

פרופורציה לגיל הרך

א. הרכיב הדרוגי



גדעון כרמי

פרויקט ח"י – חשיבה יצירתית

© כל הזכויות שמורות לגדעון כרמי תשמ"ז 1986

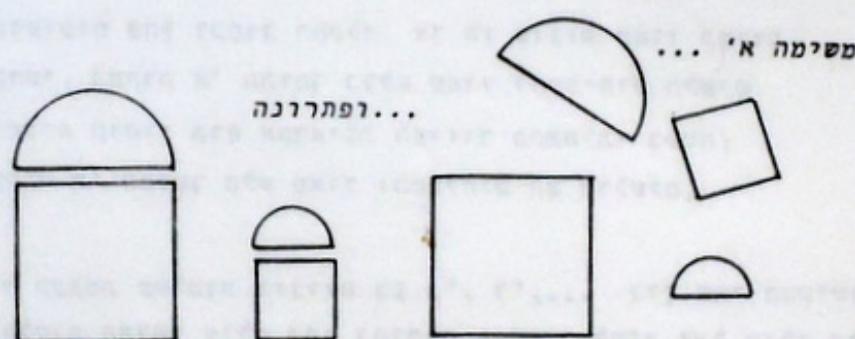
המכון להוראת המדעים ניש עםוז דה-ישראל
וביה"ס צוינו
האוניברסיטה העברית, ירושלים תשמ"ז 1986

הכפות

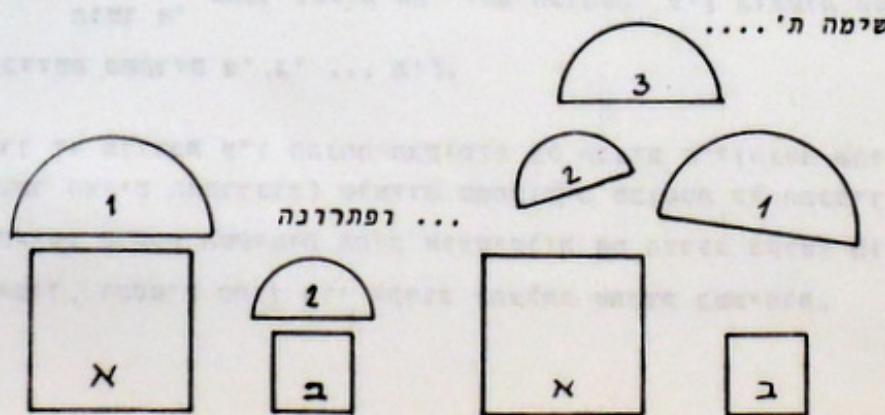
הרמה: דרגית (בלתי כמותית), אך תוך תחרשה חזותית של ההתחממה הפרופורציאונית בין הגדלים.
ארכלוסיה: מגן חרבה (אפשר להתחיל בגורשא גם בא' או ב', אם הילדים טרם התנסו בפעילותות דומות בעבר).

הסבר רkus

הסבר: "פרופורציה" היא בניית המחשבה "זה מתאים לזה כמו שזה מתאים לזה", שמתיחסת לארבעה דברים. למשל, אם גתוננות שתי קוביות בעלות גודל שונה ושתי כיפות בעלות גודלים שונים המתאימים לקוביות, לצד בעל חוש פרופורציה יידעו ואף ירצה להתחאים זה לזה בכוונה:

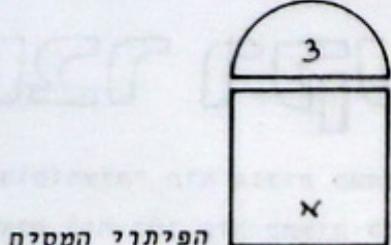


במקרה המתואר בעיצור, קיימים "תומכים" בפעולות שעוזרים לילדים במבצעת ההתחממה: רוחב הכיפה הורא פחרת אן יותר קרובה הקובייה המנויימת לו (זהילד חש ב"קליק" ברגר כאשר הוא שם את הכיפה הנכונה על הקובייה); כמו כן, אין עליון להתלבט בין כמה אלטרנטיבות (לא קיימים "מסיכים" בשטח).



המשימה היא יותר קשה במקרה הבא:
קיים פיתוי חזק לשים את 3 על א' (שניהם באותו רוחב), אך לא קיימת כיפה בעלת אותו רוחב כמו ב'. כדי לקבל "פרופורציה" ככלمر דמיון בין זוג אחד לזוג השני, נדרש להתגבר על "המסיך" 3 וליזכר "שתי פתריות"
דומות, כמובן:

ה"תומך" במקרה זה הוא הדמיון היצורני המתקבל ע"י ההתחאה 1:א, 2:ב. תומך זה אינו ברולט ביוורט במקרה זה ועלינו להתגבר על המשיכו 3:א המתחרה בו (התחרות בין שני קליקים - קליק הדמיון לעומת קליק החפיפה).



משימה א' ומשימה ת' דומות מאוד זו לזו באלמנטים - המאפיינים בחן ובسرוג המטללה, אך הן שונות מאוד במידת הקושי. במקרה א' התומך ברולט מאוד ומהסיחים חלשים (המשיכו היחיד הוא אקרדיות הפיזור התחולתי בשטח) במקרה ת' התומך חלש מאוד ומהסיחים הם ברולטים.

ע"י הception שלשות ביניים ב', ב", ד", ... בין שתי המשימות א' ות' - כך שיחס ברולטות התומך עולה בהן בהדרגה - אפשר לחזק אצל הילד בהדרגה את תחרותה הפרופורציונלית עד כדי יכול לפתרו בקלות גם את המשימה ת' :

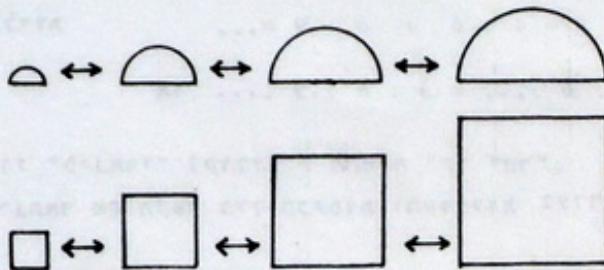
$$\text{תומך א'} < \frac{\text{משיכו א'}}{\text{תומך ב'}} < \frac{\text{משיכו ב'}}{\text{תומך ג'}} < \dots < \frac{\text{משיכו ת'}}{\text{תומך ג'}}$$

(כאן משיכו א' מתאר סמלית את "יחס הכוחות" בין ברולטות המשיכו לברולטות התומך במשימה א', ובדומהו במקומות ב', ג' ... ת').

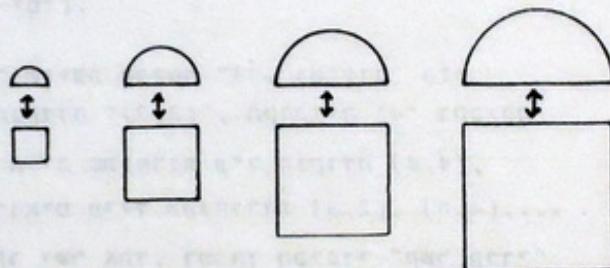
דרך זו מודרכת ע"י ההנחה הבסיסית של תכנית ח"י (הנחה שהוכיחה עצמה ביחסות ח"י שוננות בעשר השנים האחרונות) שלמידה משמעותית מבוססת על התגברות מדורגת של הלומד על מסיחים הולכים וקשיים. שרשרת המשימות תהיה אופטימלית אם הדרוג בקושי הוא מספיק תלול כדי להנחת אתגר מתמיד, ומספיק מתון כדי לעירוב להצלחה מתמדת במשימות.

3

הפרק הנוכחי נועד לבנות "שרותת מדורגת" מעין זו. כל מה שדרוש כדי להתחיל במשימות הראשוניות הוא החוש הטבעי של הילד שMOVEDIL אותו לסדר עצמים דומים לפי הגודל (העצמים שונאים זה מזה רק בגודלם) :



אם נרגילים בסדר שרשרות שונות, זו מתחת זו ואותו כיוון, יגלו הילדים מעצם את ההתאמנה האנכית האפשרית בין שתי הסדרות :



כיוון שנפתחה בפניהם אפשרות זו של התאמנה אנכית (שגם היא מושכת מבחינה אסתטית, לא פחרת מן הדרוג האופקי), יעליחו (וירצחו) בהדרגה ליצור תארמים יותר ויותר קשים, גם כאשר אינם מתחילה בדרוג לפחות לפי הגודל (אשר שימוש כאן כתומן התחלתי - בלבד), עד למשימות מסרג ת'.

בעוריה זו הילדים מגלים, בבלתי משים, את התאמנה הפרופורציונלית: הכיפה הקטנה היא לרוביה הקטנה כמו הכיפה הגדולה יותר לקוביות הגדולה יותר. כאשר התאמנה זו נמשכת לאורך סידרה שלמה, יגלה הילד למעשה את ה"התאמנה הליניארית".

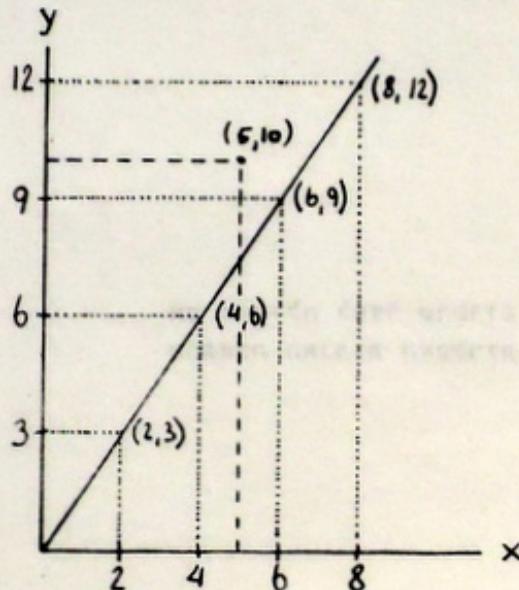
התאמנה ליניארית (או: פונקציה ליניארית)

אם הכיפות הולכות וגדלות באותוקצב כמו הקוביות (כך שהפרופורציה בין הכיפות והקוביות נשארת קבועה), אנו אומרים שקיים "קשר ליניארי" או "התאמנה ליניארית" בין הכיפות לבין

הקרוביות. למשל, אם רוחב הקוביות הוא 2 ס"מ, 4 ס"מ, 6 ס"מ... ורוחב הכיפות הוא ... 9 ס"מ... אז קיימת:

$$2 : 4 : 6 = 6 : 9 = \dots$$

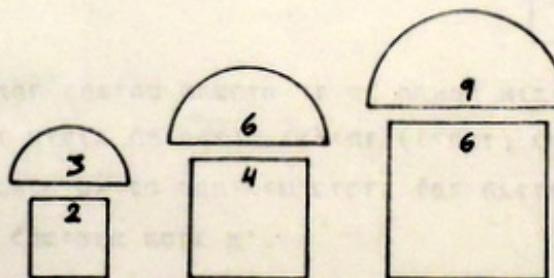
$$2 : 4 : 6 = \dots$$



מגין הכנוי "לינארי" (קווי) ? מהמליה "קו ישר"; ואכן, הבה ונתרן את הקשר בין הכיפות והקרוביות בגרף:

כאן תדרנו את הקרוביות ע"י הנקודות 2, 4, 6, ..., על הציר האופקי ("ציר ה-א-ים"). את הכיפות תארנו ע"י הנקודות 3, 6, 9, על הציר האנכי ("ציר ה-י-ים").

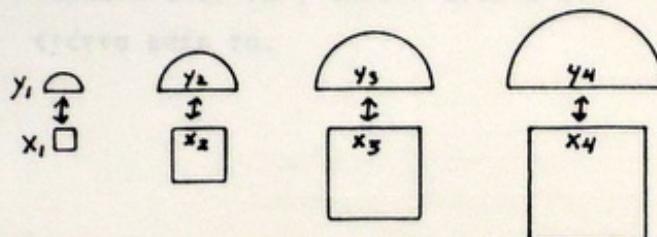
לקובייה "2" שיפחת הכיפה "3", רה "זוג" חזם מתואר ע"י הנקודה "(2,3)"; הנקביה "4" וchipה "6" השיפחת אליה מתראות ע"י הנקודה (4,6), וכן הלאה. רואים מיד שהנקודות (2,3), (4,6), ..., נמצאות על קו ישר אחד, ומכאן הכנוי "קשר קוויי" (לינארי). כשם שעינן המורה מבחינה מיד בהימצאותן של כל הנקודות הללו על קו ישר אחד, כבשחו יוצא דופן ונעים במיחזור לעין, כן עין הילד מבחינה בפרופורציה בין הכיפות לקרוביות כשהן מתואמות אלן לאלה, כבשחו נעים לעין:



אילו חרגה כיפה אחת מן הסדר הטוב, מיד היה הילד חש בכך ומנסה למערא אחרת. גם המורה הייתה חשה מיד בנקודה יוצאת דופן בתאזר הגראפי, למשל אילו במקום הנקודה (4,6) הייתה שם הנקודה (4,10) הייתה מקללת את הסדר הטוב.

למעשה לומד איפוא הילד - בעוראה מוחשית ולא מתמטית - את נושא ה"התאמת הלינארית" בפעילותו אלה, ומאנח בכך בסיס אינטראיטיבי למושג ה"פרונקציה". זהה מושג שחייב שהוא נלמד רק בכיתות י'–י"ב, שכן שימושו האינטראיטיבי בחגי יונמיום ובחשיבה בכלל הוא עכום ורבי

פרונקציה. אם נראה את סדרת הערכים x_1, x_2, x_3, \dots של רוחבי הקוביות "משתנה x", ואת סידרת רוחבי הכיפות כ"משתנה y", הרי מה שהילדים גילו הרא ש"כל x (כלומר, לכל קובייה) קיים y מתאים (כיפה מתאימה)". במתמטיקה קשר זהה נקרא "קשר פרונקציונלי" וארומרים ש- y היא פרונקציה של x . ה"פרונקציה" היא מעין "בנק מידע" או "טבלת נתוניים": כאשר נרצה לדעת מה גודלה של כיפה השיככת לקובייה מסוימת כלשהי, כל מה שעליינו לעשות הוא להתבונן בטבלה הקשור פרונקציונלי בין ה- x -ים וה- y -ים:

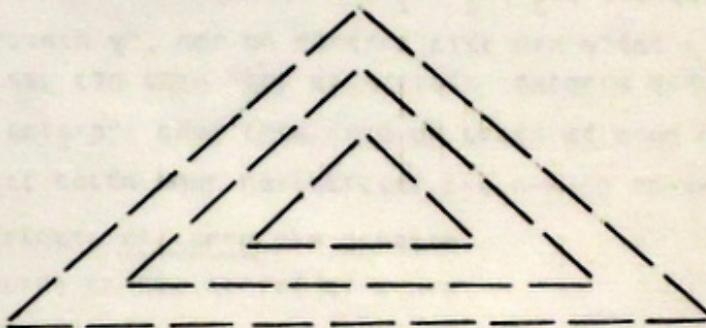


במיוחד, פרונקציה ליניארית היא פרונקציה (טבלת נתוניים) בה קצב הגדול של x הרא כמו קצב הגדול של y .

יחס ישך. הקשר הלינארי (כמו בין הכיפות לקוביות) מכונה לעיתים קרובות גם "יחס ישך", ואומרים "היחס של המערך עומד ביחס ישך למשקלו", כאמור - אם נגדיל את משקלו פי 2 (או פי 3, 7...) יגדל גם מהירות פי 2 או פי 3, 7...). או: לפי נירוטון, התאוצה שכוח חולק לגוף, עומדת ביחס ישך לעוצמת הגוף - ככלומר, כוח גדול פי 2 יאיץ אותו מסה בתאוצה כפולה.

למען הסדר הטוב, נזכיר כאן גם את היחס הפוך: בדוגמה האחידונה, קיימים יחס הפוך בין התאוצה למסה, ככלומר, אם נגדיל את המסה כפלים (או פי 3, 7...), אך ממשיך לפעול עליה באותו הגוף - תקען התאוצה פי 2 (או פי 3, 7...). בדומה, אם ילד ידחוף בכל כוחו - אך מבלי לזרז מוקומו - עגלת עמוסה ב-2 (או 3...) שקים, היא תגיע רק למחזית (או שליש...) המרחק אליו הייתה מגיעה עם שק אחד בלבד. פעילות זו מופיעה ביחידת ח"ג "חוק נירוטון לבן", שפתחת את מושגי היחס הישך והיחס הפוך בין תנועה (מרחב, תאוצה) לסיבת (כוח) או גורם (מסה).

בפרק הנוכחי ובבא לאחריו אנו מפתחים את היחס ישיר בין גודלים חזותיים בלבד; בפרק הנוכחי בראפין אינטואיטיבי בלבד (יחס ישיר בין גודלם של שני סוגים חפוצים שגדלים באותו קעב), ובפרק הבא - בראפין כמותי (במספרים עד 10), במבנהו מתקלות קרטיגר של הגדלות, כאמור:

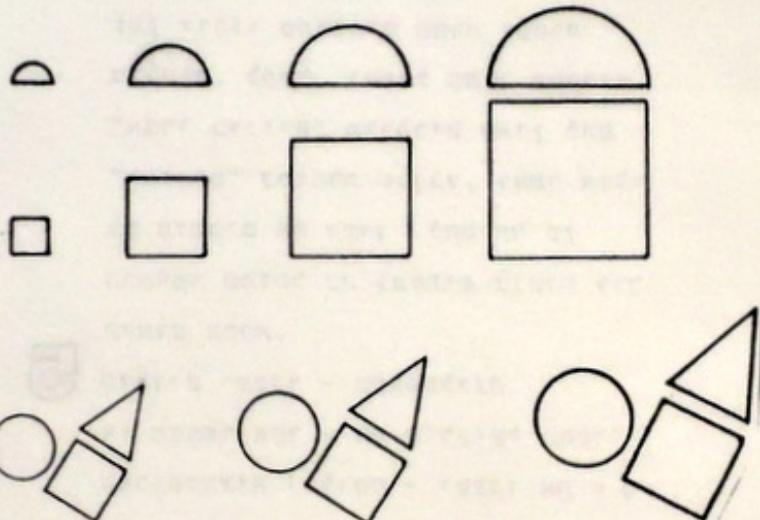


למותר להציג שכל ההסברים הנ"ל אודדות "יחס ישיר", קשר ליניארי" ו"פונקציה ליניארית" הם הסביר רקו למורדות ולגננות בלבד ואין להזכיר מושגים אלה לילדים בשלב זה.

מטרות

1

תוך כדי משחקן דרого עם עצמים, הילדים יגלו את החתימה, אבר אבר, בין שתי סדרות שוניות של עצמים. בתוך כל סידרה העצמים דומים זה לזה בכל, אך גודלם הולך ועולה:

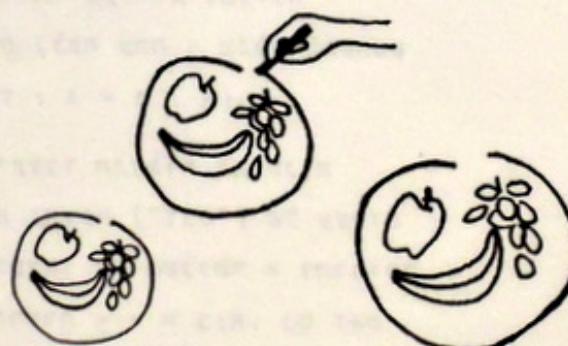


2

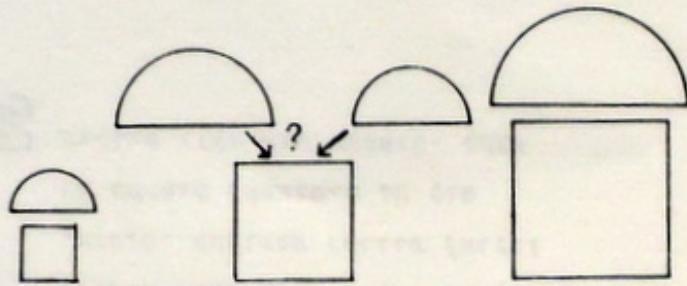
הילדים יגלו שזה שטויות לקבץ את העצמים המתאימים זה לזה "אנכית" לקבוצות נפרדות (ארגוון העצמים בדרך אחרת - לפי גודל משותף - ולא לפי סדרות, אך עדין תוך שמירה סדר הגדלים בין הקבוצות).

3

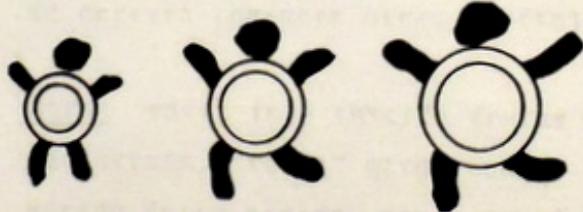
הילדים יהיו מודעים לכך שהעצמים והיחסים בתוך כל קבוצה כדו - חזריים על עצם בכל קבוצה אחרת, אך בעוראה מוגדלת או מוקטנת - (מושג הדמיון). הם יגלו שדמיון זה אינו תלוי בסדר ובמיוחד המרחבי של הקבוצות (התנתקות מדרוג הגדלים).



הערה: דמיון זה - והיכולת לראותו - הוא התשתית האינטואיטיבית (ה"פרוטו-ושאג") של מושג הפרופורצייה. "דמיון" פרושו שה嗣פה הקטן מתוייחס (בגודל) לבננה הקטנה כמו שה嗣פה הגדלה מתוייחס לבננה הגדולה, והזוג הגדול אינו אלא "הגדלה פרופורציונית" של הקטן.



הוספה "אבראים" מפלסטילינה לטבעות פלסטיות



4 הילדים ילמדו להתגבר

על מסיכמים הולכים וקשיים במשימת התאום בין קבוצות העצמים, ובאותו זמן ייהנו מתOMICIM פחות ופחות בולטם. למשל, נטהול בתוך הסדרות "אברי ביניים" מיותרים שאין להם "תאומיים" בסידרה שכונגד, ואשר אולי גם מושכים את העין להסתירה מן המתאמה שהוחל בה ומפתים לנסות דרך תיאום אחרת.

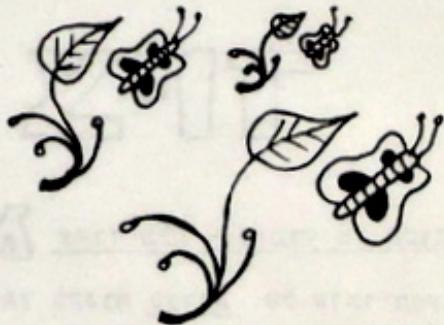
5

הילדים יעצבו - מפלסטילינה או מחומר אחר - את ה"רביעי החסר" בפרופורציה (כלומר - יעצבו את x ב- x : y = z : a, וזאת - תוך כדי משחק יצירתי במבנה דמיות ואבייזרים (לעת עתה - מבלי להשתמש בסימון d : z = b : a).

6

הילדים יעצבו הגדרות ותקנות של קבוצה נתונה ("דגם") של עצמים (כלומר ימצאו את החליש x והרביעי y בפרופורציה y : x = b : a. גם זאת בדרך של משחק יצירתי, המודרך ע"י אתגרים כמו סיפורי שלושת הדובים. הביצוע הוא לפי הערכה אינטואיטיבית ולא באמצעות מדידות.

9



ל כל המטרות הנ"ל תושגנה גם באמצעות
דו-מידדיים שונים - כפיסים, צורנות
סקופות צבעוניות, הדפסות, התזות וככ'.

תרגיל עצמי למדידות:

ציני את הגրפים לפונקציות הבאות והחליטי איזה מהן היה "לינארית":

1. קילו סוכר עולח 3 שקל, 2 ק"ג עולים 6 שקל, 5 ק"ג עולים 13 שקל, 10 ק"ג עולים 24 שקל.
(סמניג את הק"ג-ים בערך האפקט ואת המחרדים בערך האנכי. כל משקל המופיע בשאלת קובע, יחד עם המחיר המתאים, נקודה במישור).

ציני את הנקודות השונות ובדקי בעדרת סרגל אם הן נמצאות על קו ישר אחד. אחדי את הנקודות השונות ע"י קטיעם. התבונני בקו הנוצר ע"י כר. הוא מתאר פונקציה שבה ה-у (המחיר) גדול יותר לפחות מאשר ה-x (המשקל).

2. חידיך אחד הוליד בעבר שנייה 2 חידקים, שהולידו בעבר שנייה נוספת ארבעה, שהולידו בעבר שנייה נוספת שמאלה וככ'.
- סמניג את הזמן בערך האפקט ואת מספר החידקים בערך האנכי ומשיכי כמו בשאלת הקודמת. מה המשקנה במקרה זה?

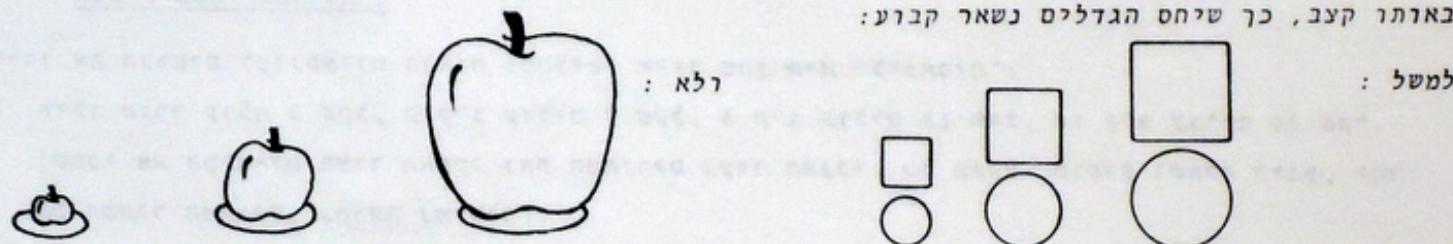
3. מכונית מתקרבת לשולט מלבני ונסעה מטיילים על הקיר שמהורי השולט על מלבני הרלן וגדל. כאשר רוחב הצל הוא 3 מ', גובהו מטר; כאשר רוחב הצל הוא 6 מ', גובהו 2 מטר; כאשר רוחב הצל 9 מ', גובהו 3 מ', וכך הלאה.

(סמניג את הרוחבים בערך האפקט ואת הגבהים בערך האנכי ובדקי את הקוו המתivalent).

ציד

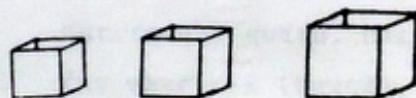
א ציוד תלת - מימדי מן המוכן

ניתן לקנות סדרות של אותו חפץ בגודלים שונים. חשוב שהסדרות הנרכשות "תגדלנה" באורתו קعب, כך שיחס הגודלים נשאר קבוע:

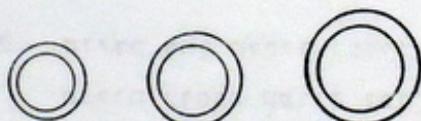


בסדרה השנייה התפקיד גדול יותר מהרמן הצלחת ולא תהיה פרופורצייה.

סדרות שהופיעו בעבודתנו בגנים הן:



קוביות נברבות



"ביגיגלאק" (טבעות
פלסטיות)



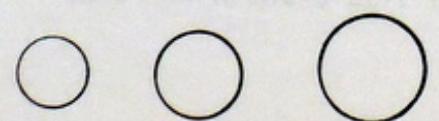
כיפות פלסטיות



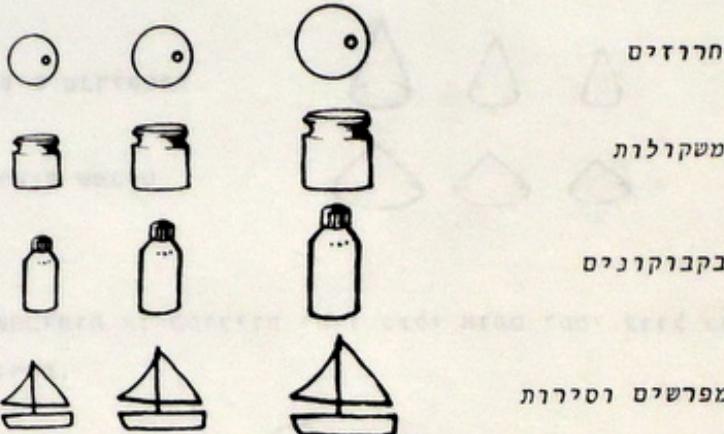
ביצים חזריות



קערות פלסטיות



כדורים

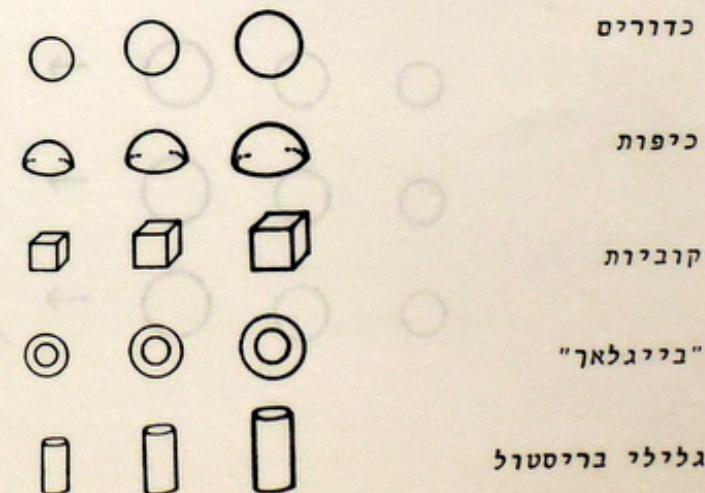


ובן ענウンות, צלחות, מקלות וכו', רגס בובות, חி�יללים, עצים, בתים קטנים, מוגניות וכו'.

רצוי לרכוש לפחות כמה סדרות יסוד, תוך הקפדה על קביעות יחסית הגודל ביניהן. סדרות אלה תמשנה את הגז או את הכתמה גם ביחסות ח"י אחרות - "דורה-שוניה", שキלה והחלטה, חבורן, "מקורות" ("קל וחומר", "גדלה שורונה", "על אחת כמה וכמה"...), כוח ומסה, המנו, אנרגיה, אינטגרציה של משתנים, ועוד.

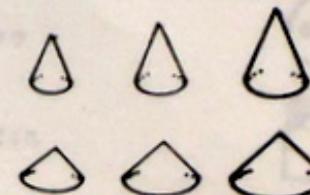
סדרות בעיצוב עצמי

ניתן לעצב יחד עם הילדים חלק מן הסדרות - מחמר, גבס, פימו, קרטון, קופסאות גפרורים, חרוטים ממוטוריות וכו'. בעמודים של החוברת נמצא הנחיות ודוגמאות של דוגמים. במיוחד ניתן לעצב:

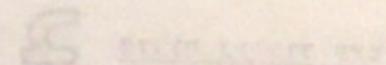
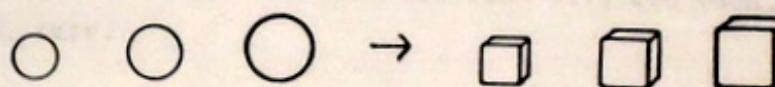
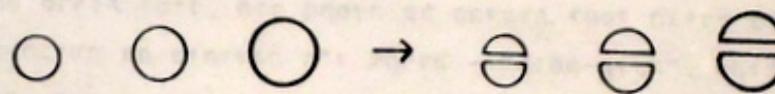
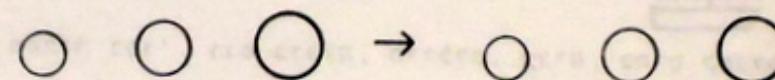


חרוטים מברייסטול

וחרוטים שמניגם



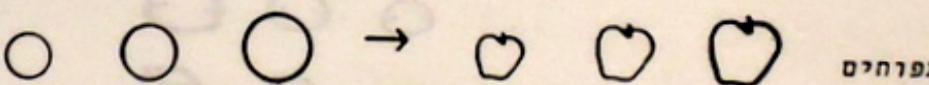
כדי להשיג שחכיפות או קוביית יהינו בעלי אותו יחס גודל כמו הגדורים, יונצרים תחילת 3 סדרות זהות של כדורים.



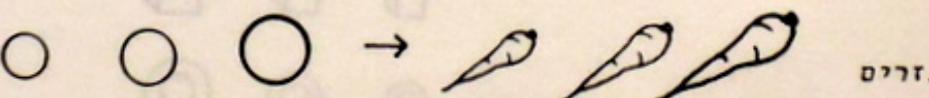
ובעודם רכבים חוצים אותם מושכים לככיפות או קוביית. בזורה דומה אפשר לככיר גם צורות יותר מורכבות (כיד הדמיון) :



בננה



תפוחים



גזרים

וכן אבכים, "נרות", בובות, חיות מודרונות וכו'. אם הסדרות הוכנו מחימר, ניתן לצבע אותן אח"כ בצבעים מתאימים.

עטש ההכנה משמשת תרגיל מלאך ומרתק ברכישת התשתית האינטואיטיבית למודג' הפרופורציה, וניתן לשלב זאת בהכנת "סביבה עיצובית" - למשל "בית מגוריים" עברו שלושת הדוברים, או לגוליבר במדינת הגמדים והענקים, עליזה בדרך הארץ הפלאות; אבא, האח הגדל ואנגי וכו'.

בקביעת כמותות הבסיס (שלשות הגדורים) ישוטפו גם המאזניים ומשקלות מתאימים, למשל 100 ג', 200 ג' 4-500 ג' (יחסיו הקוטריים ייחדו אז בקירוב 1 : 2 : 3).

תחושת הידדים להבדלי המשקל בין התוצריים תחזק את השגת המטרות המגוירות לעיל (תרגיל מישוש ו"שקליה" ביד בעיניכם עצמאות, לחידוני "מה הוחלף" "מה זהבה בלבלת בית הדוברוניס" וכו').

ג סדרות דו - מימדיות

אלמנטים דו-מימדיים הם נוחים יותר לעיצוב, לתפועל ולאריזה ולכן גם ניתן להציג מיגדורן יותר עשיר וזרול של סדרות דו-מימדיות לגן, לכיתה ולצדdro האישני של כל ילד. מאידך, חסרוןם הוא בכך שאין הם אפשריים טאנטזולציה מוחשית בידדים כמו עצמים תלת-מימדיים ועיקר האטרקציה שלהם הוא לעין. בMOVED זה, העבודה בסדרות דו-מימדיות יכולה להחשב יותר מופשט, במידה מסוימת.

על כן כדאי להבחין בין שני סוגים של טכניקות :

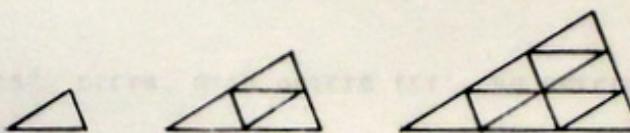
ה טכניקות שאינן מגבילות את היכולות של האלמנטים

לכאן נמנים :

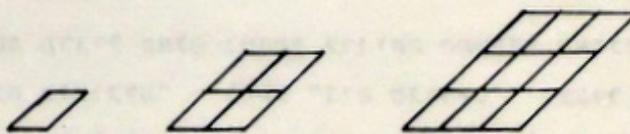


- כפיים** - מקרטון, מעץ, מחמר, שניתנים גם להכנה עצמית.
- פלסטיק (קנוויים).

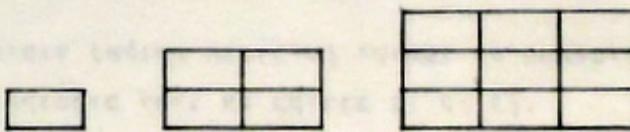
במידה והכפיים הם עבים די הצורך וצורתם מתאימה לכך, ניתן לבדוקם זה אל זה בזרורה שתתקבל סדרה שבה הרוחבבים (רגם הגבהים) גדלים ביחסים ... : 2 : 1 :



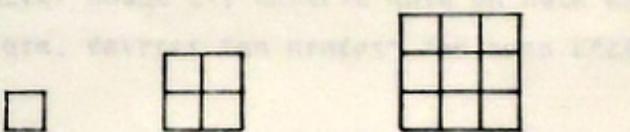
משולשים מכל סוג שהוא



מקביליות מכל סוג שהוא



מלבנים (מקרה פרטי של מקביליות)



ריבועים (מקרה פרטי של מלבנים)

צירוף מודולרי כזה לסדרות הוו מעשי בCAFISIM דו-מימדיים משומש שהוא דורש בס"ה שהשתחים יתיחסו זה לזה כמו $4 : 1$, כדי לקבל סדרה שהרכובים (או הגבהים) שביהם יתיחסו כמו $3 : 2 : \dots$. לעומת זאת, בצירוף אלמנטים תלת-מימדיים כמו קוביות, טרדרדים ועוד, דרישים יחס גובה של $27 : 8 : 1$, כדי לקבל סדרה שיחס הרוחב או הגובה שבו יתיחסו כמו $3 : 2 : 1$.

ג. CAFISIM ("קלפים") - בעלי צורה וגודל אחיד, שעליהם מצוירות צורות שונות:
יתרונות של הCAFISIM - שימוש להציג בעזרתם צורות מורכבות ללא כל הגבלה.

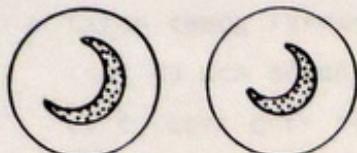


מואידן - הם יותר מופשטים מן הCAFISIM וכי אפשר לצרף צורה לצורה נוספת ממנה שמסגרת הCAFISIM מרשה.

יתרונו נסס הוא פשוט להכינים:

בעזרת חומרת תוצרת בית (ראה להלן) ניתן להכין מספר בלתי מוגבל של קלפים ולצייד בהם כל ילד.

א. שקיים - בעלי צורה וגודל אחיד, ועליהם מצוירות צורות (שקורות) בעדרת סמן מתאים

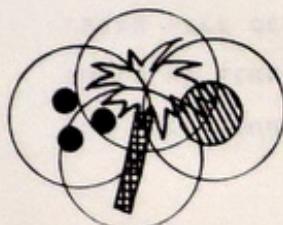


על בסיס עצוֹן, או מודבקות צורות (שקורות) החתוכות מפילם דק :

לשקיים כאלה היתרונות של הכהביסים ושל ה"קלפיים" כאחד.

בנוסף לכך ניתן לצרף בעורה שהצורות תחפורנה חלקית,

ואם אכן הצורות הן שקורות, נוצרדים צבעי בדיניות מענייניות:



"עַז תָּמֵר עַם תְּמִרִים"
(משה, בז 8)

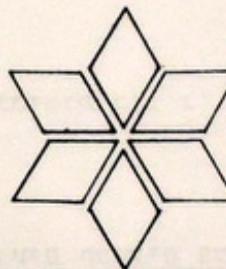


"צְפַרְדֵּעַ"
(ג'. בז 5)

ערכות של שקיים מסרג זה תוכנוּ* ושימשו במחקריהם וכן
במשחקי יצירתיות גם במסגרת ח"י כבר מזה כמה שנים.

בעדרת הכהביסים והשקיים ניתן לצרף למשה מיגורן

איןסורי של יצירתיות -



החל מצורות גאומטריות סימטריות :



"צִדְפּוֹר"

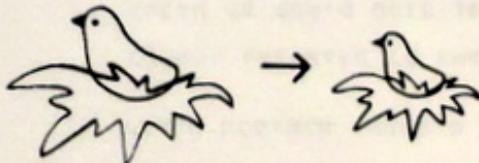
המשך בעדרופים יותר חפשיים - כמו ב-"טנגרמים" :



"עַיִין וְדַמְעָה" (איתן, בז 6)

וכלה בעדרופים חפשיים לגמרי :

בנוסף למשחק יצירתי חופשי, ניתן להשתמש אלמנטים אלה (יחד עם אלה שלמטה) בפיתרות חוש הפרופורציה. למשל, צירוף כב"ל, עשויה בידיו בלבד, יכול לשמש לנו כ"דגם", אותו הוו רוצח להניצח ע"י הדפסות עם החותמות המתאימות (או ע"י התוצאות - עצם סביב גזרי ברישול מתאים) שהן יותר קטנות או יותר גדולות מן הփסים שבדוגמ, ועל כן יש כאן תרגיל בהקטנה או בהגדלה פרופורציאונית:



(דרוני, בז 8)

הבדלות והקטנות כאלה מטבחות יפה בכיתות ב', ג' ומעלה, אך גם בגן ואו' אפשר לנסותן.

2.

טכניות שימוש אלמנטים קבועים במיקום

א. הדפסות בעדרת חותמות מתוצרת-בית (ר' פרטם בחברות ח"י בנושא הסימטריה). עיקרה של החותמת היא צורה הגוזרת ממשטח פי.בי.סי דרך שימוש בדרכו כלל מגב-רגליים באומבטיה (צורות כאלה ניתן לחזור בקלות במספריים).

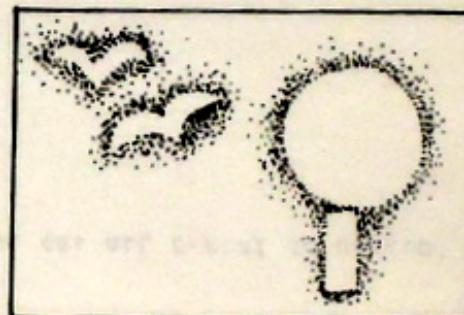


"חותמת" תוצרת בית

כידית לחותמת משמש פס סרט דבק, כמוסבר בעיור. "כריית החותמות" ניתנת לאלתור ממשטח דק של גומatorio שנטוע בתווך צלוחית-פיניקיים ומרוחה בעקב גואה.

בעדרת חותמת אחת המורה יכולה להכין במקרה במקל רבות נוספות, אחת לכל ילד, ע"י החותמה על משטח הפ.בי.סי. עצמן.

ב. התזות-עכע נעשות באמצעות בקבוקי התזה או גם בתגובה יד מהירה בمبرשת טבולת. על הניר מניחים גזרי-ניר או גזרי-בריסטול בעלי העוריות הרצוויות וכشمנסקיות אותן אחורי התזה, מתקבלים ה"גנטיבים" שלהם לבן. האפקט החזותי הוא נאה ויתרונו נוסף בשיטה זו הוא בכך שניתן לארגן תחילה את גזרי הניר תוך ניסוי וטעייה עד שיתקבל העירוף הרצוי, דבר שלא ניתן לעשות בהדפסות. זאת ניתן לבצע بكلרת גם בגז.

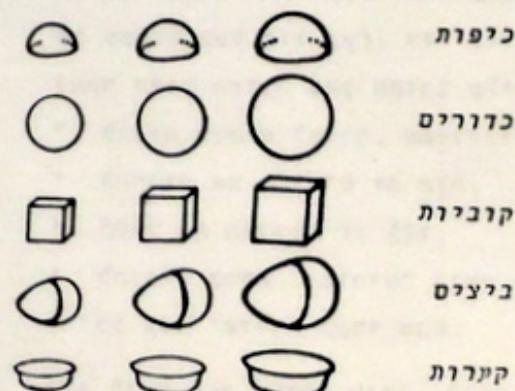


הפעילויות

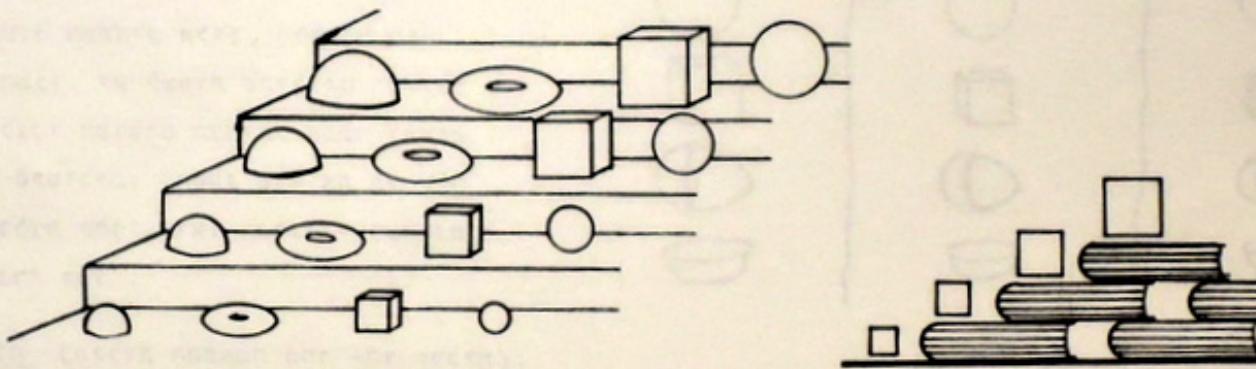
דרכי הפעלה שלhallן ערוכות פחות או יותר לפי סדר ביצוען עם הילדים, אלא שהתייחסו בין דרך אחת לשניה חביב להשתאר גםיש ביותר :

יש לאפשר לילדים לבנות באופן חופשי מדרך אחת לשניה, לנوع בינההן באופן חופשי, וגם להמציא בעטם דרכים חדשות. על כן יש לראות ברשימה שלhallן בעיקר העונות ל"חביביטים", להפעלת הילדים - כל הבית ויתרונו ותנו ומגבלותתו. יחד עם זאת, הפעולות ערכות לפי דרגוג-קרושי עroleה שעשויה להיות קרובת מאוד לאופטימלי.

עיקנה של כל הפעלה הוא בפרישת החומריים והאבייזרים בפני הילדים ולא אפשר - ללא כל הוראות. הפעולות הטובות ביותר (למשל, בשקפים העגולים שתוארו לעיל) מתפתחות מבלי שהמורה או הганנת אומנת הרבה, חוץ מעידוד כלל ("מה אפשר לעשות עם דברים אלה, מה דעתכם?"), אלא בעיקר בכך שהיא פורשת את האבייזרים על השולחנות. לעיתים היא יכולה לתמוך כיון ע"י שתתישב לכמה דקות ליד השולחן ותתפעל את האבייזרים בעטמה ללא הסברים: למשל, היא יכולה לחתך לסדר את העצמים בסדרות טבעיות, לפי גודל, ולגרות בכך את הילדים לחקורתה - או גם להוביל בהם בכך רעיון אחר לגמרי (למשל, לסדר את העצמים במעגל). אונקרה כזה, יתכן ותגובהם תועדר גם בה רעיון להמשר שלא תכenna מראש (למשל, לבנות מעגל מסביב למעגל הקודם מסדרה אחרת של עצמים). הקובע הוא שני הצדדיות יישארו פתוחים ויצירתיים, ומוכנים להתמכר לחוויה.



דרוג במקביל: מסדרים את הסדרות זו מתחת לזו, שבכל סידרה החפצים מדורגים לפי גודל, ובאותה מגמה. בגן, פעילות זו משמשת לא רק כוכנה ל"פרופורציה" ול"פונקציה לינארית" אלא גם כבדיקה, חזרה ותחזוק למירמוננות הדירוג. כדי להציג את הדרוג אפשר לדרג את הסדרות גם על מדרגות, בכница לבניין. אפשר גם לאALTER מדרגות עזרת ספרדים:

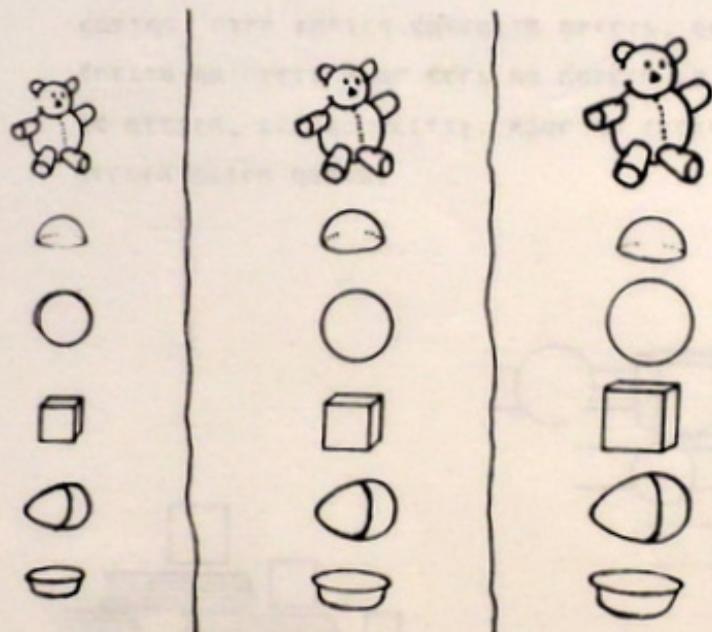


אם האוריירה מתאימה לכך, אפשר להשתמש במערך זה כדי לשחק ב"מה הוחלף?" ו"החזר הסדר על כנו!"

2הדגשת הביטח חסמי הגודל:

בສידור הנק"ל "השייכות יחד" בתוך כל שורה אפקית (א) בולעת יותר מן השמייכות האנכית של עצמים בכל טוּר (ע). כדי להציג יותר את האחיזונה - ובכך לחבליט יותר את היבט הגודל (אשר היבט הצורה כאן מסוכך עליו) ניתן לשימוש בכמה אמצעים:

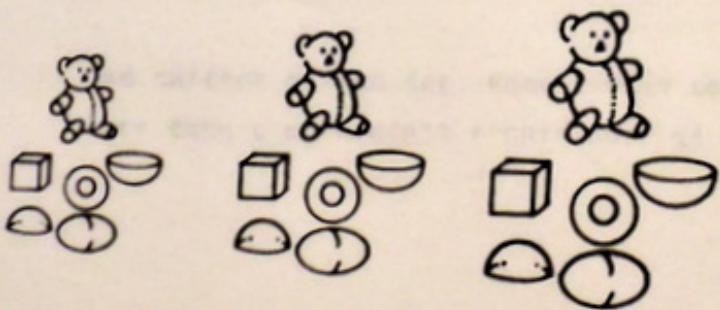
- * להגיח חוטים לאורכו, שפערדים בין הטורים;
- * לחרחיק את הטורים זה מזה;
- * לקרב את השורות זו לזו;
- * להוסיפו סדרת "יצוריים" בראש המערך אשר, כמובן, כל טור "שייך" לאחד מהם.



כדי לבצע זאת באופן טבעי, כדאי להתחילה מהנחהה ה"יצוריים" ולומר "כל אלה שייכים לו" ובשעת מעשה לצורף את הטור המתאים אליו, ולהגיח חוט ביןו לבין הטור השני. יש לעזות שהילדים ימשיכו בעורלה דומה גם לגבי הטורים הבאים. אפשר לעשות זאת בצדקה יותר סיפוריית: "הקטן מעא את כל אלה על שולחן יומם-ההולדת שלו". ואז הבינוני רצה גם כן לבדוק אותו דבר" וכו'.

3ערבוב הצורות (הידוק המתאמה חד-חד ערכית):

בחמשן ל"סיפור הנק"ל, כל "יצור" משחק עם המתנות שלו:

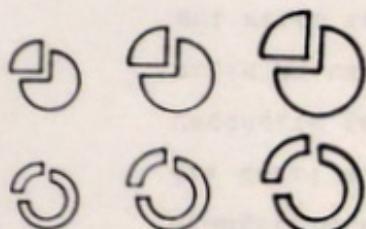


כאן נפתח כמוכן פתח רחב להוספת חפצים נוספים לשם "עיצוב הסביבה" של כל יצור, ובמיוחד ירצו אולי הילדים ליצור עבורים כלים ואביזרים שונים מפלסטינה, חמר וכו'. זה יוביל באופן ישיר ל-5.1.

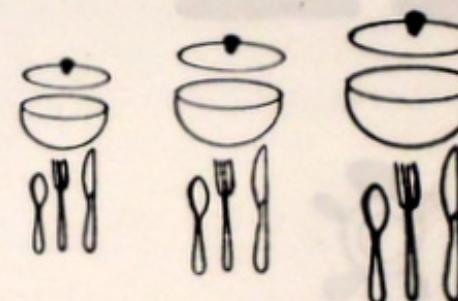
4

ערופים פרנקוינגולרים של סדרות:

דרך אחרת להציג את השיקנות ייחדו של העופים בעלי אותו גודל היא להשתמש ב-2-3 סדרות חפצים הניתנים לעזרה פרנקוינגלי או צורני זה זה. למשל :



4) חלקים משלם



1) קערות ומכסלים



5) כדוריים וטבעות

ובדומה - צלחות, ספלים ותחתיות, קערות וכו' ...



6) עיגולים צהובים מקרטון על עיגולים לבנים לבנים קצר יותר גודלים (אם ה"טבעות" הלבנות מספיק דקota, תהיה כל סטיה מהסידור ה"נכון" מודגשת מאד!)



7) ובדומה - "חלברנים וחלמונניים" (כדי לחזור ביצה קשה ולהראות)



8) "עיניות"



9) מפרשים - סירות - קערות עם פים

רצוי לחפש תמיד אמצעים שטוביילרים את הילד מעצם להבחנה בין "נכון" ל"לא נכון" מבלתי שיחיה צורן לומר לו זאת. למשל, אם ירכיב לסירה מפרש גדול מדי, הסירה פשוט תשקע!

נקניקי פלسطינינה :

5

הילדים מקבלים סדרת "נקניקים" מפלسطינינה שזכה אורכם וזכה רוחבם גדול בהדרגה, וכן 1-2 סדרות של חפצים, ומעודדים אותם להתאים את הפלسطינינה לחפצים כדי הדמיין הטובה עליהם.

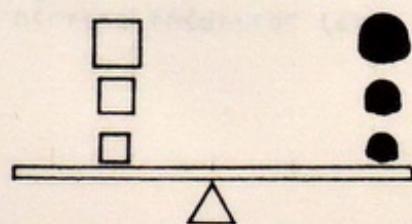
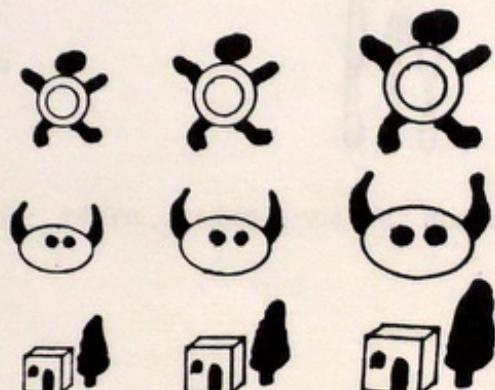
כדי להכין את הנקניקים, מכינים כדורי פלسطינינה מדורגים בקוטרם לפי יחס הגודל שבחפצים, ומגלגים אותם לנקייקים שאורכם פרופורציוני (לפי העין) לחפצים שבסידרה.

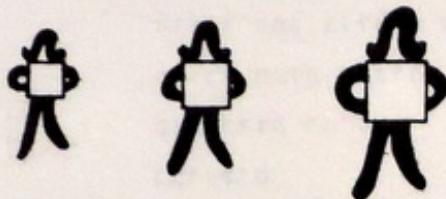
במידה והחפצים הם תלת-מימדיים מלאים (כדוריים, קוביות מלאות, כיפות וכו'), אפשר לקבוע את כmorיות הפלسطינינה המתאימות במחירות ומדוייק בעזרת מאזני קרש:

מחליטים כמה פלسطינינה רוזים להקדיש לאחד החפצים שבסידרה (כגון הקטן), ומניחים אותו ואות החפץ על המאזניים במקומות כזה שם יתאדו.

אח"כ מחליפים את החפץ בחפץ יותר גדול (באותו מקום!) ואות כדור הפלسطינינה מחליפים בכדור בעל גודל כזה וכך גם הוא יאזו את החפץשוב באותו מקום כמו הכדור הקודם.

בדרכו זו מקבלים שני כדוריים משקלם (וגם קוטריהם) - פרופורציוניים למשקליהם (ולרחבן) של הקוביות.





בפעילותויות עיצוביות כנ"ל הפלטילינה משמשת כמו' הג' וקר שבקלפים
שניתן להתאים אותו לכל מקום ותפקיד. היא ממחישה את תפקיד ה-א"
במשרוואה $x = c = \bar{c}$: (מציאת הגודל הרביעי בפרופורציה): הבדור
הגולמי של הפלטילינה הוא ה-א, והכוונה שהילד עיצב ממנה כדי להתאיםו
לחפץ הנתרן הרוא הפרטון של המשרוואה, ככלומר הערך המספרי הנכון \bar{c} ש-א
מקבל כדי לפתור אותה.

6

"ג' וקרים נוספים": בנוסף או במקום הפלטילינה אפשר להשתמש גם ב"ג' וקרים" הבאים:

- * מנקי מקטרות (שניתן לכופף לצוררות שוננות)
- * צמר גפן
- * שרשרת מתכת דקota (ל"צירר" קורי מיתאר ע"י "כיפוף" לצוררות שוננות).
- * שרשרת חרוזים (שרשרת קצרות של חרוזים קטנים וארוכות של חרוזים גדולים). (cn"ל)
- * מהדי נייר קטנים, ביןוניים, גדולים וגדולים מאוד (6-7 קטנים עבור החפץ הקטן, 6-7 ביןוניים עבור החפץ הבינוני וכוכ'). שניתן להניחם בקבועות בעלות צוררות שוננות.
- * חרוזים חפשיים קטנים, ביןוניים וכוכ' (6-7 קטנים לחפץ הקטן וכוכ'). (cn"ל)
- * מטבעות קטנות, ביןוניות וכוכ' (cn"ל).
- * כפלסים גאותריים מקרטון וכי', קטנים, ביןוניים וכוכ' (cn"ל).
- * חופניים של זרעים - קטנים (אספסת, אורז) ועוד לגודלים (שעועית לבנה וכי').
- * קבוצות עלים, קבוצות אבני חוץ, צדפים וכוכ'.

בכל hn"ל ניתן להשתמש כדי לעצב (כמו בעזרת הפלטילינה) את הסביבה של החפץ ולהשלימו, אם ע"י הדבקה
ואם ע"י הנחה סתם או הנחה לשם התזת צבע מסביב.

7

וריאציות על הנושא "פלטילינה":

1) אָפִיכַה :

אווזני המכ בגדרים שרכנים

כדרוי מוצאות בעוררות שרכנות ובגדרים שרכנים

סופגניות כנ"ל

בלינץ'

עוגיות מכל צורה שהיא

"פארפלאר" ("אטריות" למרק, בעוררות שרכנות ומשוכנות, חתוכות מן הבזק ע"י תבניות).

2) חָמֵר :

יתרונו על הפלטילינה הוא שהוא מתקשה ועמיד וניתן לעבינה - אך מלכלך יותר בעת ההכנה.

3) גְבָס :

יתרונות דומים לזה של החמר. ר' בסוף החוברת גיזירות לתבניות ייצקה.

באמצעים אלה ניתן להכין סדרות של עצמים עמידים, למשל :



ובטבן (מחמר) גם עצמים בעלי צורה חופשייה כלשהי, קערות וכלי נורי, פסלונים וכו'.

כל העונות שלעיל הובאו כאלטרנטיבות לבחירה. התכנית שלפנינו עודנה ארוכה ועשרה ולא לה לגננת או למורה להתעכב יותר מדי על הכנת מלאי גדול של אביזרים!

תרבילי פרופורציה טהורים (ללא כל הישענות על דרגג).

עד כה נעזר הילד - אמנס במדידה הולכת ופורחת - במירמונת הדרוג כדי למצוות את "הרבייני החסר"

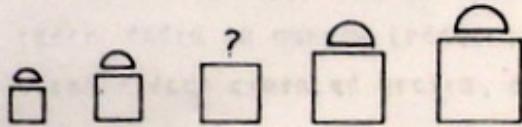
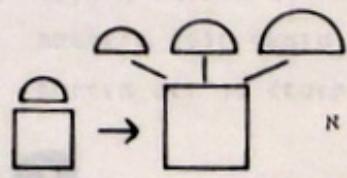
בפרופורציה $a \oplus c = 6$: הוא לא רק התבונן ביחס הגדרים בין הקובייה הקטנה והכיפה הקטנה,

וכן בקוביה הגדולה ובמערכות השרכנים לכיפה החסירה (ציור א'), אלא הוא התבונן גם ביתר

הزوוגות שבשפתה, ובמיוחד בסדרת הקיפות, שהיא סידרה מדורגת, ולפי החסר בסידרה זו יוכל היה

לספרות מה צרייר להתאים לקובייה הבודדת - גם מבלי להביא בחשבון את הפרופורציה הדרושים בין

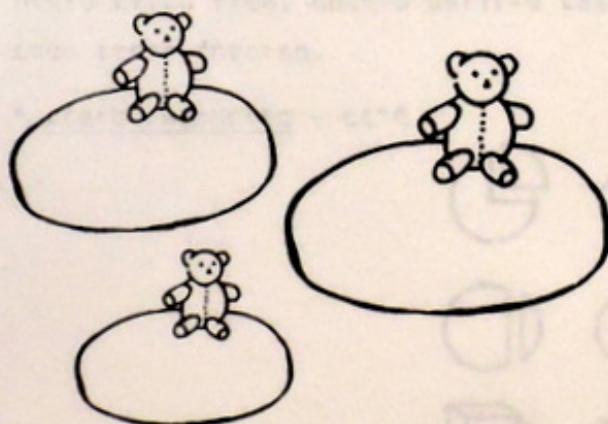
25



התומן הדרוגי: מספיק להתבונן אפקית, בכיפות בלבד, כדי למצוות את החסר

הכיפה החסורה לבין קיביה זו. בפעילות 1.1 נעשתה הבחירה אך ורק בעדרת התומן החזותי זהה (הדרוג); בפעילותו של לאחר מכן חלשנו בהדרגה תומן זה (ע"י הרחיקת טורדים זה מזה, ערבות הסדר המרחבי של גודלים שונים וככ') וחזקנו את בולטותו של המטר החזותי הקשור בראיות הפרופורציונליות (צופנו את העצמים הקשורים זה לזה מבחינות הגודל; הלבשנו עליהם "יעזר" בעל גודל מתאים אשר מבקש לאסוף אליו את - ה"מתנות" המתאימות לו בגודלן ולהרחיק את היתר, וככ'). במלים אחרות, הלכנו בפרק זה בדרך של שרשרת מדורגת לפי מידת הקושי, בה יחס בולטות המשיכת לבולטות התומן הולך וגדיל מפעילות לפעולות בקצב מתאים כדי לחזק את מושג הפרופורציה הילד.

בפעילות הנוכחית אנו מורותרים לחלוتين על התומן הדרוגי, וחשופים את חוש הפרופורציה של הילד להתחממות עם המטחים שבוח (אקריאות הפיזור; שינועי הגודל בין הזוגות) ללא "אש המסייעת" מן האגפים, כביכול, של מיזמנויות הדרגות.

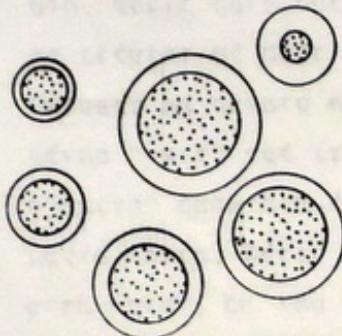


8 פעילות הכהה : 1) הדובונים מפוזרים בשטח, כל אחד בתוך מעגל הגיר שלו (אם הוא בגודלו פרופורציוני לדובון) עם ה"מתנות" שלו :
הגנןת מעיררת את המעלגים ומושיבה בהם את הדובונים, הילדים מחלקים להם את "המתנות" המתאימות ומעצבים את סביבותיהם בעדרת אביזרי פלסטילינה.

2) בדומה, מפזרים בשטח סידרה אחת של עצמים, כל אחד בתוך מעגל גיר בעל גודל מתאים, והילדים ממשיכים לפזר עצמים של סדרות אחירות לתוכן אותם המעלגים ("מכינים לכל דברון את שולחן יום ההולדת שלו"). לבסוף מגיעים גם הדוברניים ומתיישבים מעגלים שלהם.

9

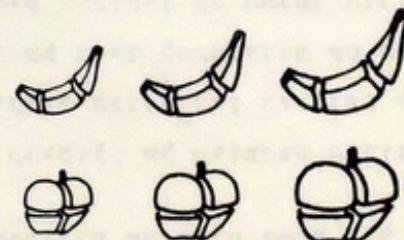
"מה יוציא דופקן מה הרוחף?"



עיגולים קרטון צהובים
על גבי לבנים :
אייזה חחריג ?

זרגות, השיכים לשתי סדרות, מפוזרים בשטח. בתחילת בני הזוג כולם מתאימים זה לזה.
ילד יוציא החוצה (או מסתורב לאחור) ומשבשים את אחד הזוגות כך שהפרופורציה נפגמת,
ועלינו לגלות את השיבוש (וلتකנו).

בדומה - לגבי כיפות על קוביות, מפרשין על סיירות, עיגולים על ריבועים, מצלגות
וסכינים, וכו' וכו'.



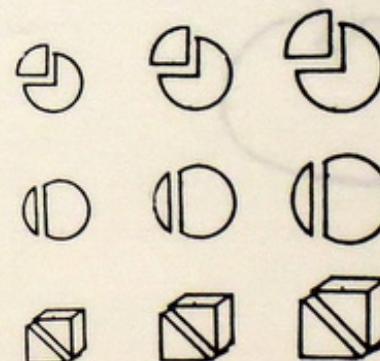
שלם וחלקיו - תלת מימדי

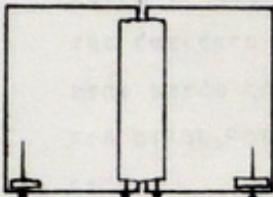
10

* פאזל פרות מפלסאלינה/חימר/גבש :

כל פרי מופיע בכמה גדלים, כל פרי מחולק לכמה חלקים בדומה דומה. החלקים מפוזרים במרחב
בשטח וצריך להרכיבם.

* גופים גאומטריים - כנ"ל :

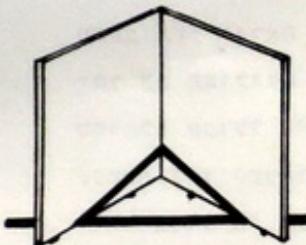




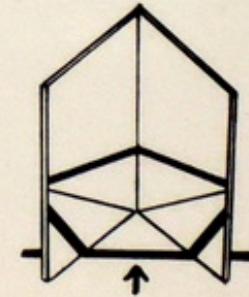
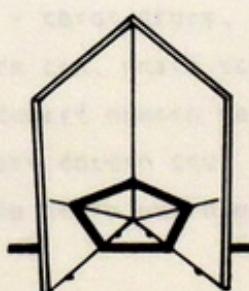
מצולעים גדולים וקטנים - בעזרת מראות כפולות

פעילות זו נועדה להמחיש לילד בדרך הוריגינית - קינטיית את המעבר הדינמי מעוררת זו מימדיות קטנה לגדרלה, תוך שמירת העוררת. לשם כך תשמשה לנו ה"מראות הכפולות" מיחידת ח"ג, - "מסימטריה לגאותריה". אלה הם שני לווחות מתכת ממורקמת, או מראות זכוכית, בגודל של $C-15 \times 10$ ס"מ מחוברים מאחור ע"י סרט בד-דק, כך שהן יכולות להסגר ולהפתח לכל צורך.

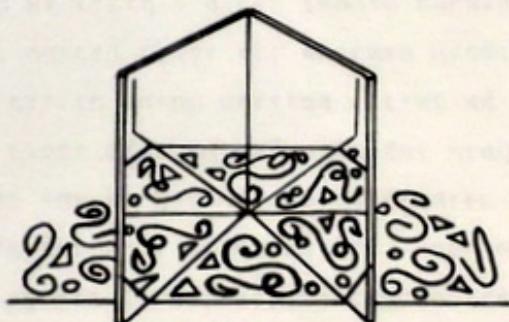
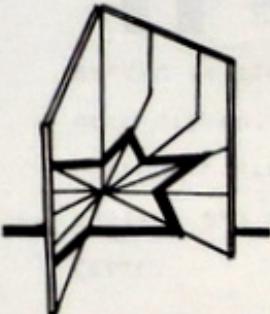
11



נלחים או נבדיק 4 סיכות בתחתית המראות, بعد האחורי, שראשיהן בולטות החוצה כמ"מ בס"ה. הסיכות נועדו לכך שהמראות תוכלנה "לנסרע" בקלות על פני הניר בעת שימושיהם אותן בזרות פתיחה מסויימת וביצע על שטח אורקי ישר. מציגרים או מלביקים פס אדום ישר, בעובי של כס"מ, על משטח לבן אורקי ישר, ומעמידים את המראות על המשטח כך שהן יוצרות יחד עם קטע של הפס מרולש שורה שוקיים. ההתקופיות של הפס בתוך המראות יוצרות יחד איתו מצולע משוכל. מספר הצלעות של המצולע גדול ככל שטוגרים את הזווית שבין המראות ("יחס הפוך! ") בוחרים זווית מסויימת בין המראות כך שתתקבל מצולע - משוכל מסויים, נניח מחומש. אם עתה "נסיע" את המראות אחורה, מבלי לשנות את - הזווית שביניהן (כך שקודודה יתרחק מן הפס), נראה שהחומר תופח וגדל אך מבלי לשנות את צורתו. אם נסיע את המראות קדימה, המחרמש יצטמקשוב עד אשר ייעלם - לגמר (כאשר קודקוד הזווית עובר את הפס).



בצורה זו אפשר להגדיל ולהקטין כל מעולע משוכל, בין שמדובר במשולש שווה צלעות ועד למעולעים בעלי 8 או 9 צלעות. אם נשים את המראות על הפס בצדקה שתיצורנה אותו משולש קהה-זווית, נראה בתוך המראות "כוכבים" - ואם המשולש קהה-הزاויות הוא בזווים $30^{\circ}, 30^{\circ}, 120^{\circ}$ - נראה מגן דוד, וכמו כן גם את אלה אפשר להגדיל ולהקטין כנ"ל.



אר החורזינה האמיתית תהיה הילד כאשר "יסיע" את המראות על פניו השולדים של ציר עלייז שלו עצמו: גונדר את הילד למלא דף - עד לשולדי השרים - בצדדות ובבעיטים מרחיבי עיניים (לאו דרока בא בעלי שימוש), ונראה לו כיצד לשים את המראות על הנגיד כך שתיצורנה יחד עם השולדים משולש שווה שוקיים. בתוך המראות ישתקוף מעולע משוכל שנוצר מהשתקפות חזרות של אותו קטע של הציר שלו שנמצא בין המראות. בESCO את המראות אחורה ייחשף קטע (משולש) יותר גדול של הציר שלו והמעולע יגדל בהתאם.

בצורה דומה יוכל כמוון גם לקבל מגן-דוד גדול וקטן. ע"י פעילות זו יעגן הילד בתודעתו באופן ישיר את מושג ה"הגדלה הפרופורציונלית" של צורה.

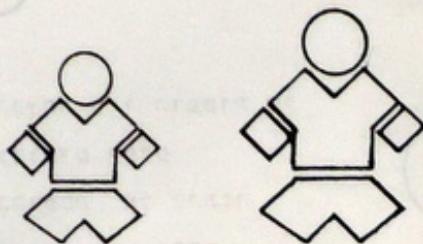
12 שלם וחקלינו - דר-מיידי

בהתמשו באלמנטים דו-מיידיים (ר' "צירז") - כפיסי קרטון, גזרות נייר עכברני, שקפים מצורניים, הדפסות תווורת בית, התזות צבע, הדבקות עליים ועוד - יכול כל ילד למצוות שדה נרחב לתרגול הראיה הפרופורציונלית, אם מתווך רצון להגדיל צירוףיפה שיצר, אם כדי להנץיח בקטן צירוף גדול, ואם כדי לפטור "פאזל" דו-מיידי בו מעורכבים חלקים מצורה מסוימת - שמופיעה כמה פעמים בגודלים שונים.

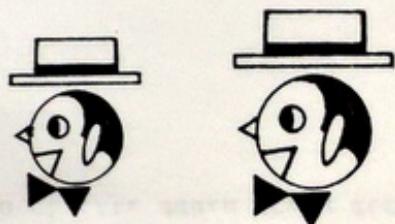
29

בכל המקרים שלහלן, נתונים החלקים במעורבב,
ועל הילד להפריד ולבנות בנפרד
את הדמות הגדולה והקטנה :

פאדל חלקי לבוש:

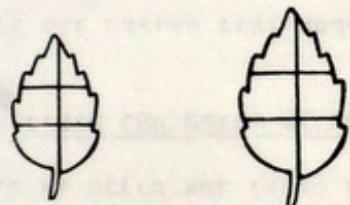


פאדל פרצופים:

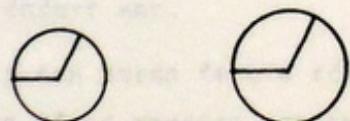


פאדל עלים:

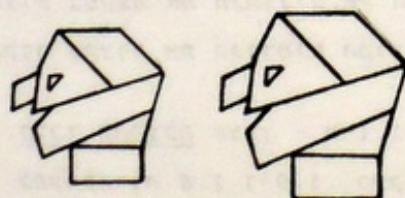
(עללים טבעניים)

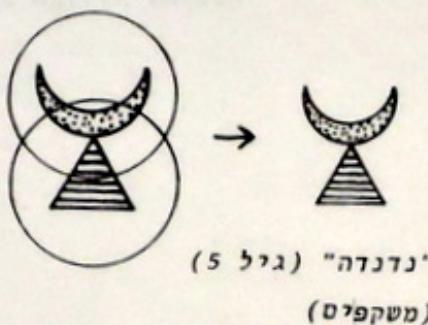


פאדל צורות גאומטריות:

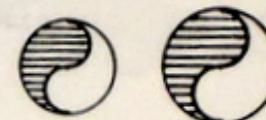


טנגרמים, לפי דגם מוקען





הנעה ע"י הדפסות של
צروفים יפחים
בהדפסה, או בחתזה
סביב גזרי נגיד



לשם כך רצוי שתහיה לכיתה ערכיה של שקיפי ענק עם אורתן צוררות וצבעים כמו בקטן (הדבקות נגיד עלוף על שקיפי עלולויד). צירוף יפה במיוחד ניתן לבדוק על חלון הכיתה. האור העובר דרך הצירוף נותן אפקט של "חלונות שאגאל".

13 висота и ритм кроши של הפעילותיות

המוראה או הרגנת אשר ניסתה את הפעילותיות שתוארו עד כה בחוברת זו, לבתוח עמדה על כך שקיימות תנודות בלתי נמנעות ברמת הקoshi של הפעילותיות והחת-פעילותיות. יתר על כן, מה שקל לתלמיד אחד ייתכן והוא קשה לתלמיד אחר.

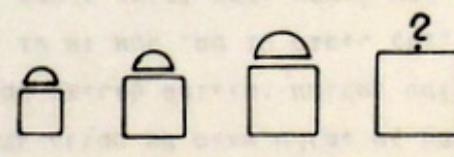
על כן היא זוקה לדרכים ולאלטרנטיבות שיאפשרו לה לנוסח את רמת הקoshi - כמובן, בו ברגע שהיא עומדת על כך שפעילותות מסוימת קשה או קלה מדי לקבוצה מסוימת, היא תוכל כהרף עין וללא טרחה הרבה לשנות במקצת את הנתרנים של הפעילותות כך שזו מתאימים יותר לקבוצה או ליד ש לפניה. בסעיף הנזכר – נסקרו בקורה את הגורמים הקובעים את רמת הקoshi; כמו כן נציג אמצעי פשוט נוספים להעלאתה.

1. דרכי הפעלה עצמן - מ-1.1 ועד 1.12 - מתקדמות מן הכל מאד את היוטר קשה, כפי שהוסבר בהקדמה לפעילותיות 1.8 ו-1.9. התקדמות זו היא בעודים קטנים ואטיים ומוגדרת לילדים החלשים ביותר. ילדים חזקים יותר יכולים לפעול על פעילות או על תחת-פעילותות זו או אחרת.

2. העצמים המשמשים להפעלה - יש והן תומכיהם יותר ויש והם תומכיהם פחות בראיות הפרופורציה, ויש מהם סיכון החזותיים הקשורים בעוצםם הם בולטים:

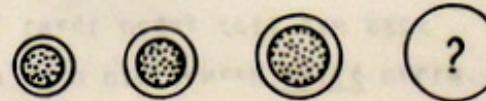
- * בדרך כלל, קל יותר לילד לפעול עם גורפים תלת-מימדיים מאשר עם כפיסים, קרטיסים או שקפים דו-מימדיים (זאת בהנחה, כמובן, שיתר הגורמים שלහן שורדים בשנייהם).
- * בעוררות גאותרדיות פשוטות קל יותר לראות את הפרופורציה מאשר בפרות, כתמים חופשיים וכו'.
- * עוררות בעלות משמעות רגשית ישירה לילד - כמו פרעופים, עיניות, תנחות גוף, חיות שקרובות לו במירוח יותר להבלת דמיון ושורגי צורנאיים (ועל כן - לראיית הפרופורציה), מאשר צורות שאין לבנטירות לו במירוח כמו צורה ספציפית של עלה או ספל. זאת הודות לרגישות מיוחדת של הילד לפרטי ההבעה של הפרעוף או החיה.
- * בראיות הפרופורציה בין אברי שתי סדרות, קוביים הביטיים תיפוקודים והביטיים חזותיים. הקשר התיפוקודי המוכר בין סירה למפרש (ולקערת המים) משמש גורם תומך בראיות הפרופורציה הנכונה, שעה ש"כל יחס גדלים הוא אפשרי" בין קובייה לכדורי. מאידן, קיבים קשר חזותי תומך בין $1/4$ ליגול לבין $1/4$ המשלבים שאנו קיימים בין הקובייה לכדורי. קשר זה אינו תיפוקודי אלא אסתטי ומתבקש ע"י הדמייה שלנו להרמוניה חזותית ולשלמות ופשטות של הצורה הסופית.

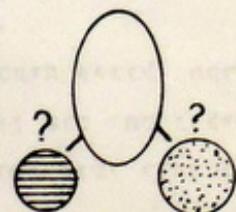
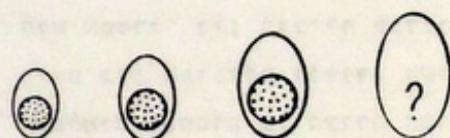
* גם בתיאום החזותתי קיימות וריאציות עדינות מאוד שיכלולות לשנות את בולטות הקשר מן הקצה. למשל, שני הערופים בין קובייה וכיפת המתוארמים בעמוד יש הבדל קל ביחסו הגדלים בין הקובייה והכיפה.



בעמוד הראשון, יחס הרוחבאים הוא $1:0.8$, בעוד הוא $1:1$.
בעמוד השני התלבבות הפיניות יותר מעין "קליק" בין השנאים ובמעט שלא נשאר כל מקום לטעות במציאות הכיפה החסירה, בעוד שבפתחון הבועה הראשונה המקומות לטעות הוא גדול.

מאידן, בבעית עיגולי הקרטון הצהובים המונחים על הלבנים אין שום יחס גדלים שיוצר קליק מיוחד, וכולם שיכולים לרמת קושי יותר גבוהה:

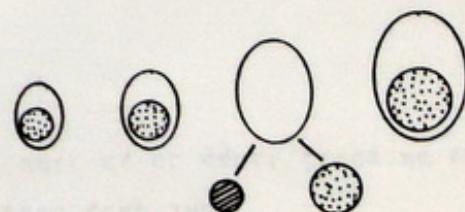




* המשמעות האושעניאטיבית של ציור או צורה עשויה להפוך קשי בבלתי שמעוני למשמעותי, רע"י כך - להקל במידה רבה את ראיית הפתרון. לדוגמה, בעיית "חלמוני הביצה" היא לכורה לא שRNA עקרונית, אולי אפילו קצת יותר קשה מבעית עיגולו الكرטון הצהובים על הלבנים. אלא שמי שמתבל בעיגולי הקרטון העוביים המרוחקים, הפעם, על צורות קרטון דמויי ביצה, יראה לפניו גם שורת עיגולים - לפחות بلا יודעים. מאחר ועינינו הם נושא משמעות מארוד, הרגשות שלנו היא גדולה לכל שינוי קטן בפרופורציה (doneaha b'di shinori b'hava), ועל כן נהיה רגישים הרבה יותר גם בביטחון החלמוניים. כדי לבדוק זאת, מספיק להציג את בעיית החלמוניים גם כשלו אונכיים, ולהשווות את התוצאות בכיתה עם צורת ההצעגה הקודמת. יתברר שאנו הרבה פחות רגישים לסתירות ושינוריים במצב זה. הוא הדין בעת הפיכת העינונים ב- 90 או ב- 180.

במידה והדבר משתלב באופן טבי במלחן הפעולות, כדי אייפוא לשאול מדי פעם לצד זה או אחר "מה זה מזכיר לך?" או "למה זו דומה?" כאשר הוא עוסק בעিירוף מסוימים. תשובה תתן לנו תרונה רבת ערך ורעיוןנות כדי לווסת את מידת הקושי של הפעולות.

* בנוסף למסורת מהסוג הנ"ל, שם רלבנטיים באופן ישיר לראיית הדמיון הczoroni (חרף השינוי בגודל), קיימים מסרים אחרים שאינם קשורים לכך בכלל. מסרים כאלה יכולים להיות מסרים מסכנים (למשל, מבין שני - מושמדים לחלמון החסר, הנכוון הוא כחול ואילו הבלתי נכון הוא בעצם הנכוון (דחיפה). וכך גם מוגן העבע משמש מסיח חזק מראית הגודל הדרושים.



המסרים הצדדיים יכולים גם להיות מסרים תומכים ("תומכים שלא במתכוון", כביכול): למשל, כאשר החלמון המודען הבלתי-נכון הוא בעצם חחול וайлן הנכון הוא צהוב: כאן גודלו בלבד של העיגול הכחול היה מספיק להחליט שאיננו נכון, וה בעצם החחול מחזק החלטה זו.

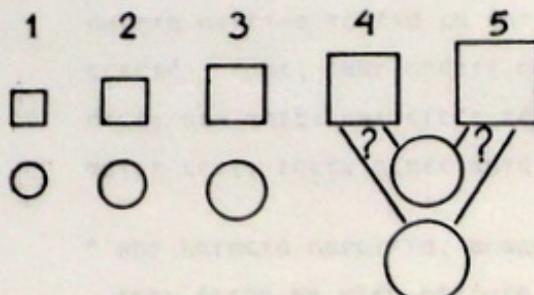
* אחד התומכים המרכזיים, שהשתמשנו בו בעוריה פרחתת והולכת בפרק זה, הוא הדרוג לפי הגדל של הסדרות. כפי שראינו, ניתן לווסט את מידת הבלתיות שלו ע"י צורת הארגון בשטח של האבייזרים: כשהסידרה מאורגנת בשורה צפופה, הדרוג בולט מאוד וכשהיא מפוזרת בעוריה אקראית בשטח - כמעט ואין מרגש.

נוסף עתה עוד גורם אחד שבעדתו נוכל להעלות את רמת הקושי. נזכיר שלפי הפילוסופיה של תכנית ח"י אין למידה שימושית של ממש אלא ע"י התגברות (עצמאות) על מסרים שמסיחים ממנו. הלמידה היא הטרבה ביותר כאשר הילד ערמד בהזאה אחר זה בפניו "משמעות" יותר ויותר "גבוהות" של מסיחים הולכים ובלתיים, וכך אשר שרשות זו של התנסויות היא "אופטימלית". ככלمر, ההגדלה במידת הקושי משוכחה למושכה היא גדולה מספיק כדי לשמש חידוש ואותגר, ומайдן, היא קינה מספיק כדי שתהיה מושבחת הצלחה גם במשימה החדש. כאן קובע שבתנאים אלה "הצלחה גוררת הצלחה", ד"א - נוצר מצב בו עצם היכולת להתגבר על משוכחה מסוימת (שהיא בקצת גבול היכולת של הילד) מעלה את גבול היכולת, ומאפשרת לו להתגבר על המשוכחה החדש (אם אכן גם זו נמוצאת בקצת גבול היכולת החדש שלו). "שרשת" אופטימלית" זאת של ההצלחות יוצרת "תhoodת למידה" שהקצב שלה, עמידותה לעתיד ויכולת העברה שלה לשוחים אחרים היא שונה בעוריה איקונית מלמידה שאין בה מכניزم זה.

כאן קובע שכמעט ואין אנר מתערבים בתהיליך - לא לתיקנו ולא לשבחו!

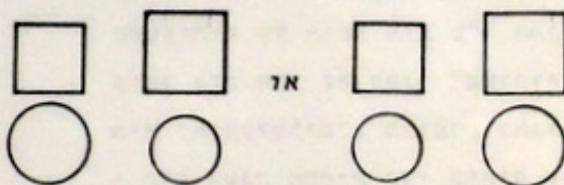
זאת הוכחנו בשורה של מחקרים מבוקרים שבוצעו בשנים האחרונות.

השינוי האופטימי משוכחה שוניה לרמות שונות של הילדים, אך אם מכינים בפני הילד "בנק" סביר של אלטרנטיבות (כגון, פלטינה ובחירה של אבייזרים) ומשאירים חופש פעולה נינוח, החוש הטבעי שלו ינחה אותו לבחור מעצמו את הוריאציה המשמעותית לו. כאן קובעת נוכנותנו להאמין. באוטו קול פנימי דק בתוך כל ילד. זהו קול שמנח אותו להבחן ואפשר לחש לו להudyif פעילות שיש בה מושם התמודדות אך שעדיין יכול להחיל עליה את המושג או המימוניות שזה עתה הצליח בהם. אם נאמין בקול זה, נוכל לוותר ביתר קלות על ההתערבות הסמכותית שלנו, שבפניה כרבען קול פנימי זה משתמש לחלוטין ג'айлד נעשה תלוי בנו, על חשבונו האוטם האינטלקטואלי שלו,



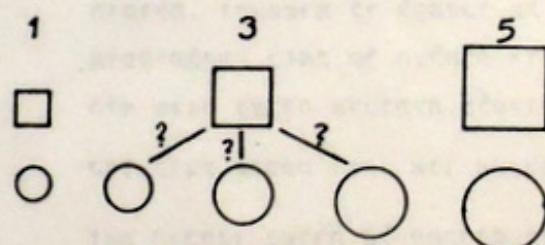
על כן חשוב כל כך ללמוד לנורמת רמת הקושי של הפעולות, ונראה עתה עוד דרך נוספת לבצע זאת.

* ניתן לנורם לפעולות התאמה לרגילה היא מסרג "ה מבחנים האמריקאים" קלומר - בחירת תשובה אחת מתוך כמה אפשרויות. נניח שכבר התאמנו 3 מתוך 5 זוגות, ונשאר לנו להתאים את שני הבדוריים הנוראים לשתי הקוביות הנוראות. זהה שאלת "בחן אמריקאי" עם בחירה בין שתי אפשרויות :



כאן הניגוד בין שני העזרופים האפשריים הוא גדול, והבולטות של התשובה הנכונה היא גבוהה, ולכן זהה "משוכה אינטלקטואלית" נוראה עבור הילד. כדי להפוך זאת למשוכה יותר קשה, ניתן להרצעיא מן המשחק שתיים מן הקוביות, ולהשתאיר את הבדוריים 4, 3, 2, 1 לביצעה בלבד בז-זוג לקוביה 3 :

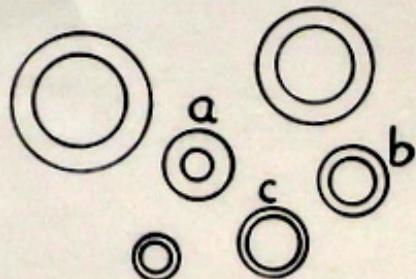
גם זהה "שאלת-בחן-אמריקאית" שנוכל לנורם
"איזה הם המיותרים ?"



בדרכו זו ניתן לשנות את רמת הקושי של מרבית הפעולות בפרק זה, בתנאי שהסדרות כוללות לפחות 4 עצמים: זה כולל את הפעולות 1.6, 1.4, 1.3, 1.2, 1.1 (חוץ מהעבורה עם צמר גפן), 1.12, 1.10, 1.9, 1.8.

היעצוב בעזרת פלסטילינה (1.5) אינו מסרג המבחן האמריקאי: כאן כל רצף האפשריות פתוח בפני הילד ("בחן רפואי") (1.9) הואבחן אמריקאי מסרג פשוט במוחך. כדי לתחכם אותו, ניתן להוסיף בשלה גם את התשובה הנכונה וגם את תשובה בלתי נכונה נוספת - שרטוח בעלות עיגולים חיצוניים שוויי - גודל (a, b, c) ועל הילד למצוא את שני המיותרים (a, b, c).

35



בש"ח, יש בידינו איפוא כמה דרכי בלתי תלויות לשחק עם רמת הקושי של הפעולות ולהתאיםו, תוך כדי עוברנו בכיתה, לרמת כל קבוצה או כל ילד, וכך שיתר ויתר ילדים ייכנסו ל"תhoodת הלמידה" שהזכרנו.