



© CanStockPhoto.com - csp48200176

ממחקרי מוח לכיתה –



כיצד ליישם ממצאים ממחקרי מוח, בהוראת מתמטיקה?

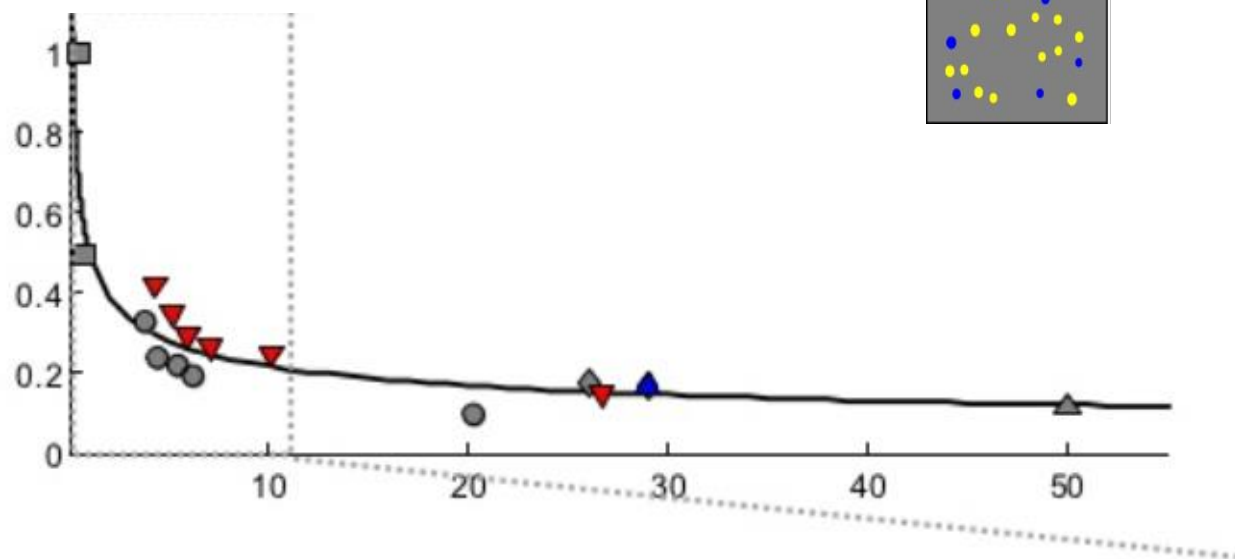
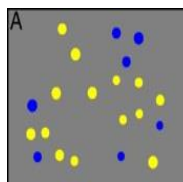
ייצוג מספרים

<http://panamath.org/briefdemo.php> פעילות השוואה כמותית

מאפייני המשימה?

- כמותית "טהורה" (לא סימבולית)
- אומדנית, לא מדויקת
- יחס (שילוב של גודל ומרחק)

התפתחות:



- Infants (Izard et al., 2009; Xu & Spelke, 2000; Xu & Arriaga, 2007)
- ▼ Piazza et al., Cognition 2010; Chinello et al., submitted.
- ◆ Piazza et al., 2004 ▲ Pica et al., 2004 ● Halberda et al., 2008
- Power function fit

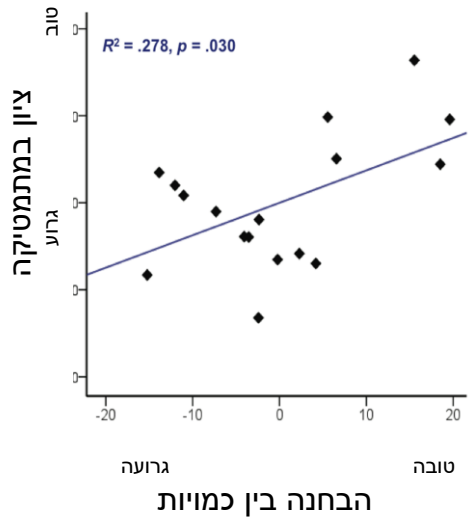
תכנית הלימודים במתמטיקה לביה"ס היסודי עוסקת במספרים ובפעולות במספרים.
האם בכלל יש קשר בין ביצוע במטלות הערכה של **כמויות**, לבין **הישגים במתמטיקה**?

התשובה: **כן!** בכל הגילאים!

הציון במבחן מתמטיקה גבוה יותר, ככל הנבדקים מצליחים להבחין בין כמויות שהיחס (ההבדל) ביניהן קטן יותר.

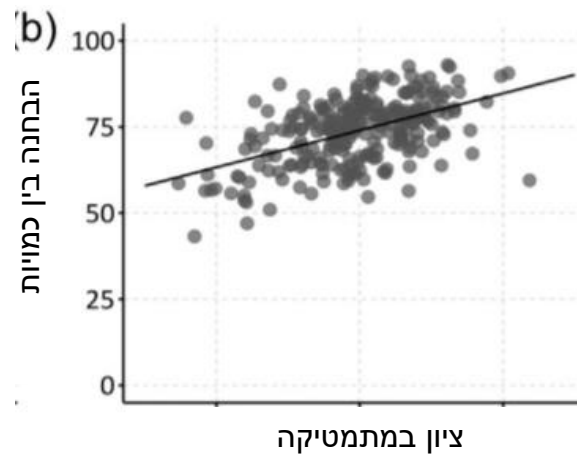
בגן:

Park & Brannon, 2013



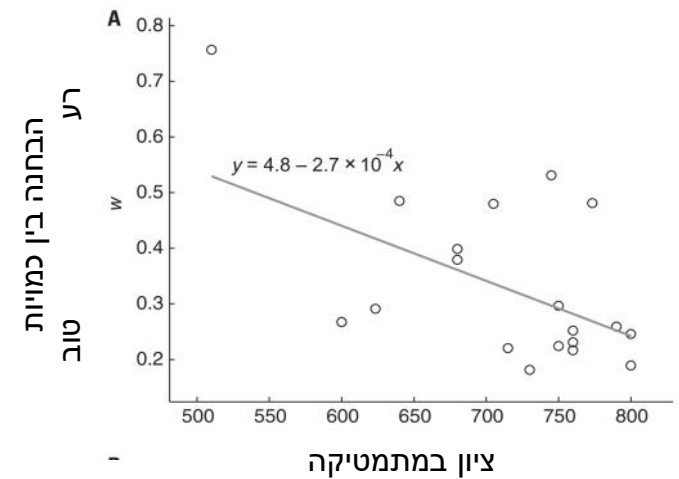
בבי"ס יסודי:

Odic et al., 2016



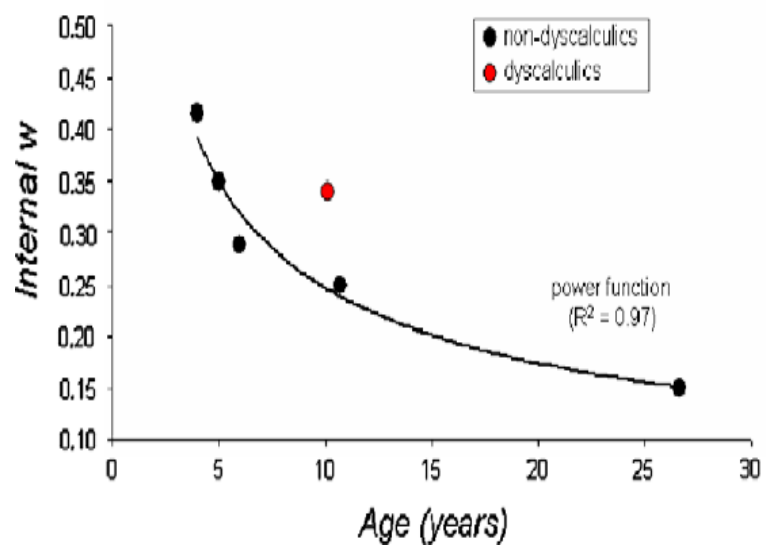
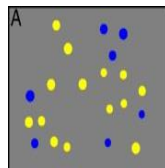
בבגרות:

DeWind & Brannon, 2012

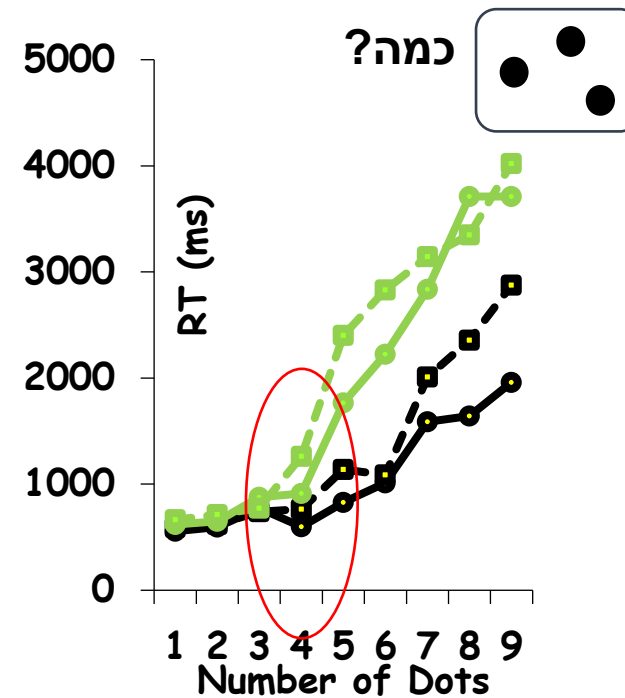


אחת ההשערות, שאצל ילדים המתקשים במתמטיקה, יש חסך ב"מעבד הכמותי הבסיסי"

מה יותר?



Halberda et al., 2012



Ashkenazi & Mark-Zigdon, 2013

האם אפשר לאמן את הביצוע במטלות כמותיות-אומדניות?

מבוגרים Park & Brannon, 2013

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3797151/>

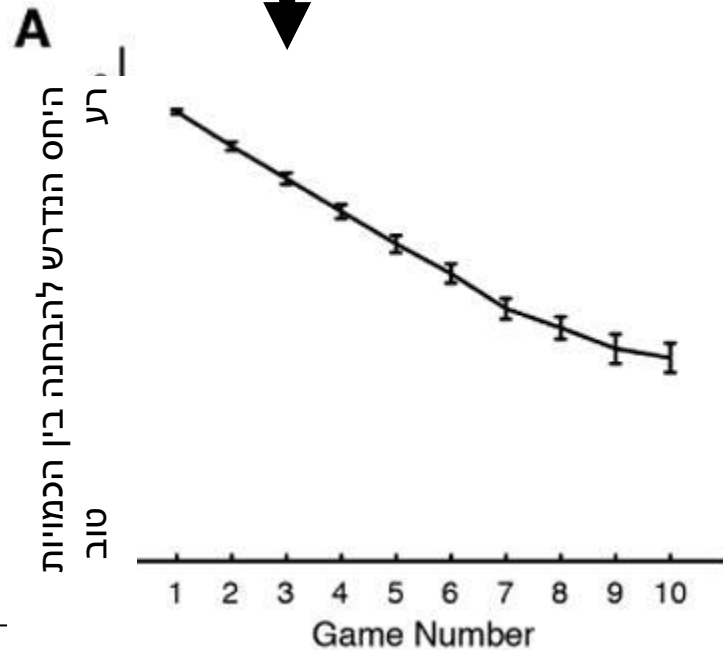
א. איך מאמנים?

ילדים Park et al., 2016

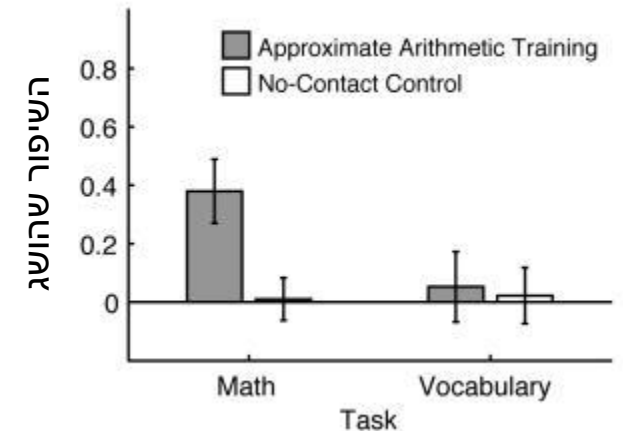
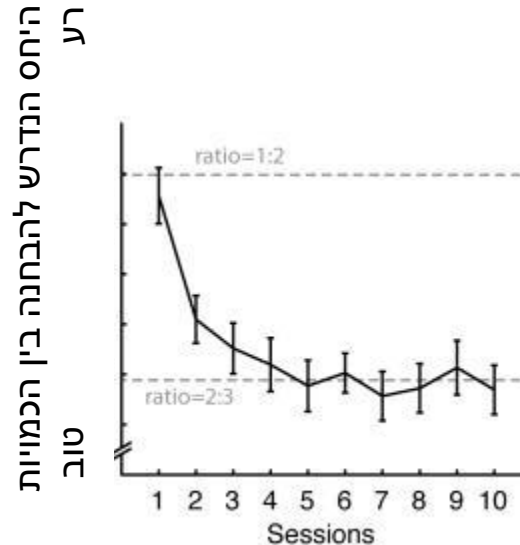
A. Approximate-arithmetic game



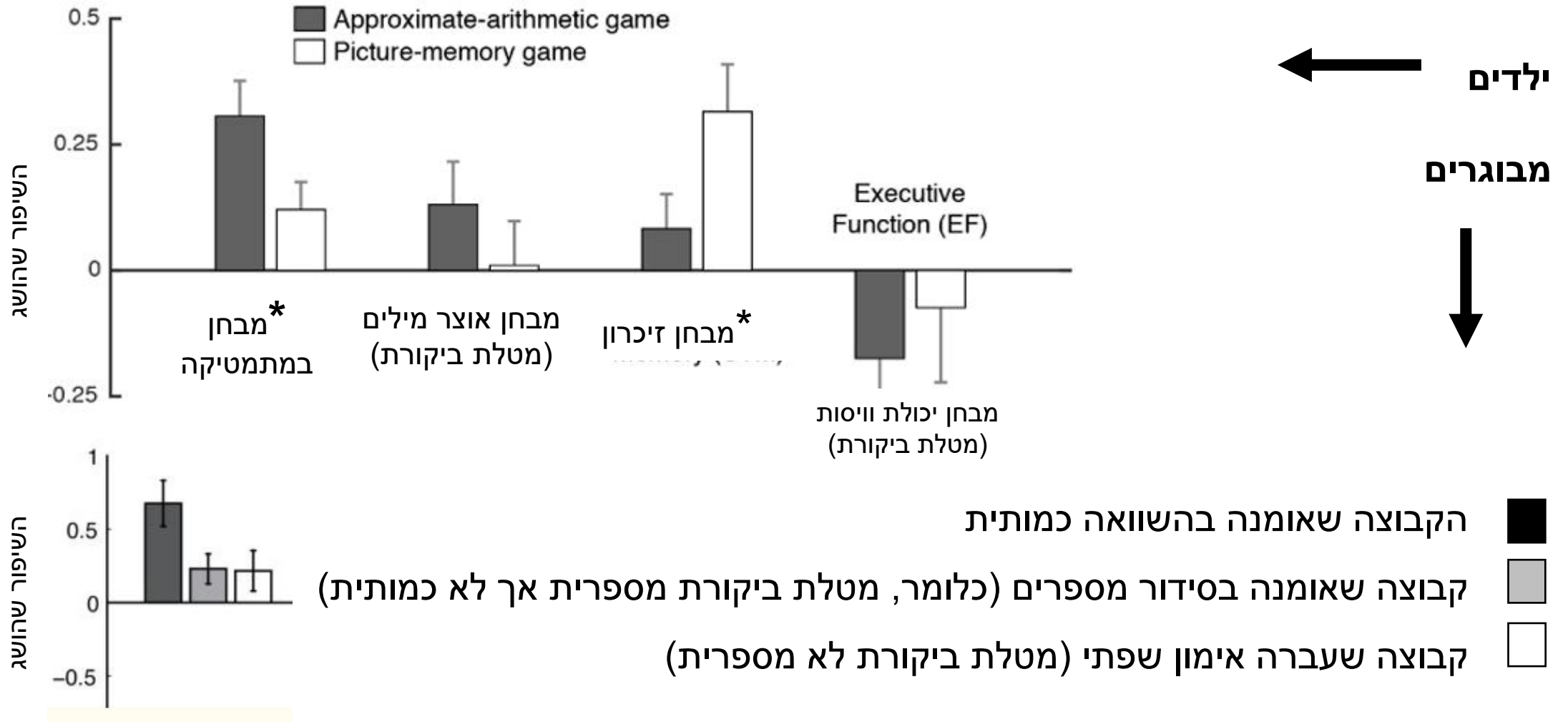
B. Picture-memory game



ב. האם חל שיפור בעקבות האימון?



ג. האם בעקבות האימון השתפרו גם ההישגים במתמטיקה?



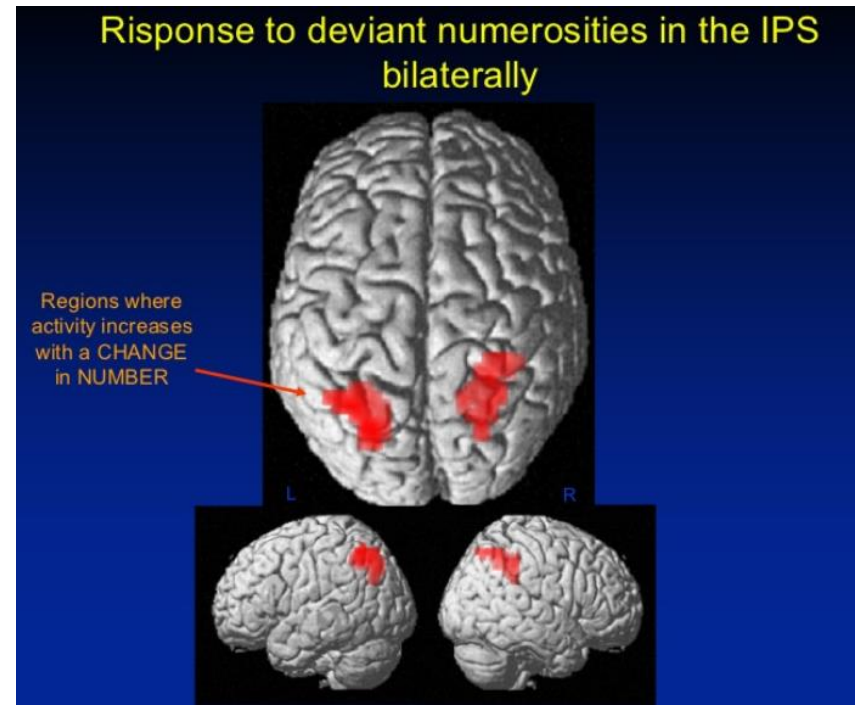
מסקנות:

איך?



1. אפשר וכדאי לאמן עיבוד כמותי - אומדני

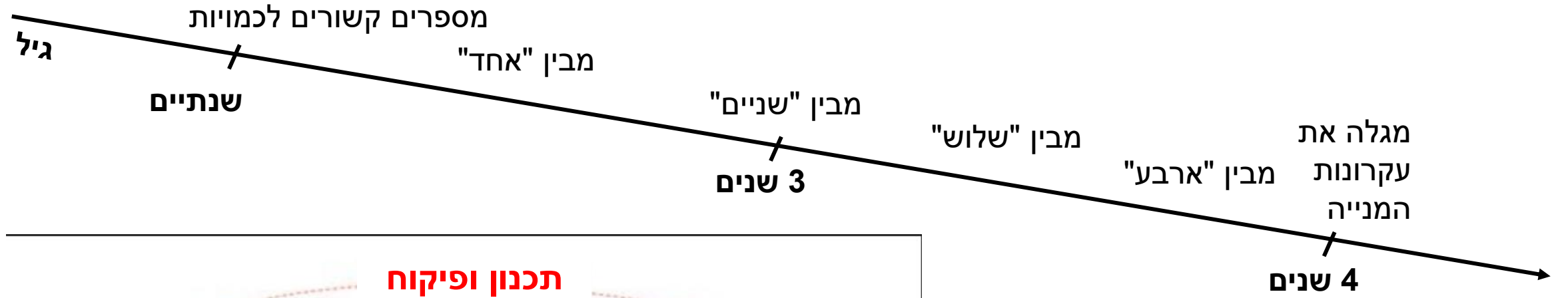
איפה מתבצע העיבוד הכמותי במוח?



לכל אורך החיים



העיבוד הכמותי הוא מולד (אם כי הוא משתפר עם העלייה בגיל ובלמידה).
 עם הזמן, ילדים מכירים את סמלי המספר – שם המספר והמספר הכתוב.

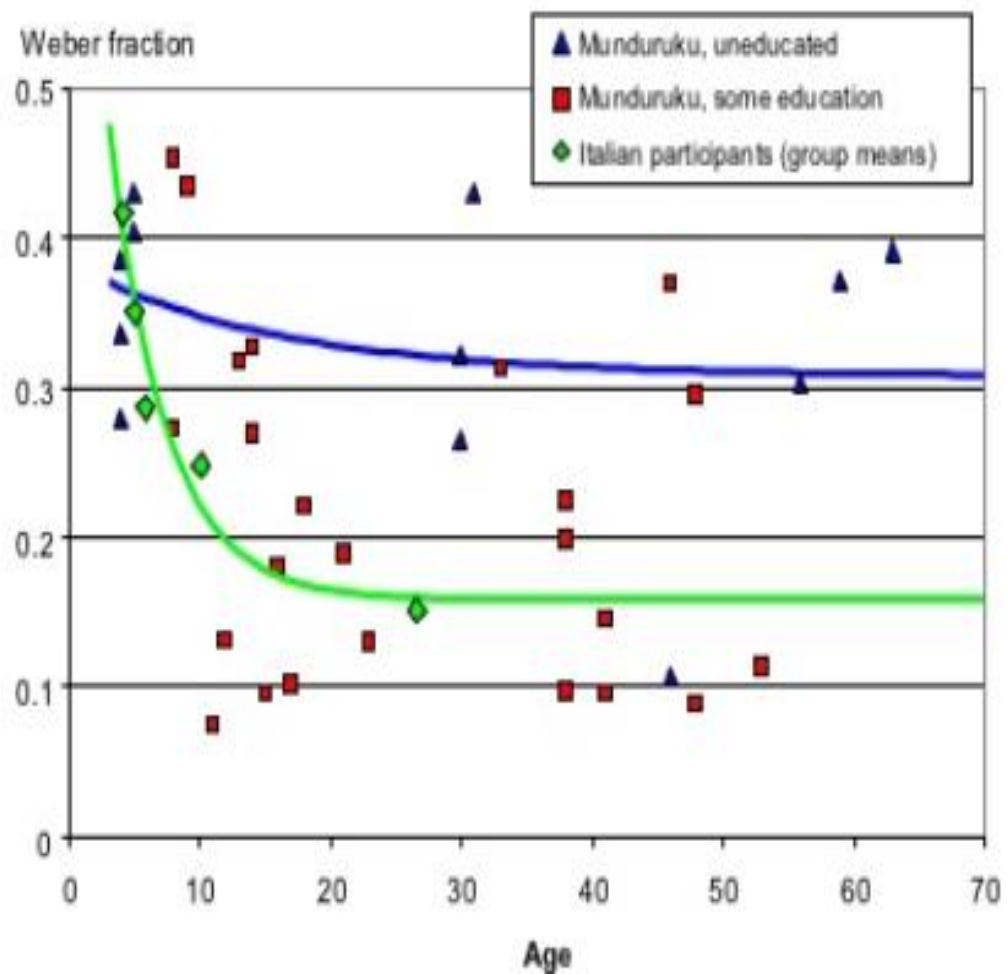


תכנון ופיקוח
עיבוד כמויות



בעקבות לימוד סמלי המספר, אזורי מוח עורפיים (הקשורים לעיבוד חזותי) מתמחים בעיבוד מספרים כתובים, ואזורי מוח רקטיים בצד שמאל (הקשורים לעיבוד שפתי) מתמחים בעיבוד מילות-המספר הדבורות. כמו-כן, נוצרים מסלולים מוחיים המקשרים ביניהם.

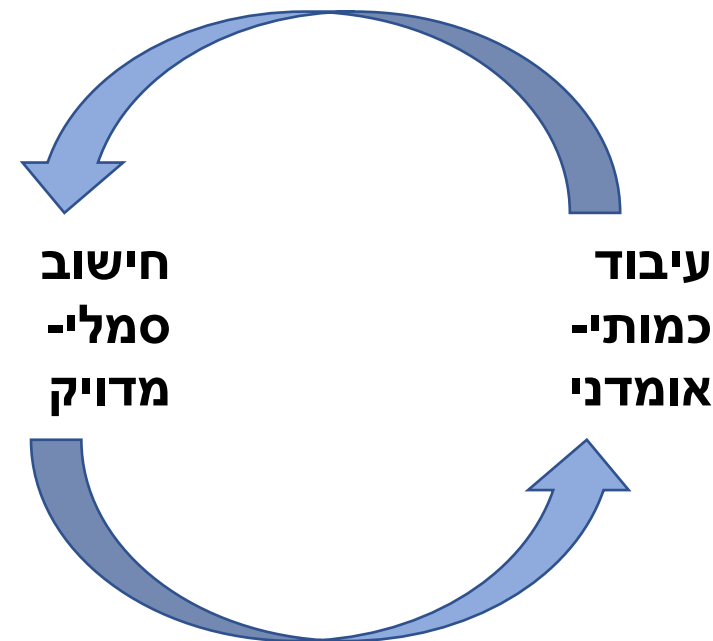
נראה* שהקשר בין המעבד הכמותי לבין המעבד של סמלי המספר, הוא דו-כיווני:



Piazza et al., 2013



https://www.youtube.com/watch?v=GQGNUBc_ra8

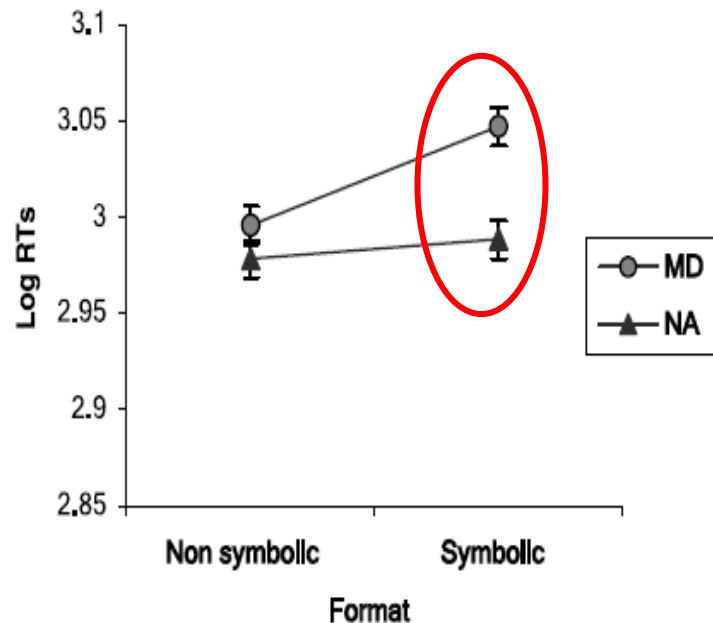


השערה חלופית להשערת ה"חסך הכמותי הבסיסי": אצל ילדים עם קשיים מתמטיים,

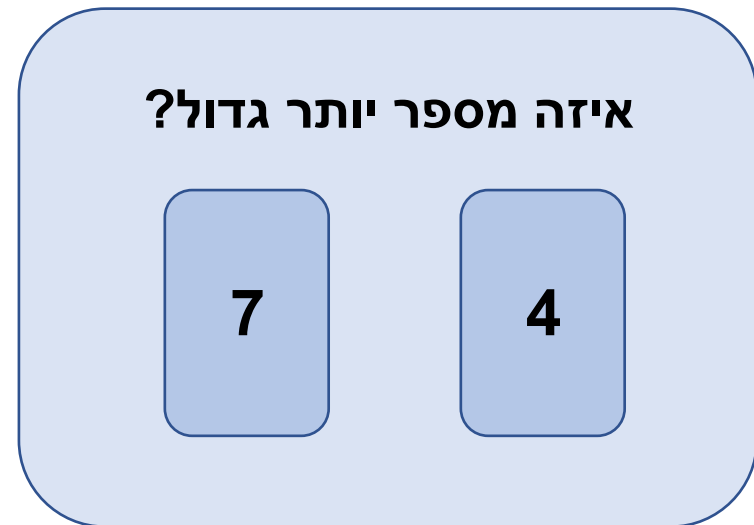
מסלולי הגישה בין הסמלים המספריים לבין הכמויות המתאימות להם

(במילים אחרות, התקשורת בין "המעבד הכמותי" ו"המעבדים הסמליים"),

אינם חזקים מספיק – השערת ה"חסך בגישה".



Rousselle & Noel, 2008



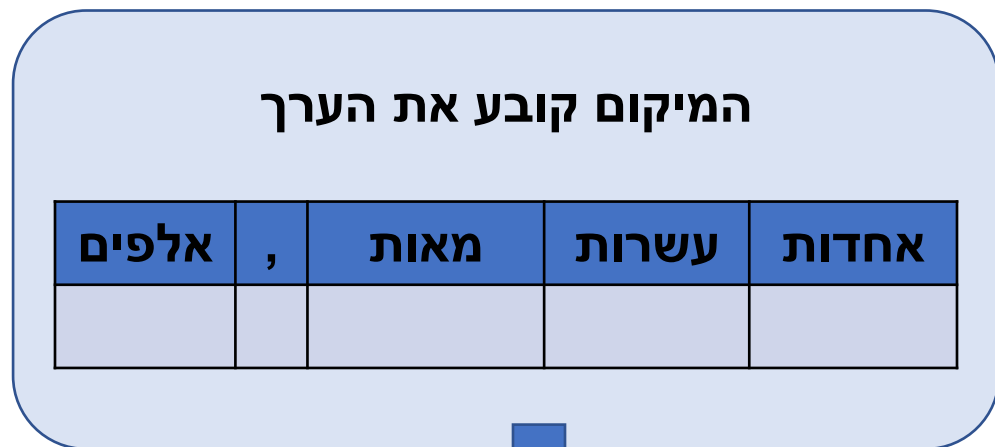
מסקנות

2. בכל תחום מספרי שלומדים, יש לחזק את הקשר בין שלושת ייצוגי המספר (הכמותי, הדבור והכתוב)



כדי לענות על שאלה זו, עלינו להבין מהם עקרונות שיטת כתיבת המספרים שבה אנו משתמשים, "השיטה העשרונית".

עקרונות שיטת הכתיבה העשרונית:



יש צורך באפס כ"שומר מקום"

+



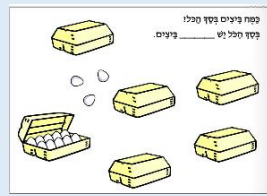
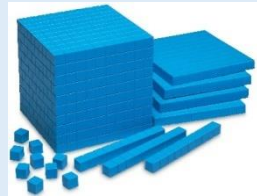
כתוצאה מעקרונות אלה:

- אפשר לכתוב מספר אינסופי של מספרים, באמצעות מספר סופי של סימנים, (10 הספרות 0 – 9).
- לכל כמות יש סמל אחד ויחיד, ולכל סמל מתאימה כמות אחת ויחידה. כך, יכולה להיווצר אוטומטיות, יעילות.
- היעילות מושגת על-חשבון ה"שקיפות", היכולת להבין את מבנה המספר באופן מיידי ואינטואיטיבי.

כדי ליצור קשרים בין הייצוג הכמותי, המילולי והכתוב במספרים דו-ורב-ספרתיים, צריך:

1. בשלב ראשון, להשתמש בעזרים הממחישים את שני העקרונות

המחשות המשקפות את עיקרון הקיבוץ
(הרעיון של הכלת 10 ב-1)



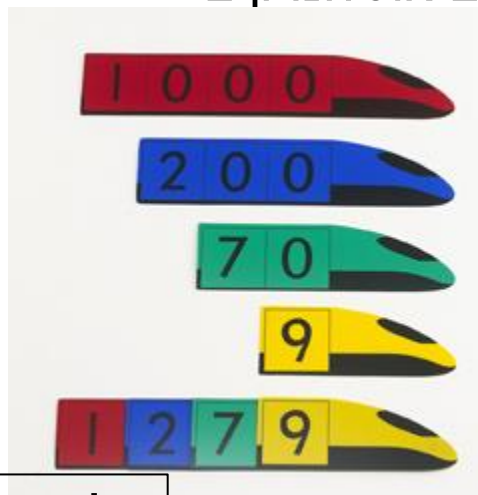
+

המחשת הרעיון שהמיקום קובע את הערך

אלפים	,	מאות	עשרות	אחדות

2. בהדרגה, אפשר להשמיט את ההמחשה הכמותית ולהיעזר רק באמצעים הממחישים את המיקום

(היחס 1:10 מוסכם, אך אינו גלוי):



חשבוניות

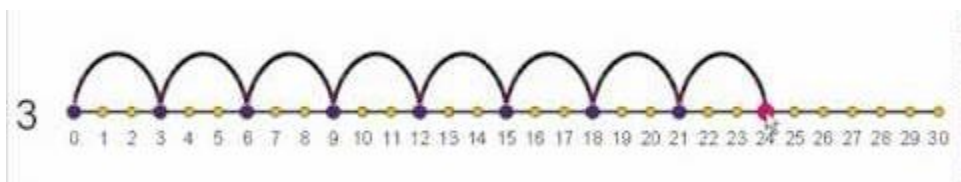
אלפים	,	מאות	עשרות	אחדות

"בית המספרים"

אמצעים נוספים:



כסף – יחס 1:10 מוסכם, אך אינו גלוי, גם עיקרון המיקום אינו גלוי. היתרון:
מחיי היום-יום.



ציר מספרים:

- ציר "עיוור" (ללא שנתות) לשיפור האומדן
- ציר מודבק על הרצפה, ללכת על הציר

91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

לוח המאה:

עדיפות ללוח מלמטה למעלה (המספר 1 למטה משמאל)

רעיונות לפעילויות לפיתוח המשמעות הכמותית (האומדנית) לבין סמלי המספר (אתם מוזמנים להוסיף מנסיונכם):

אומדן כמות

אביזרים: למורה - צנצנת עם זרעי חמוס גדולים (או פקקים וכד'). לתלמידים - כלי כתיבה.

הפעילות: להניח את הצנצנת על השולחן, לבקש מהמשתתפים לאמוד את מספר הזרעים ולכתוב את אומדנם.

המורה תכתוב על הלוח את המספר המדויק. לבקש מכל תלמיד לחשב את ההפרש בין האומדן שלו לבין הכמות המדויקת.

מנצח – מי שהאומדן שלו היה הקרוב ביותר.

אביזרים: כ-20 קלפים, על כל אחד מהם כתוב מספר דו-ספרתי אחר. סלסלות עם זרעים, שעון-עצר (בטלפון).

הפעילות: לחלק את התלמידים לקבוצות של כ-4-5. למנות "מנהל משחק" בכל קבוצה. להניח את הקלפים לפניו, כשפניהם

הפוכים. לחלק לכל קבוצה סלסלה עם זרעים. מנהל המשחק שולף קלף אחד ומכריז בקול על המספר הרשום בו. מיד לאחר מכן,

הוא לוחץ על שעון העצר. כל תלמיד לוקח זרעים מהקופסא, בכמות קרובה ככל האפשר למספר שהוכרז. כששעון העצר מראה

שחלפו 5 שניות, מנהל המשחק קורא "די", וכל משתתף מניח לפניו את כמות הזרעים שלקח. כל תלמיד סופר כמה זרעים לקח.

מנצח - מי שלקח את הכמות הקרובה ביותר.

אומדן זמן

אביזרים: למורה – שעון עצר (בטלפון). לתלמידים – דף ועט.

הפעילות: לבקש מכל תלמיד לאמוד כמה פעמים יצליח לכתוב את שמו במשך דקה. לכתוב את האומדן. לאפס את הזמן, התלמידים יתחילו לכתוב. בתום דקה, לעצור אותם. כל אחד יספור כמה פעמים כתב בפועל. לחשב את ההפרש בין האומדן לבין ההספק בפועל.

אביזרים: להכין מראש ולחלק לכל תלמיד דף תרגילים. כלי כתיבה, שעון עצר (בטלפון).

הפעילות: לבקש מכל תלמיד לאמוד כמה זמן ייקח לו לפתור את דף התרגילים. לאפס את שעון העצר, לפתור את התרגילים ולמדוד את הזמן. לכתוב את ההפרש בין האומדן לזמן שלקח לו לפתור את התרגילים בפועל.

אומדן אורך (מרחק)

אביזרים: לחלק מראש סרט מידה, דף וטוש מחיק לכל זוג תלמידים, מחשבון (בטלפון).

הפעילות: לבקש מכל תלמיד לסמן על הרצפה נקודת מוצא. לבקש מהתלמידים ללכת 10 מטרים, כל אחד בכיוון שבוחר ולסמן על הרצפה לאן הגיע. למדוד את המרחק בפועל ולכתוב את ההפרש בין המרחק שהתבקש ללכת (10 מ') למרחק שהלך בפועל. אביזרים: כנ"ל.

הפעילות: לבקש מכל תלמיד לאמוד את המרחק מהמקום בו הוא עומד ועד לנקודת ציון בולטת בשטח, ולכתוב את השערתו. למדוד את המרחק בפועל ולכתוב את ההפרש.

אומדן על ציר.

אביזרים: איזולירבנד (סרט דביק) (אין לסמן עליו שנתות). קלפים עם מספרים מ-1 – 19, סרט מידה, טוש מחיק. הפעילות: לחלק את התלמידים לקבוצות של כ-5 משתתפים. כל קבוצה מקבלת רצועת סרט דביק ומדביקה על הרצפה, מסמנים את נקודת ה-0 ומגדירים את נקודת הסיום כ-20. מפזרים כמה קלפים על השולחן המרכזי של כל קבוצה, כשפניהם למטה. ממנים "מנהל משחק". כל תלמיד לוקח קלף אחד והולך למיקום המתאים על ציר המספרים ומסמן על סרט הבד שנת עם המספר. מודדים את אורך הסרט הדביק ומחלקים את האורך ל-20, מודדים את המקומות שנרשמו ע"י המשתתפים לפי אמת המידה הזו. מנצח - מי שהיה הקרוב ביותר.

אומדן משקל

אביזרים: לחלק לכל תלמיד 10 זרעי חומוס בשקית, כדורי צמר גפן (או פונפונים) ושקית נוספת ריקה. בהמשך – קולבים או משקל-מטבח.

הפעילות: לבקש מהתלמידים להכניס לשקית הריקה כדורי צמר גפן במשקל שווה למשקל זרעי החומוס. כשסיימו, לחלק לכל זוג תלמידים קולב, לבקש שיתלו את השקיות על קולב ויבדקו עד כמה אם המשקל מאוזן.

עוד רעיונות – במאמר מ"מספר חזק 2000"

http://ymath.haifa.ac.il/images/stories/mispar_chazak_2000/issue24/omdan.pdf

**OMG, I have finally discovered
what's wrong with my
Brain: On the left side,
There is nothing right,
And on the right side,
there is nothing left!!**



תודה!