת כאשר הלומד מבין מה עליו לשפר ומה עליו לשמר.

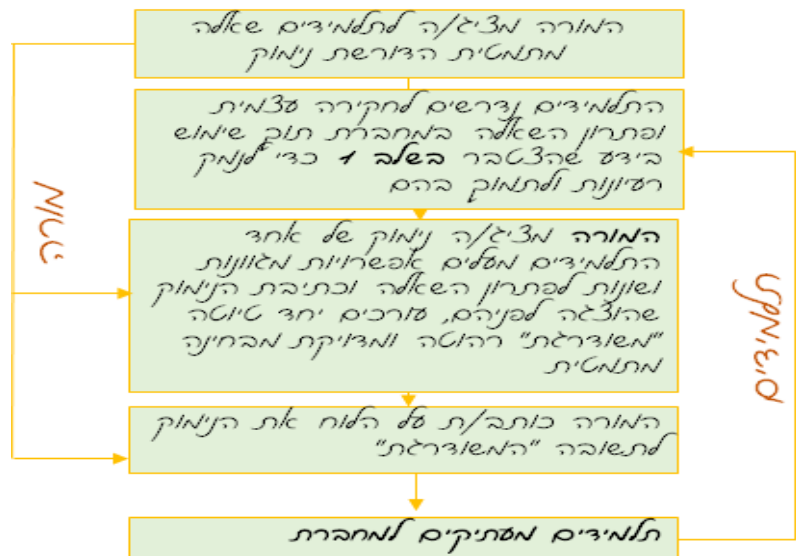
דגשים לתכנון שיעור ולארגון ההוראה והלמידה: בתכנון ההוראה המשוב משולב כחלק אינטגרלי, מתהליכי ההוראה למידה. כתיבת הנימוק והחשיבה נלמדת באופן מפורש. אימוץ השימוש בשפת החשיבה.

מהות בתהליך, חשוב להעריך ולתקן את ביצועיהם של התלמידים.

המורה מזמין את התלמידים לחשוב (להכליל, להשוות, לנמק ועוד).

איך נראית ההוראה-למידה בשלב זה (התהליך נמשך כשבועיים נוספים לאחר שלב 1, קרי כ- 12 שיעורים, ביחידות זמן קבועות, יחידת זמן הנה 5 - 15 דקות):

### שלב 2 - קידום הלמידה לשיפור ביצועי למידה



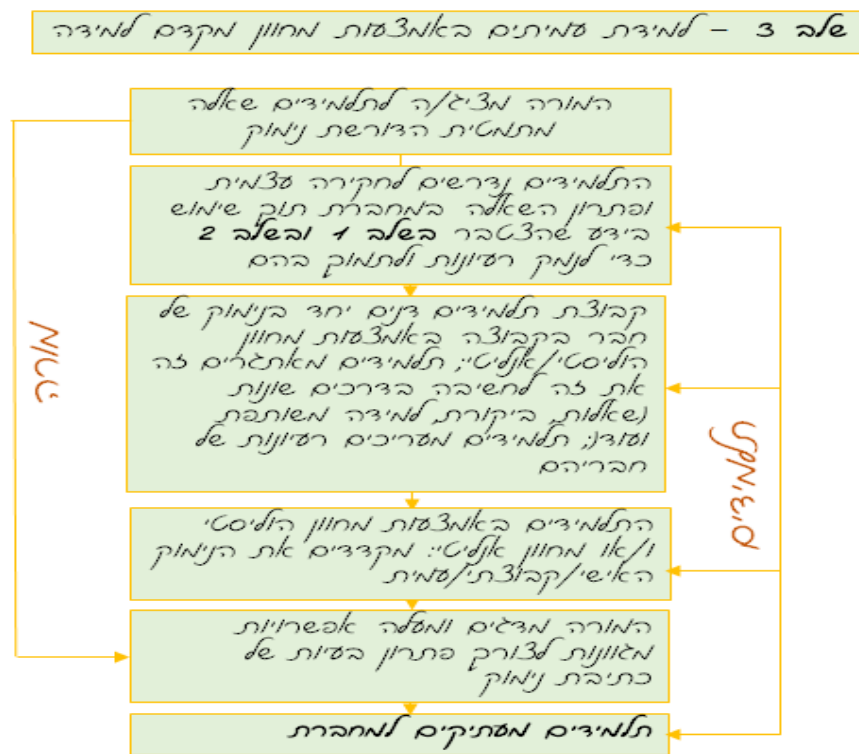
5\*

<sup>5</sup> הארות כלליות:

למה להעתיק למחברת? בחקר המוח והלמידה נמצאו יחסי גומלין בין קידוד לשליפה במוח: גורמי הצפנה המגבירים את הסיכוי לשליפה מוצלחת: א. ארגון ב. הקשר (context). ארגון: ככל שהחומר יותר מאורגן (למשל, בקטגוריות) יותר בזמן קידודו, כך קל יותר לאחזר אותו. הקשר: הסיכוי לשלוף מידע גדל אם בזמן השליפה האדם נמצא באותו הקשר בו המידע קודד. ההקשר משמש רמז שליפה חזק ביותר. עקרונות ליצירת מעורבות תלמידים בשיח הכיתתי א. יצירת מרחב של אמון וכבוד הדדי - חשוב שהמורה ייצור בכיתה מרחב בטוח המאפשר לתלמידים לקחת את הסיכון הכרוך בשיתופם של אחרים במחשבותיהם ובדעותיהם. ב. תהליך למידה מונחה ומובנה - מעורבות תלמידים המקדמת למידה והבנה דורשת הנחיה מפורשת והבניה. יש ללמד תלמידים כיצד "לדבר" בכיתה ובקבוצה. ג. למידה על ידי חיקוי - המורה חיוני בתור מודל חיקוי לדרכי שיח, לדיבור ולטיעון. ד. עידוד התלמידים לעסוק בפעילויות מסדר חשיבה גבוה - לא פחות ממידת המעורבות בשיח חשובה איכותו. חשוב שהתלמידים ישאלו, יבהירו, יסכמו וינבאו; יטענו טיעונים ויגנו עליהם; ינמקו ויקשיבו להנמקות; ישתפו אחרים בידע רלוונטי; יאתגרו רעיונות, יעריכו ראיות, ישקלו אפשרויות, יגיעו להחלטות וכדומה. (המשך קריאה: ראו חשיבה מסדר גבוה בשיח הכיתתי)

### 3 - דרך ההוראה למידת עמיתים.

המטרה המרכזית לימוד עצמי של זוג לומדים או קבוצה קטנה; להבנות ידע אישי וידע משותף. דגשים לתכנון שיעור ולארגון ההוראה והלמידה ארגון וחלוקה לקבוצות לימוד, הכנת מחוון ללומד הכולל הכוונה והתמקדות בכתיבת הנימוק. משימות למידה ואינטראקציות רב-כיווניות. מהות לימוד עצמי של זוג לומדים או קבוצה קטנה. פיתוח יכולות חשיבה התורמות להבנה מעמיקה של תכנים, גישה זו מדגישה הבניה וחיזוק של אסטרטגיות חשיבה הנידונות בכיתה באופן מפורש, העלאת אפשרויות מגוונות לצורך פתרון בעיות של כתיבת נימוק, הצגת ידע ועוד. איך נראית ההוראה-למידה בשלב זה (התהליך נמשך כשבועיים נוספים לאחר שלב 2, קרי כ- 12 שיעורים):

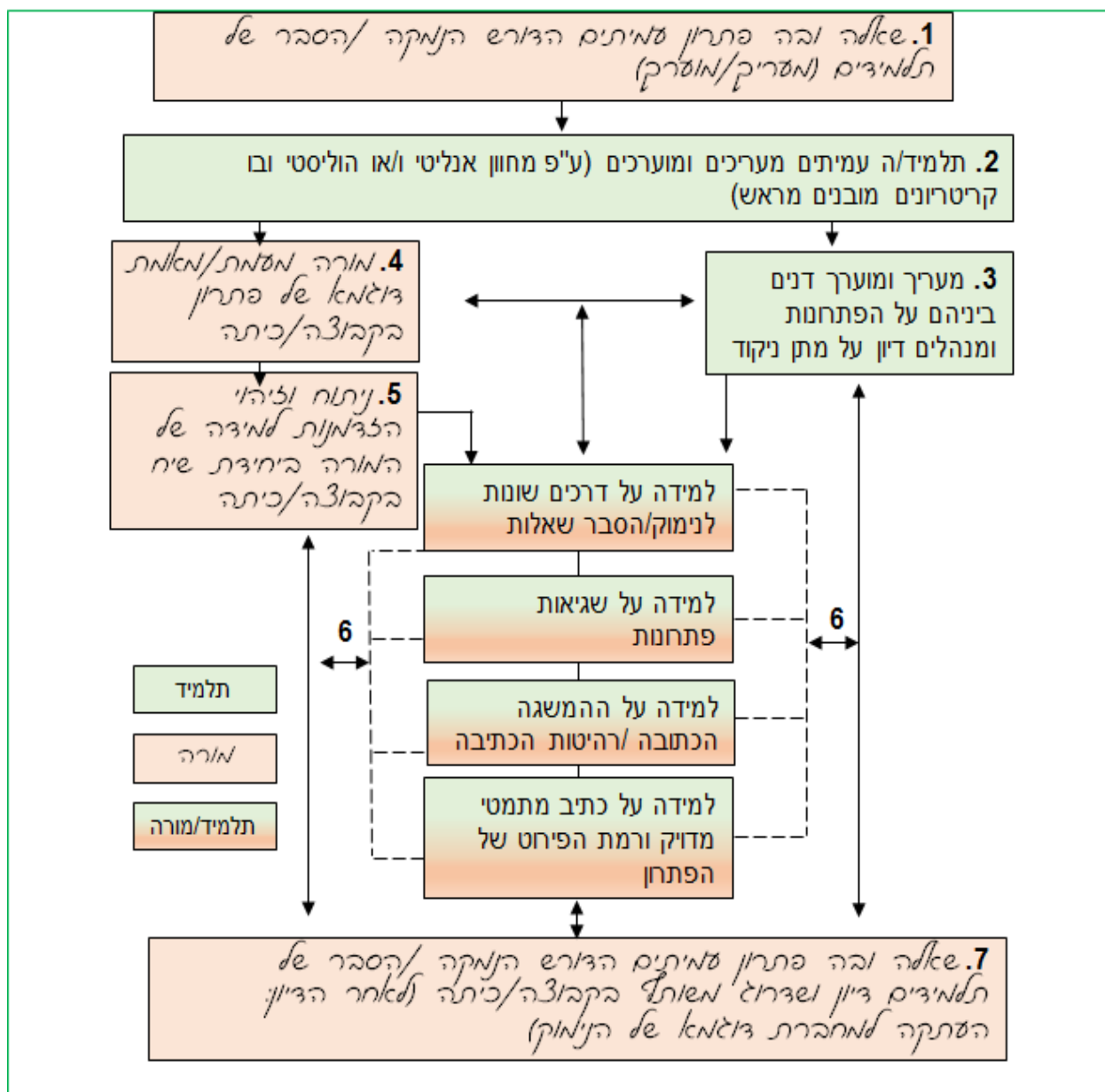


6\*

<sup>6</sup> הארות כלליות:

למה להעתיק למחברת? בחקר המוח והלמידה נמצאו יחסי גומלין בין קידוד לשליפה במוח: גורמי הצפנה המגבירים את הסיכוי לשליפה מוצלחת: א. ארגון ב. הקשר (context). ארגון: ככל שהחומר יותר מאורגן (למשל, בקטגוריות) יותר בזמן קידודו, כך קל יותר לאחזר אותו. הקשר: הסיכוי לשלוף מידע גדל אם בזמן השליפה האדם נמצא באותו הקשר בו המידע קודד. ההקשר משמש רמז שליפה חזק ביותר. עקרונות ליצירת מעורבות תלמידים בשיח הכיתתי א. יצירת מרחב של אמון וכבוד הדדי - חשוב שהמורה ייצור בכיתה מרחב בטוח המאפשר לתלמידים לקחת את הסיכון הכרוך בשיתופם של אחרים במחשבותיהם ובעמיתיהם. ב. תהליך למידה מונחה ומובנה - מעורבות תלמידים המקדמת למידה והבנה דורשת הנחיה מפורשת והבניה. יש ללמד תלמידים כיצד "לדבר" בכיתה ובקבוצה. ג. למידה על ידי חיקוי - המורה חיוני בתור מודל חיקוי לדרכי שיח, לדיבור ולטיעון. ד. עידוד התלמידים לעסוק בפעילויות מסדר חשיבה גבוה - לא פחות ממידת המעורבות בשיח חשובה איכותו. חשוב שהתלמידים ישאלו, יבהירו, יסכמו וינבאו; יטענו טיעונים ויגנו עליהם; ינמקו ויקשיבו להנמקות; ישתפו אחרים בידע רלוונטי; יאתגרו רעיונות, יעריכו ראיות, ישקלו אפשרויות, יגיעו להחלטות וכדומה. (המשך קריאה: ראו חשיבה מסדר גבוה בשיח הכיתתי)

5



**מודל לתהליך מחוון להערכת משימות (שלב 3):** מחוון מקדם למידה של פתרון נימוק / הסבר מתמטי, פותח לביה"ס היסודי מבוסס על מודלים: יניב ביטון, 2011; Brodie Ket, 2004

## מחווניים להערכת משימות<sup>7</sup>

שני סוגי מחווניים שכיחים, מחוון הוליסטי ומחוון אנליטי, המחוון האנליטי מתייחס לכל קריטריון בנפרד, מתייחס ליעילות הפתרון ועל כן מתאים לצורך הערכה מסכמת ואילו המחוון ההוליסטי מתאר את תהליך פתרון הנימוק/ הסבר על ידי התייחסות לכלל הקריטריונים בו זמנית, ועל כן מאפשר שיפוט כללי לגבי איכות פתרון הנימוק/ הסבר של השאלה, דרך הפתרון במחוון אינה מתייחסת ליעילות הפתרון אלא לדרך המשקפת את הבנת התלמיד ועל כן מתאים לצורך הערכה מעצבת.

### דוגמא למחוון אנליטי

בגישה זו ניתן ציון בכל אחת מהקטגוריות. הציון ניתן כמספר בין 0 ל-2 כלומר, מתקבלים שלושה ציונים:

#### אסטרטגיה

2 נקודות – אסטרטגיה מלאה ונכונה.

1 נקודה – אסטרטגיה לא מלאה, נכונה חלקית

0 נקודות – אין אסטרטגיה

#### שימוש בחישובים

2 נקודות – שימוש נכון בחישובים

0 נקודות – אין עדות לשימוש בחישובים

#### דיוק החישוב

2 נקודות – חישוב נכון ומדויק

1 נקודה – שגיאות חישוב קטנות

0 נקודות – שגיאות חישוב רציניות או ללא ניסיון

#### דוגמא למחוון הוליסטי בו מתקבל ציון אחד

בגישה זו ניתן לקבל ציון יחיד על הביצוע.

2 נקודות – הצגת דרך פתרון נכונה ותשובה נכונה.

1 נקודה – הצגת דרך פתרון נכונה ותשובה שגויה כתוצאה מטעות חישוב או תשובה נכונה ללא הצגת דרך פתרון

0 נקודות – כל אפשרות אחרת

ביטון ( 2011, מעובד מתוך NCTM, 1999, Mathematics Assessment, A practical Handbook)

תוצרים מתהליך האמיצה בשלב 1 – דרך הוראה מפורשת וישירה, המורה מהווה מודל. המטרה

המרכזית להבנות ידע ואסטרטגיות של שימוש בנימוק מתמטי.

שאלה מתוך מיצ"ב תשס"ט מספר 33

חמישה ספורטאים התחרו ברכיבה על אופניים.  
הם יצאו בשעה 8:00 בבוקר מאותו מקום, ורכבו אותו מספר קילומטרים עד לסיום  
המסלול. בשעה 11:00 מצבו איזה חלק מהמסלול עבר כל אחד מהספורטאים.  
ג. באילו שעה סיים ג' את המסלול, אם רכב באותה מהירות לאורך כל המסלול?  
תשובה: \_\_\_\_\_  
ג. הסבירו כיצד הצעתם לתשובה בסעיף ג'.

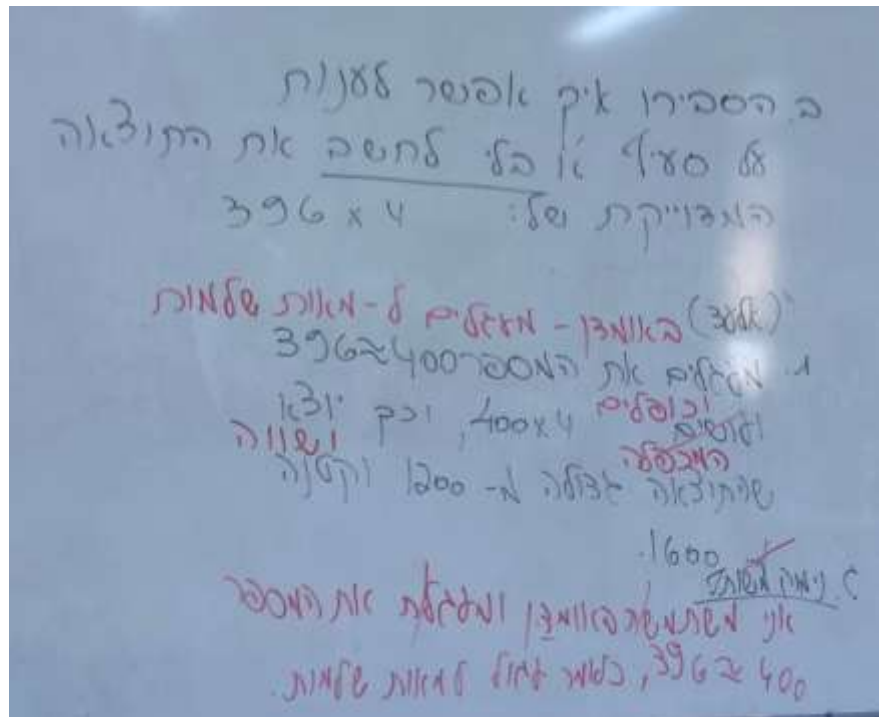
**דוגמא של נימוק המורה:**

ג. ג' סיים את המסלול בשעה 14:00  
ג. נימוק: ג' עבר את המחצית מזרקה המסלול ב-3 שעות, ג' רכב באותה מהירות  
לאורך כל המסלול, לכן גם את המחצית השנייה של המסלול לקח לג' שלו שעות  
נוספות לעבור. כלומר החישוב משעה 11:00 ועד השעה 14:00 היינו שלו שעות נוספות

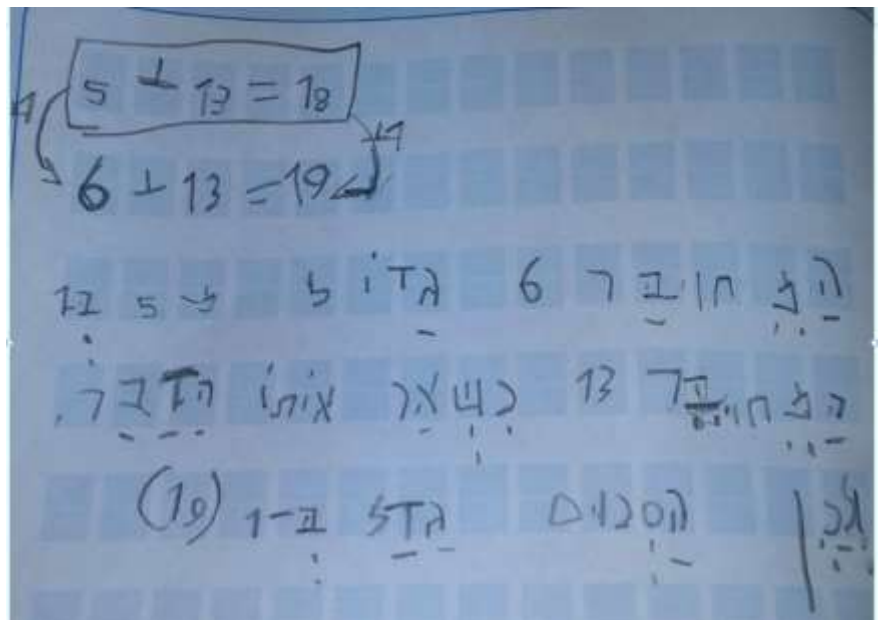


תוצרים מתהליך הלמידה בשלב 2 - המטרה המרכזית קידום הלמידה לשיפור ביצועי למידה.

למידה אפקטיבית מתרחשת כאשר הלומד מבין מה עליו לשפר ומה עליו לשמר.



תלמידה בכיתה ה', "משדרגים" יחד נימוק של תלמידה



תלמיד בכיתה א'

תוצרים מתהליך האמידה בשאלה 3 - מחוון מקדם למידה, מחוון ללומד הכולל הכוונה והתמקדות

בכתיבת הנימוק.

הכל אחד מהתוצרים הלי אפתור סליק אכתוב  $\equiv < >$

להסביר ולנתק את תשובתך

א.  $2,199+1,345 \_ 1,345+2359$

ב.  $3,000-1,345 \_ 3,000-2,359$

ג.  $23 \times 14 \_ 23 \times 16$

ד.  $4,000:103 \_ 3,000:103$

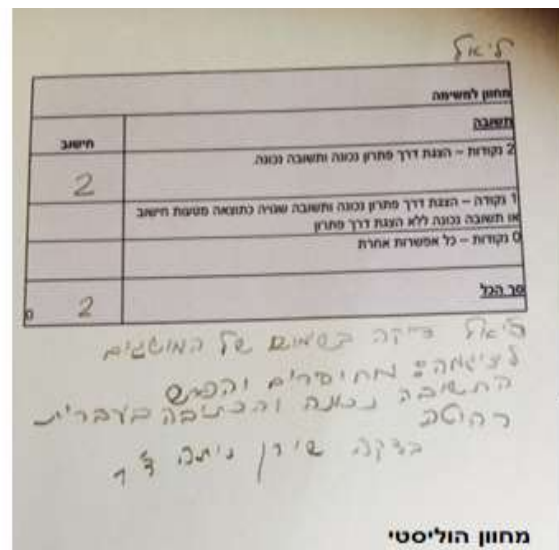
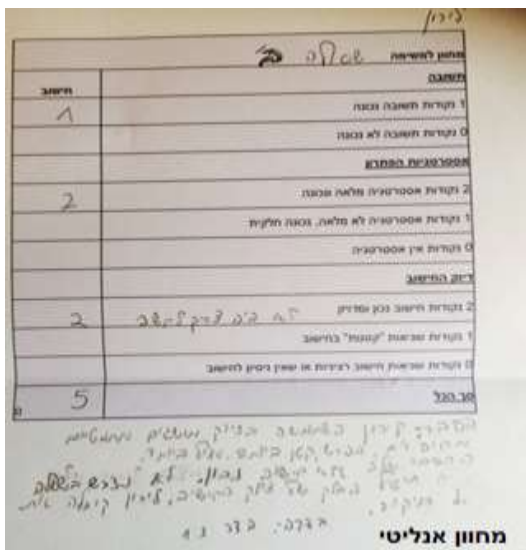
דוגמא לנימוק של תלמידות בכיתה ד' על פי מחוון אנליטי (ההתייחסות לתרגיל ב' של השאלה)

א. אחד המחוברים זהים בשני התוצרים, המחובר השני בתוצרים א' גדול יותר ולכן הסכום בתוצרים א' גדול יותר.

ב. המחוסרים זהים בשני התוצרים, המחסר בתוצרים ב'  $3,000-1,345$  קטן יותר ולכן ההפרש בתוצרים ב'  $3,000-1,345$  גדול יותר.

ג. אחד האורמים זהה בשני התוצרים, האורם השני בתוצרים ב'  $16 \times 23$  גדול יותר ולכן המכפלה של תוצרים ב'  $16 \times 23$  גדולה יותר.

ד. המחלקים זהים בשני התוצרים, המחולק בתוצרים ב'  $4,000:103$  גדול יותר ולכן המנה בתוצרים ב'  $4,000:103$  גדולה יותר.



## מסקנות פדגוגיות

- ✓ לפעמים מותר למורה להיות במרכז הוראה מפורשת מובנית וישירה של המורה היינו קריטי בתהליך כתיבת נימוק
- ✓ להמשיך ולהרבות בשיח מתמטי בכיתה ובהנמקה הן בעל פה והן בכתב בדרכי פתרון ופרוצדורות לחישובים שונים
- ✓ חשוב לנתח את הנימוקים של התלמידים מה יש בהם ומה אין בהם?
- ✓ ללמד את התלמידים לחשוב ולא רק לחשב, המשגה, סכמה, תרגיל, ציור ועוד לצורך פתרון הבעיה. המורה מנווט באמצעות שאלות, מתכנן את הדיון והסיכום
- ✓ ליצור מרחב "בטוח ופתוח" בקבוצת התלמידים לשאול שאלות ומותר גם לטעות
- ✓ תלמידים המביעים את הצעותיהם ואת רעיונותיהם, על המורים לפעול בו-זמנית ומידית בשלושת המישורים מתמטי, פדגוגי וחברתי
- ✓ להרבות במהלכי משוב מקדמי למידה בכיתה
- ✓ להרבות בהזדמנויות ללמידת מתמטיקה הנוצרות משילוב הערכת עמיתים בכיתה
- ✓ להציג לתלמידים מגוון רחב של בעיות הדורשות הסבר והנמקה
- ✓ לבקש מתלמידים לחזור על הצעה, הסבר או הנמקה הן בעל פה והן בכתב
- ✓ לספק למורים דוגמאות של שאלות ובהם הצעות של נימוקים רהוטים ומדויקים<sup>8</sup>
- ✓ לתעד ולכתוב את התובנות בסיום התהליך כדי לגשר בין הפער של השיח הדבור לשיח הכתוב
- ✓ הוכח במחקרים הקשורים לחקר המוח ולמידה כי שליפת זיכרון הינו תהליך קריטי בשלב הלמידה ורכישת הידע, על המורים לגוון את דרכי ההוראה למידה ולאפשר "שליפה מגוונת" (פירסט, 2012).

לכל ניתן לסיים טעמי תודות:  
לד"ר ראיה אברמן אשר הציתה בי אחדים את הסוכיה, ולצוות מדריכות המתמטיקה בחינוך  
היסודי באחול מרכז, המטמים ומובילי המהלך בבתי הספר ברחבי האחול באקדמיות.

<sup>8</sup> צוות מדריכות המתמטיקה בחינוך היסודי במחוז מרכז ליקט ופיתח תלקיט נימוקים לשירות המורים