

אוריינות מתמטית בגן הילדים*

חווה תובל

פעילויות המיון והרכבת סדרות הן מהותיות והנפוצות שבפעילויות גן הילדים. סביר להניח כי זאת * תוצאה של תרגום דידקטי שהגיע לגן הילדים במקומות רבים בעולם כולו, של טענתו של פיאז'ה שהיסוד לתפיסת מושג המספר הוא הבנתם של העקרונות הלוגיים- מיון וסדרתיות (Seriation), עליהם המושג מושגת (Piaget, 1965). כלומר, ילדים עסוקים במיון וסדרתיות עד היום כי יש מי שחושב שיש קשר בין פעילויות אלה והתפתחות מושג המספר. קיימת גם האפשרות שרוב הנותנים היום פעילויות מסוג זה לילדים ויוצרים משחקים וחומרי לימוד הקשורים בהם לא נותנים לעצמם דין וחשבון לגבי הרציונל העומד מאחוריהם, אלא שפשוט ממשיכים מסורת מקובלת. בשנות האלפיים בוודאי היגיע הזמן לשאול בכלל מהי המטרה של אוריינות מתמטית בגן הילדים ולגני כל פעילות, האם היא תורמת להשגת המטרה. מחקרים רבים מאד נעשו בשלושים השנים האחרונות בתחום של התפתחות קוגניטיבית בכלל ובתחום של התפתחות חשיבה מתמטית בפרט. חובתנו להתייחס לממצאים אלה כאשר אנו מתכננים את עבודתנו החינוכית. במאמר זה אתייחס תחילה לממצאים אלה על מנת להציע לאחר מכן עקרונות ליישום בשדה.

הרקע התיאורטי

שלוש גישות תיאורטיות עיקריות מציגות שלוש גרסאות שונות של תהליך ההתפתחות הקוגניטיבית של ילדים. הן נבדלות זו מזו בשני ממדים עיקריים. אחד מהם הוא *מידת הכלליות של מבנים ותהליכים התפתחותיים*. כלומר, האם התפתחות היא תלושת תחום (מתרחשת בקצב אחיד בתחומים שונים) או תלוית תחום (מתרחשת בקצב שונה בתחומים שונים). הממד השני בו נבדלות הגישות הוא *מידת האוטונומיה של תהליך ההתפתחות*. כלומר, באיזו מידה תלויה ההתפתחות בסביבה.

א. גישתו של פיאז'ה מתארת התפתחות כתלושת תחום. כלומר, ההתפתחות בכל תחום ותחום תלויה במבנים מרכזיים. לגבי מושג המספר פיאז'ה טען כי התפתחותו של הידע הלוגי-מתמטי קשורה קשר אמיץ בהתפתחות הקוגניטיבית הכללית. זאת גישה קונסטרוקטיביסטית התופשת למידה כתהליך של בניית ידע ע"י חקירה עצמאית המתנהלת בפעילות גומלין בין הילד והסביבה. פועל יוצא מכך הוא שפיאז'ה לא ייחס כל חשיבות לפעילות המנייה ולהכרת מילות המספר בהמשגת המספר. הוא ראה במנייה מיומנות שהילד רוכש

* המאמר פורסם בהד הגן רבעון לחינוך בגיל הרך חוברת ד' סיון תשס"ב, והותר לפרסום באתר המרכז הלימודי לגיל הרך – תכנית שוורץ באדיבותה של מרים סנפיר, עורכת "הד הגן".
למען הסר כל ספק, אין להעתיק את המאמר או חלקים ממנו ללא אישור מפורש ממערכת הד הגן.

באמצעות שינון; פעילות מכנית, שעד להבנתו של מושג המספר מהווה מלל ריק. לדעתו, היסוד לתפיסת מושג המספר הוא הבנתם של העקרונות הלוגיים: מיון וסדרתיות (Seriation), שעליהם המושג מושתת (Piaget, 1965). המשך לעמדה זו קיים היום אצל ממשיכיו של פיאז'ה. קאמי (Kamii, 1989) טוענת כי השימוש במילות מספר או בסיפרנים¹ הוא משמעותי מבחינת הילדים לאחר בנייתם את מושג המספר.

ב. הגישה הנטיביסטית גורסת שהתפתחות קוגניטיבית איננה תהליך כללי, אלא אוסף של תהליכים הסתגלותיים (adaptive), אשר התפתחו במשך האבולוציה, ואשר מאפשרים לילדים לרכוש סוגי ידע ספציפיים ומועילים במיוחד, באמצעות מנגנוני למידה ייחודיים (Fodor, 1983). כלומר, עקרונות הלמידה החלים בכל תחום ותחום אינם דומים. קיים קונסנסוס די רחב שזה המצב לגבי תחום השפה, המספר והתכונות הפיסיקליות של עצמים (Gelman, R., and Baillargeon, R., 1983) בתחום תפיסת המספר, מחקרים רבים ומרשימים (Starkey & Cooper, 1980; Strauss & Curtis, 1981; Wynn, 1992a, 1996) מראים כי לילודים יש יכולת להבחין בין שניים לשלושה עצמים, ובין שניים לשלושה צלילים. קסו וספלקה הראו כי תינוקות מסוגלים להבחין גם בין שמונה לשישה עשר עצמים (Xu & Spelke, 1997). דהאן (Dehaene, 1997) טוען שמוחם של ילודים מצויד בחיישנים מספריים, שמהווים מערכת מולדת לתפיסת גודל (magnitude) ומשך זמן. **המערכת הפרוטו-מספרית** הזו, משותפת לתינוקות אנושיים, למבוגרים, ולסוגים אחרים של בעלי חיים. האם היכולת לתפוס מספר זהה ליכולת למנות? היכולת למנות מחייבת יישום של חמישה עקרונות: 1. עיקרון ההתאמה החד-חד ערכית. לכל עצם בסדרת העצמים הנמנים יש להתאים מילה אחת, ואחת בלבד, מתוך רצף מילות המנייה. 2. העיקרון האורדינלי. לרצף מילות המנייה חייב להיות סדר קבוע. 3. העיקרון הקרדינלי. המילה האחרונה בסדרת מילות המנייה מייצגת את הערך הכמותי של אוסף החפצים שנמנו. 4. עיקרון ההפשטה. ניתן למנות עצמים בקבוצה הטרוגנית. 5. עיקרון החילוף. הסדר של העצמים הנמנים אינו רלבנטי לפעולת המנייה (Gallistel & Gelman, 1992). גלמן וגליסטל טוענים שעקרונות אלה הנם מולדים. תפיסת המספר, לעומת זאת, לא מחייבת מנייה. ניתן, למשל, לזהות כמויות קטנות בדרך של "זיהוי מערך" ויזואלי (pattern recognition). (Davis & Perusse, 1988). גלמן וגליסטל (Gelman & Gallistel, 1997) טוענים כי יש המשכיות בין מנייה פרה-ורבאלית ומנייה סמבולית (מילולית).

ג. הגישה החברתית-תרבותית מתארת את תהליך הלמידה כתהליך בו הילד הופך כלים תרבותיים לקניינו על ידי משא ומתן עם הסביבה (Vygotsky, 1978). התפישה היא שונה מהתפישה האמפיריציסטית הרואה את הסביבה כמקור הידע. על פי גישה זו השתתפותם של ילדים כשותפים פעילים בעשיות חברתיות מזמנת פעילות גומלין אשר במהלכה הילדים מפנימים מושגים ורוכשים מימוניות הודות למשא והמתן לבניית משמעות, המתרחש באותם אירועים.

¹ סיפרן: מונח המציין את הסמל למספר, הכתוב באמצעות ספרות. במערכת הכתב הערבית קיימות עשר ספרות (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9) אשר באמצעותן ניתן לייצג אינסוף מספרים. קיימים סיפרנים חד-ספרתיים (5,8), לדוגמה, דו-ספרתיים (34,78); תלת-ספרתיים (300,946), וכול".

לגבי מושג המספר, טוענת פוסון (Fuson, 1988) שעקרונות המנייה שהציעו גליסטל וגלמן (Gallistel & Gelman, 1992), אינם מולדים אלא מופשטים מתוך הסיטואציות הקונקרטיות שבהן לומד הילד למנות. תחילה, הילד מחקה מתוך משחק את האופן שבו מבוגרים וילדים גדולים ממנו מונים: הוא משמיע סידרה של מילות מספר (לאו דווקא בסדר קונבנציונאלי או קבוע), ונוגע, תוך כדי כך, בעצמים שונים. בשלב זה, הילד מכיר את המילים "אחת" "שתיים" ו-"שלוש" כמילים שמתארות כמויות שהוא מזהה. בשלב שני לומד הילד למנות עצמים מסוימים, המסודרים בסדר קבוע, במספר מוגבל של מצבים קונקרטיים. רק לאחר שהילד מתנסה במספר מספיק של מצבים כאלה בהקשרים חברתיים שונים ומגוונים, הוא מפשיט את עקרונות המנייה. ייתכן שהקשרים שבין הכמויות שהילד מסוגל לזהות ללא מנייה ובין המילים הראשונות בסדרת מילות המספר שהילד מכיר עוזרים לו בתהליך ההפשטה. עד שהילד מפשיט את עקרונות המנייה, ניתן לראות ילדים שמונים נכון, אולם אינם יכולים לומר כמה חפצים מנו (העיקרון הקרדינלי). בזמן שפיאזה היה רואה עובדה זו כמצביעה על כך שהמנייה היא בשלב זה מלל ריק, על פי הגישה החברתית-תרבותית התנהגות זו מראה על תהליך ממושך של הפנמת הכלים התרבותיים על ידי ילדים. בשלב מאוחר יותר ניתן לראות ילדים שמסכמים את המנייה במילה האחרונה, אולם באופן סתמי, בלי להבין שרצף מילות המנייה חייב להיות קבוע, ובלי להבין את תרומתו לקביעת הכמות הנמנית.

במסגרת הגישה הסוציו-תרבותית, יש לשליטה במילות המספר תפקיד בהקניית מושג המספר. ווין (Wynn, 1992b) מצביעה על הבדל משמעותי בין מנייה לא מילולית לבין מנייה באמצעות סמלים מילוליים: במנייה אנושית באמצעות סמלים מילוליים נעשה שימוש בסמלים שרירותיים כדי לייצג מספרים, כגון מלות מספר או ספרנים. סמלים אלה מייצגים כמויות באופן מופשט, באמצעות מקומם ברצף מילות המנייה. כך, המילה שמייצגת "עשר" איננה ארוכה יותר או רבה יותר מן המילה שמייצגת "ארבע". מקומה ברצף מילות המנייה נקבע באופן שרירותי. סמלים מילוליים מהווים רכיבים בדידים אשר ניתן לעשות בהם מניפולציות פורמליות.

חשוב להדגיש פעם נוספת את ההבדל בין הגישה הזאת לגישה האמפיריציסטית: אין מדובר פה על הפנמה דרך החושים, אלא על הפנמה כתוצאה של שותפות פעילה באירועים בהם נדרשים הילדים למנות כי הפעילות בה שותפים דורשת זאת על מנת להשיג את יעודה של העשייה. אין ילדים רוכשים מושגי מספר על ידי "בנייה מבפנים" (construction from the inside), כפי דבריה של קאמי (Kamii, C. 1989, p.3), אלא על ידי בנייה שהיא תוצר של מגוון של התנסויות בהקשרים חברתיים-תרבותיים שונים ומגוונים. יש הסבורים (Stigler, 1984) כי קשייהם של ילדים בשלבים המוקדמים של המנייה נובעים מההתמודדות עם המערכת המספרית הורבלית, שהיא סמלית לחלוטין.

מילר (Miller, 1996) טוען שהיכולות המתמטיות של ילדים אינן מקשה אחת. הוא מציע מודל המציג שלושה רכיבים: (1) **יכולת סמלית** האחראית להתמודדות עם המערכת הסמלית ככלי המדגיש היבטים מסוימים של התחום המיוצג; (2) **יכולת אלגוריתמית או פרוצדוראלית** האחראית להפעלת אלגוריתמים או רצף קבוע של צעדים שמשמשים לפתרון של בעיות מסוימות כגון מנייה; (3) **יכולת מושגית** האחראית להכללת עקרונות כגון "כשמוסיפים הכמות גדלה...", שמור המספר ועוד. לשלושת סוגי היכולות תפקיד מכריע בביצועם של ילדים בתחום המתמטי, בניגוד לטענותיהם של פיאזה והנטיביסטים, המדגישים את היכולת המושגית. מילר רואה ב"**מילות המספר**" **כלים מומללים** שעשויים לסייע להתפתחות החשיבה המתמטית. כשמשווים שפות שונות, לדוגמה: אנגלית

עברית וסינית, רואים שהן משקפות את מבנה הבסיס העשרוני במידה שונה של עקביות ובהירות. שמות המספר עד 9 מהווים רשימה ללא ארגון שטתי. מעל 10, המערכת הסינית (הדבורה) מבטאת באופן ישיר את המבנה העשרוני. לדוגמה: תרגום מלולי של 14 לסינית, הוא "עשר ארבע". בסינית משיימים בעקביות את הערך הגדול לפני הערך הקטן. השימוש ביחידות לציון מס' העשרות הנו עקבי לחלוטין. למשל, 21 בתרגום מלולי הוא: שני-עשר-אחד. בעברית ובאנגלית, כמו גם בשפות אירופאיות אחרות, מערכת מילות המספר שקופה פחות. לדוגמה – במספרים הדבורים 14 ו-24 אין עקביות ב"סדר האמירה" של האחדות והעשרות. במילה "ארבע-עשרה" ה"עשר" מופיע שני, ואילו במילה "עשרים-וארבע" הוא מופיע ראשון. בנוסף על כך, במילה "עשרים" לא ניתן לשמוע "שתי עשרות", ובמילה "ארבע-עשרה" לא ניתן לשמוע "עשר ועוד ארבע", כל זאת, בניגוד לשפה הסינית. מילר ושותפיו (Miller & Stigler, 1987; Miller et al., 1995) מצאו הבדלים במטלות מנייה בין ילדים דוברי סינית וילדים דוברי אנגלית כשהם מגיעים לעשרת השניה, בין גיל 3 ל-4 שנים, ובהבנת המבנה העשרוני בגיל 6 שנים. לא נמצאו הבדלים בשימוש במנייה לשם פתרון בעיות, או בהבנתם של עקרונות המנייה הבסיסיים. במחקר של דוקרל ותובל (2001) נמצא כי השימוש בסיפרנים אצל ילדים בני שלוש עד חמש וחצי תלוי בהקשר בו הם מתבקשים לרשום: מהו התפקיד של הסיפרנים במטלה.

תובל וגוברמן (בדפוס) ערכו מחקר אשר מטרתו הייתה לבדוק את התפתחותה של היכולת למנות חפצים, ואת הקשר שבין יכולת המנייה לבין השליטה במילות המספר אצל ילדים. לשם כך, יכולת המנייה של ילדים בני ארבע וחמש שנים נבדקה באמצעות משימות שבהן הילדים נתבקשו למנות בפועל (משימות מנייה), ובאמצעות משימות שבהן הילדים נדרשו לשפוט פעולות של מנייה שנעשו ע"י אחרים (משימות שיפוט). הן בדקו את יכולתם של הילדים למנות סדרות של חפצים, ואת השפעתם של גודלה של הסדרה הנמנית, ושל הארגון המרחבי של החפצים הנמנים (שורה, מעגל, תפוזרת או שקית) על ביצועם של הילדים. הממצאים מראים (על פי המשוער) שהביצוע בסדרות הקטנות טוב לעומת הסדרות הגדולות, וכי מנייה בשורה טובה ממנייה במעגל או בתפוזרת. ילדים שהתקשו למנות שבעה פולים בתפוזרת, הצליחו למנות יותר מעשרה פולים שהוציאו בזה אחר זה מתוך שקית. עם הגיל חלה עלייה הדרגתית ביכולתם של ילדים למנות חפצים ולזהות מנייה נכונה ושגויה. נראה שרק הדרישה להתמודד עם סדרות גדולות מעמידה במבחן את יכולת המנייה של הילד. את ההבדל בביצועם של הילדים במנייה של סדרות גדולות וקטנות, (למרות היכרותם עם מילות המספר הנחוצות להם במטלה) ניתן להסביר כפי שגלמן עושה, במונחים של יכולתם הפרוצדוראלית של הילדים המאפשרות להפעיל אסטרטגיות מנייה מתאימות וליישם את עקרונות המנייה. זאת, לצד התפתחות השליטה ברצף מילות המספר בשפה, אשר מאפשרת לילד למנות יותר עצמים, ולהפנות תשומת לב מהניסיון להיזכר במילים הנכונות, להתמודדות עם שאר מאפייני המשימה (כגון – הצורך להבחין בין פולים שנמנו לפולים שטרם נמנו). הבעיה היא שאין גלמן מסבירה כיצד מתפתחת היכולת הפרוצדורלית של ילדים עם הגיל. סופיאן (Sophian, 1998) טוענת כי לשם כך, נחוצה תיאוריה שתסביר את ההתפתחות של הידע המתמטי של הילד כהליך למידה תלוי-תרבות. במחקרם של תובל וגוברמן נמצא כי הביצוע של הילדים במטלות המנייה הושפע מן המעמד הסוציו-תרבותי, ומן הגן שבו הם למדו. ילדים שלמדו בגנים מסוימים, הגיעו

להישגים גבוהים יותר מילדים שלמדו בגנים אחרים. ממצאים אלה, מצביעים על החשיבות של הסביבה החינוכית, בנוסף על ההבשלה שתלויה בגיל.

גישה משולבת

דהאן (Dehaene, 1992, 1997; Dehaene & al., 1999) טוען כי יש לפחות שני אופנים שונים לטיפול במשימות מתמטיות. האופן האחד הוא **מדויק, ותלוי-שפה**. האופן האחר הוא **מקורב, ויזואלי-מרחבי ועצמאי משפה**. האופנות המקורבת משותפת לבני אדם, לתינוקות ולבעלי חיים. לדעתו של דהאן, הפרט משתמש באופנויות השונות בהתאם למשימה שלפניו. חיבור של מספרים דו-ספרתיים, למשל, נערך באופנות המדויקת. דהאן ואחרים (Dehaene & al., 1999) מצאו שבביצועם של משימות השייכות לאופנויות השונות פעילים אזורים שונים של המוח. לדעתו של דהאן (Dehaene, 1992, 1997) אין ספק שמנייה דורשת שליטה בשפה, ועל כן מערבת את האופנות המדויקת. לדעתו, בהחלט ייתכן שהאופנות המקורבת משתפת גם היא במשימות מנייה. דאוקר (Dowker, 1998) טוענת שלילדים יכולות מתמטיות שונות ומגוונות: היכולת למנות חפצים בהצלחה מסתמכת על זיכרון לטווח ארוך של מילות המספר, על היכולת לשלוף אותן ברגע הנכון, על היכולת לשמור בזיכרון המרחבי לטווח קצר את הפריטים שנמנו בנפרד מן הפריטים שטרם נמנו, על היכולת לתאם בין הפריטים הנמנים למילים שמציינות אותן, על היכולת להעריך מראש את תוצאת המנייה ולבקר את התוצאה שמתקבלת בסופו של התהליך, ועוד. חלק מן היכולות הללו עשויות להיות מולדות, אולם על הילד ללמוד כיצד להשתמש בהן באופן משולב, כדי למנות.

לסיכום, על פי הגישה המשולבת ניתן להתייחס ליכולת המתמטית כמורכבת מיכולות רבות. אלה מושתתות על יכולות מולדות אך מתפתחות הרבה מעבר להן, הודות לפעילות הגומלין של הילדים עם הסביבה בהקשרים חברתיים-תרבותיים שונים. הידע הסמלי, המושגי והפרוצדורלי מעורבים שלושתם בהתפתחות החשיבה המתמטית: לכל אחד תרומה חשובה. עם הלמידה עולה החשיבות של יכולות מסוימות, והחשיבות של יכולות אחרות יורדת. כך, למשל, עם הגיל ניתן לראות יותר שליפה של ידע מן הזיכרון לטווח ארוך, והשימוש בעזרים לצורך מנייה יורד (Grube & Bray, 1999).

היישום בגן

על פי הסקירה הנ"ל בולטת העובדה שמושגיהם של ילדים הם הרבה יותר מתוחכמים מאשר הניחו פעם, כאשר קבלו את התיאור המשותף לפיאזה ולפרויד של הילוד אשר עולמו הוא תווה ובואו ברגע היוולדו. לאור עובדה זו מתעורר הצורך להבטיח את המיצוי של יכולותיהם של ילדים צעירים בתהליך החינוך שלהם מהשלבים המוקדמים, תוך שמירה על האופי הייחודי של העשייה הגנית.

במחקרים על התפתחות מושגים נמצא כי קיים קשר אדוק בין מושגים מוקדמים של ילדים לבין ה"תיאוריות המתהוות" אצלם. לכן, נדרש מאתנו כמחנכים להתגייס ולסייע לילדים להתגבר על תיאוריות שגויות. בקרבנו נפוצות לא מעט תיאוריות כאלה. על המחנכות בגיל הרך להשקיע מאמץ מיוחד על מנת להקפיד ולהשתמש במונחים נכונים בגן. ידוע כי חלק מאותן "המשגות שגויות"

(misconceptions) משתרשות ומתמידות עד שלב הבגרות (Gelman, S., 1999). בתחום המושגים המתמטיים קיימת בעיה מיוחדת בגלל השימוש הנעשה במילים מסוימות הן כמונחים מתמטיים והן כמונחים יומיומיים. הבעיה נוצרת מפני שהמשמעות אשר אותן מילים מקבלות בשפת היומיום אינה זהה למשמעות שיש להן בשפה מתמטית. מילים כמו מלב, מרובע, אלכסון, מעויין, שווה ועוד, מקבלות אצל הילדים משמעות אשר מטרפדת את בנייתם של המושגים המתמטיים הקשורים בהן. אם כך, אחד האתגרים המרכזיים העומדים מול המחנכים בגיל הרך הוא להפגיש את הילדים עם מושגים מתמטיים במצבים בהם יהיה קל לילדים לעמוד על ההבדלים בין השימוש היומיומי של המילים המוכרות להם לבין שימושם המתמטי. כדי להבהיר את הנקודה, אביא דוגמה לפעילות כזאת ואנתח אותה. מדובר במשחק שנקרא "מסיבת מרובעים"². יש שומר סף וכל ילד מכין צורה כדי שהיא תיכנס למסיבה. יש הזמנה המנוסחת בכתב. לדוגמה: מוזמנים למסיבה רק המצולעים בעלי ארבע צלעות. פירוש הדבר כי על השומר לבדוק שתי תכונות אצל המוזמנים הפוטנציאליים: (1) היותו מצולע (קו שבור סגור); (2) היותו בעל 4 צלעות בדיוק. אפשר לתת לילדים לבחור מספר מסוים של צורות מתוך הקופה והמנצח הוא זה שמצליח להכניס למסיבה את מספר המוזמנים הגדול ביותר. "אומנות" המנחה היא בבחירת הצורות שבקופה. היות וידוע לנו כי אצל ילדים מאד נפוצה התפישה של מרובע כ רבוע ולא רק מרובע כ רבוע, אלא כרובע ב"תנוחה" מסוימת: עומד על צלע ולא על קודקוד. עם בחירת מגוון צורות מתאים ל"קופה", המשחק המוצע מאפשר לילדים לבחון מרובעים שונים ומגוונים אשר אינם מתאימים לסטריאוטיפ של מרובע הקיים אצלם. ההתמודדות העומדת לפני הילדים היא הוגנת מפני שהיא דורשת רק מנייה והיכולת לעמוד בכללי המשחק ולהתגבר על ה"מושג" שקיים אצלם. דוגמה זאת מראה כי אפשר לעסוק בתכנים מתמטיים בגן הילדים מבלי לעשות זאת בצורה דידיקטית יבשה, בלתי מהוקשרת מבחינתם של הילדים, אלא בהקשר של משחק שמבטיח מוטיבציה מבלי להקריב או לעוות כלל וכלל את המושגים המתמטיים. האתגר הנוסף העומד מול המחנכים בגיל הרך הוא להשכיל ולהפגיש את הילדים עם שפע המושגים והמיומנויות המתמטיים כאשר אלה מעצימים את פעילות הגומלין של הילדים עם הסביבה.

אוריינות מתמטית היא היכולת של אדם להשתמש בשפה מתמטית לצורך פעילות גומלין יעילה עם הסביבה ולא עם עצמו.

כאשר ילדים מונים, רושמים סיפרנים, משווים כמויות, מודדים, מיינים צורות גיאומטריות, מחשבים תוצאות של חיבור וחסור; כל אלה יכולים להוות מטרה בפני עצמה או אמצעי המאפשר או מיעל השגתה של מטרה אחרת, בה הילדים מעונינים או זקוקים לה. הם יכולים להיות חלק של יחידת עשייה משמעותית, אשר בה ברורה ללומדים מטרת העשייה. הילדים תופשים את ההצדקה שבעשייה לאור תכלית מסוימת ולא תופשים אותה כעשייה סתמית ולא מובנת שתכליתה הבלעדית, מנקודת מבטם של הילדים, לרצות מבוגר.

לעיסוק בגן הילדים במושגים מתמטיים והמיומנויות הקשורות בהן יש מקום אך ורק כאשר זה נעשה בהקשרים בהם הלומדים מרגישים כי השימוש במושגים ומיומנויות אלה משרת אותם. אחרת,

² מריון וולטרס, שהייתה פרופסור אורחת מארצות הברית, המציאה פעילות זאת. המסיבה יכולה, כמובן, להיות של כל צורה או ייצור שיוחלט.

יתממש התיאור של פיאז'ה של ילדים העסוקים במנייה (ופעולות אחרות) שהיא אכן פעולה מכאנית המערבת מלל ריק.

ביבליוגרפיה

ברמן, ר., ושגיא, י. (1981) על דרכי תצורת-המלים וחידושן בגיל הצעיר. **בלשנות עברית חפ"שית**, **18**, 31-59.

תובל, ח. וגוברמן, ע. (בדפוס) יכולתם של ילדים למנות חפצים. **מגמות**.

Baroody, A. J. (1984) More precisely defining and measuring the order-irrelevance principle. **Journal of Experimental Child Psychology**, **38**, 33-41.

Briars, D., & Siegler, R. S. (1984) A featural analysis of preschooler's counting knowledge. **Developmental Psychology**, **20**, 607-618.

Davis, H., & Perusse, R. (1988) Numerical competence in animals: Definitional issues, current evidence and a new research agenda. **Behavioral and Brain Sciences**, **11**, 561-615.

Dehaene, S. (1992) Varieties of numerical abilities. **Cognition**, **44**, 1-42.

Dehaene, S. (1997) **The number Sense**. New York: Oxford University Press.

Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R., Tsivkin, S. (1999) Sources of mathematical thinking: Behavioral and brain-imaging evidence. **Science**, **284**, 970-974.

Dowker, A. (1998). Individual differences in normal arithmetical development. In: C. Donlan (Ed.) **The development of mathematical skills**. Hove: Psychology Press (pp. 275-302).

Elbers, E. (1991) The development of competence and its social context. **Educational Psychology Review**, **3**, 73-94.

Fodor, J. A. (1983) **Modularity of mind**. Cambridge, Mass.: M.I.T. Press.

Frye, D., Braisby, N., Love, J., Maroudas, C., Nicholls, J. (1989) Young children's understanding of counting and cardinality. **Child Development**, **60**, 1158-1171.

Fuson, K. C. (1988) **Children's counting and concepts of number**. New York: Springer-Verlag.

Gallistel, C. R., & Gelman, R. (1992) Preverbal and verbal counting and computation. **Cognition**, **44**, 43-74.

Gelman, R. (1993) A rational-constructivist account of early learning about numbers and objects. In D. L. Medin (Ed.) **The psychology of learning and motivation (Vol. 30)**. San Diego: Academic Press.

- Gelman, R., and Baillargeon, R. (1983). A review of some Piagetian concepts. In J.H. Flavell and E.M. Markman (eds), p.167–230. *Handbook of child psychology*, Vol. 3. New York: Wiley.
- Gelman, R., & Meck, E. (1983) Preschoolers' counting: Principles before skill. **Cognition**, **13**, 343-359.
- Gelman, R., Meck, E., & Merkin, S. (1986) Young children's numerical competence. **Cognitive Development**, **1**, 1-29.
- Gelman, S. A. (1999). Concept development in preschool children. **Dialogue on early childhood science, mathematics, and technology education**. American Association for the Advancement of Science, Project 2061.
- Ginsburg, H. P., Bempchat, J., & Chung, Y. E. (1992) Parent influences on children's mathematics. In: T. G. Sticht, M. J. Beeler, & B. A. McDonald (Eds.) **The intergenerational transfer of cognitive skills (Vol. 2: Theory and research in cognitive science)**. Norwood, N.J.: Ablex.
- Grupe, L. A., & Bray, N. W. (1999) What role do manipulatives play in kindergartners' accuracy and strategy use when solving simple addition problems? Paper Presented at the 1999 Biennial Meeting of the Society for Research in Child Development in Albuquerque, New Mexico.
- Hollich, G. J., Hirsh-Pasek, K., & Golinkoff, R. M. (2000) Breaking the language barrier: An emergentist coalition model for the origins of word learning. **Monographs of the Society for Research in Child Development**, **65(3) (Serial No. 262)**.
- Miller, K. F. (1996) Origins of quantitative competence. In: R. Gelman & T. K. Au (Eds.) **Perceptual and cognitive development**. San Diego: Academic Press.
- Miller, K. F., Smith, C. M., Zhu, J., & Zhang, H. (1995) Preschool origins of cross-national differences in mathematical competence: The role of number-naming systems. **Psychological Science**, **6(1)**, 56-60.
- Miller, K. F., & Stigler, J. (1987) Counting in Chinese: Cultural variation in a basic cognitive skill. **Cognitive Development**, **2**, 279-305.
- Piaget, J. (1965) **The child's conception of number**. New York: Norton.
- Rittle Johnson, B., & Siegler, R. B. (1998) The relation between conceptual and procedural knowledge in learning mathematics: A review. In: C. Donlan (Ed.) **The development of mathematical skills**. Hove: Psychology Press.

- Saxe, G. B., Guberman, S. R., & Gearhart, M. (1987) Social processes in early number development. **Monographs of the Society for Research in Child Development, 52, Serial No. 216.**
- Sophian, C. (1998) A developmental perspective on children's counting. In: C. Donlan (Ed.) **The development of mathematical skills.** Hove: Psychology Press.
- Starkey, P., & Cooper, R. G. (1980) Perception of numbers by human infants. **Science, 210,** 1033-1035.
- Stigler, J. W. (1984) "Mental abacus": The effect of abacus training on Chinese children's mental calculation. **Cognitive Psychology, 16,** 145-176.
- Strauss, M. S., & Curtis, L. E. (1981) Infant perception of numerosity. **Child development, 52,** 1146-1152.
- Vygotsky, L. S. (1978) **Mind and society: The development of higher psychological processes.** Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Wynn, K. (1990) Children's understanding of counting. **Cognition, 36,** 155-193.
- Wynn, K. (1992a) Addition and subtraction by human infants. **Nature, 358,** 749-750.
- Wynn, K. (1992b) Children's acquisition of the number words and the counting system. **Cognitive Psychology, 24,** 220-251.
- Wynn, K. (1996) Infants' individuation and enumeration of sequential actions. **Psychological Science, 7,** 164-169.
- Xu, F., & Spelke, E. (1997) Large number discrimination in 6-month-old infants. In: M. G. Shafto & P. Langley (Eds.) **Proceedings of the Nineteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society.** Hillsdale, N. J.: Erlbaum.