



מוזיאון מדע באן היילדים כמוקד המפתח חקר, גילוי ולמידה אינטראקטיבית משולבת חוויה

דיאנה אלדרוקי פינוס ומיה הורוביץ

מוזיאוני מדע פעילים מתאפיינים בתערוכות המזמינות את המבקרים לגעת, לחוש, לחקור וללמוד תופעות טבעיות שונות על ידי התנסות אישית. התערוכות הפעילות משקפות תפיסה חינוכית, לפיה התנסותם הישירה של הילדים עם העולם נותנת ביטוי לסקרנותם הטבעית כלפיו. בגן לילך בבאר יעקב החליטו הילדים והגננת ליצור בגן מוזיאון מדע קטן, המציג תערוכות פעילות. במהלך המיזם לקחו הילדים חלק פעיל בכל שלבי תהליך הפיתוח, הבנייה וההפעלה של המוזיאון ויצרו חווית למידה מעמיקה ומשמעותית.



מבוא

מתי בפעם האחרונה ביקרתם במוזיאון מדע? ייתכן שביקרתם במוזיאון במסגרת חופשה משפחתית או שערכתם ביקור עם ילדי הגן באחד המוזיאונים הקרובים ליישובכם. מוזיאוני מדע מושכים קהל רב של ילדים צעירים ומשפחות – לא עוד מוזיאון שבו אסור לגעת במוצגים, אלא הזמנה לגעת, לחוש, להפעיל ולשחק עם תופעות טבע. התערוכות הפעילות משקפות את התפיסה החינוכית של מוזיאוני מדע, הרואה את הצורך של הילדים בהתנסות ישירה עם העולם הסובב אותם כדרך לייצר הבנה ולקשר בין תופעות שונות. בעקבות ההתנסות עם המוצגים

הפעילים, הילדים מוזמנים ליצור משמעות ולייצר חיבורים בין תופעות, חוויות ורעיונות.

מאפייניו של מוזיאון פעיל

כדי להבין את מהותו של המוזיאון הפעיל, מאמר זה יבליט שלושה מאפיינים ייחודיים שעומדים בבסיסו ודרכם יציג כיווני מחשבה לכל גננת שתראה להקים מוזיאון מדע או מוזיאון פעיל אחר בגן הילדים.

מוצגים המיועדים להפעלה

בתחילת המאה ה-20, מוזיאון המדע במינכן נהג לשלב עמדות פעילות בין תצוגות ואוספים של ציוד טכנולוגי וכלים מדעיים. באמצעות לחיצת כפתור או הפעלה מכנית, המבקרים הפעילו מכונות שהדגימו תופעות. ההדגמות היו ממוקדות בתופעה אחת, לרוב מתחום הפיזיקה או הטכנולוגיה, היו עשויות בקפדנות והעבירו מסרים ברורים. עם הזמן החלו מוזיאונים נוספים לשלב דגמים להפעלה בתצוגות שלהם, אבל המוזיאון הפעיל הראשון היה האקספלורטוריום, מוזיאון המדע החלוץ בסן פרנסיסקו שנפתח בשנת 1969. הדגמים שהוצגו באקספלורטוריום והגישה שלו בכללותה הופצו עד מהרה על

ידי מוזיאוני מדע ומרכזי מדע ברחבי העולם. המוצגים הפעילים אופיינו בהוראות ברורות והציגו תופעות מרשימות שלכדו את העין ועוררו את עניין המבקרים. מתכנני המוצגים הגדירו מראש את התופעות שרצו להציג למבקרים ואת המסרים שעל המבקרים להפיק מהפעלת המוצג. בבסיס המוצגים הפעילים הראשונים עמדה הנחת המוצג שהתופעה המפתיעה תוביל את המבקרים לרצות לגלות את ההסבר לה ולחפש את התשובה בלוחית המידע הצמודה למוצג. כך, לעתים קרובות, קריאת הטקסט שלצד המוצג סימנה את סופה של האינטראקציה בין המבקר למוצג.

מטרת המוצגים הפעילים הייתה לאפשר למבקרים לבחור בין מגוון תופעות מתוך תחושה של הנאה ושליטה בזמן, במרחב ובשיתופי הלמידה שלהם. דוגמה לכך היא אחד המוצגים המרשימים שמושכים את העין במוזיאון המדע ע"ש בלומפילד בירושלים – המוצג גל ענק, הממחיש תופעה של היווצרות גלים והתקדמותם במים. לאורך קיר בקומת הביניים של המוזיאון ניצב מכל גלים ענק, שמדמה באמצעות מנוע את פעולת הרוח היוצרת גלים (ראו תמונה 1). יופייה של התופעה מושך את המבקרים להתבונן בגלים הנוצרים, מתקדמים



ילדים והוריהם בפעילות משותפת במוצג של בוריס אויכרמן בתערוכה משחקי אור וצל במוזיאון המדע ע"ש בלומפילד בירושלים. צילום: ששון תירם



במטרה לעודד ביקורים רב-פעמיים, נוצרה במוזיאוני מדע מסורת של יצירת מוצגים המאפשרים סוגי אינטראקציה שמעודדים חקר מגוון על ידי המבקרים. לא עוד מסרים מוגדרים מראש, אלא מתן אפשרות לגדולים ולקטנים לחקור תופעות בצורה מעמיקה ועצמאית יותר, ללא תלות בתיווך וללא מסקנה מוגדרת מראש, שכל המבקרים חייבים להגיע אליה. הדגש במוצגים אלו הוא התנסות עצמית בחקר ובגילוי, שמכוונים על ידי השאלות האישיות שכל אחד מהמבקרים מציג לעצמו

ונשברים בזה אחר זה. המבקרים יכולים לשנות את קצב הגלים על ידי לחיצה על הכפתורים, המשנים את קצב הפעולה של המדחף. פס כחול, המקביל למפלס המים, מסמן את גובה פני המים כשאין גלים. כשמפעילים את המדחף נוצרים גלים במים ואז אפשר להבחין בשינויים בפני המים. הגל מתקדם עד שעומק המים קטן מגובה הגל ואז הוא נשבר בחוף. הטקסט שליד המוצג מסביר ש"הגלים מתקדמים אך המים לא, כי הגל הוא דחיפה ("הפרעה") המתקדמת בתוך המים. המים עצמם אינם נעים קדימה. הגל מניע את מולקולות המים במעגלים קטנים, כך שהן חוזרות למקומן כשהוא חולף. בקרבת החוף, כשהמים רדודים, הגל נשבר וחלק מהמים אכן נעים לכיוון החוף. מצב זה אינו גל מבחינה פיזיקלית, ונקרא מישבר."

מדוע חשוב להפעיל ולהיות פעיל?

אפשר להבחין בין תגובות של מבקרים להדגמות שמוצגות בפניהם לבין מוצגים שהם עצמם מפעילים. התגובה להדגמה היא בדרך כלל "זה מפתיע", ואילו התגובה למוצג שהמבקר עצמו מפעיל היא בדרך

כלל "מעניין למה זה קורה". נמירובסקי (Nemirovsky, 1993) רואה בהפתעה תופעה חיונית, מרוחקת וממוקמת מחוץ ללומד. חקירה אמיתית מתרחשת כאשר הלומד מרגיש שיש משהו ששווה לעסוק בו, להתבונן בו ושיש לו את הכלים להתעמק בו. פעילות חקר דורשת זמן וריכוז ולעתים קרובות מוסחת דעתם של המבקרים במוזיאונים מדע כתוצאה מעודף הגירויים. לפי סאנדיפר (Sandifer, 2003), שני מאפיינים עיקריים של התצוגות האינטראקטיביות משפיעים על תשומת לבו של המבקר במוזיאון – חדשנות טכנולוגית והיכולת לפעול עם המוצג בצורה חופשית. היבטים אלה ונוספים של הלמידה הפעילה נחקרים במוזיאונים (Adams, Luke & Mousour, 2004; Atkins et al., 2009). לדוגמה, מתוך תצפיות על אינטראקציות של מבקרים עם מוצגים עולה שסרטוני הסברה ליד מוצגים מסוימים יכולים להפחית את ההתנהגות החקרית והעצמאית של ילדים בהם (Van Schijndel, Franse & Raijmakers, 2010). לעומת זאת, משחק פתוח (חופשי) יכול לעודד פעילות משחקית ולהאריך את זמן האינטראקציה ליד המוצג, אך אינו תורם רבות ליכולתו של המבקר לנסח עיקרון מדעי ספציפי (Allen, 2004). כך, למשל, באחד ממוצגי האקספולורטוריום יכלו המבקרים לגלגל גלגלים שונים ולערך תחרויות ביניהם. מפתחי המוצג בדקו את סוגי האינטראקציות שהתנהלו כאשר לרשות המבקרים עמדו גלגלים מעץ עם ריכוז המשקל בהיקף או במרכז. ההתנסות עם גלגלים אלה עודדה את המבקרים לגלות את מידת ההשפעה של ריכוז המשקל במרכז הגלגל, אך הפחיתה את הפעילות משחקית וצמצמה את זמן האינטראקציה, בהשוואה למשחק עם גלגלים שבהם יכלו המבקרים לשנות את מקום ריכוז המשקל על ידי שינוי מיקומן של המשקולות.

מוצגים הפתוחים לאפשרויות משחק וחקירה מגוונות של המבקר

לאורך השנים, ובמטרה לעודד ביקורים רב-פעמיים, נוצרה במוזיאוני מדע מסורת של יצירת מוצגים המאפשרים סוגי

אינטראקציה שמעודדים חקר מגוון על ידי המבקרים. לא עוד מסרים מוגדרים מראש, אלא מתן אפשרות לגדולים ולקטנים לחקור תופעות בצורה מעמיקה ועצמאית יותר, ללא תלות בתיווך וללא מסקנה מוגדרת מראש, שכל המבקרים חייבים להגיע אליה. הדגש במוצגים אלו הוא התנסות עצמית בחקר ובגילוי, שמכוונים על ידי השאלות האישיות שכל אחד מהמבקרים מציג לעצמו. כאמור, פעילות החקר מתחילה בתופעה מושכת ומעניינת, שלאחריה המבקר יכול להגדיר לעצמו מה ואיך הוא רוצה לחקור. כך, המבקרים יכולים לשאול שאלות שונות ולבדוק אותן במוצג, למשל: מה יקרה אם אנסה לזרז, להאט או לעצור את התופעה? או מה יקרה אם אפגיש בין שני כוחות מנוגדים? את התופעות יכולים המבקרים לבדוק באמצעות אביזרים הנגישים להם לצד המוצג. במהלך הבדיקה, המוצגים נותנים למבקר סוג של משוב (קולי, חזותי או אחר), כך שהמבקר מוזמן לעקוב אחרי פעילותו, לנסות שוב ולהמציא דרכים חדשות לבדיקה. דוגמה למוצג מסוג זה, המעודד חקר של המבקרים ושהות ארוכה סביבו, היא המוצג מגלגלים כספים, הממוקם בכניסה למוזיאון המדע בירושלים. המוצג בנוי כמשפך גדול והמבקרים מוזמנים להניח מטבע במגלשה קטנה הנמצאת בפתח המשפך ולשחרר אותה (ראו תמונה 2). האינטראקציה הפשוטה מזמינה מבקרים להניח בצורות שונות מטבעות (ולא רק מטבעות) ולעקוב אחרי התנהגותם במשפך. אם מבקר 'משכיב' מטבע על המשטח, המטבע מחליק למטה, ישירות לעבר הפיה, ונבלע. אם מבקר משלח מטבע מאחת מעמדות השילוח כשהוא 'צומד' על הצד הצר של המטבע, הוא יכול לצפות בתנועה הספירלית של המטבע במורד המשפך, כשהוא מסתחרר במסלול ארוך במעגלים (או אליפסות), שקוטרם הולך וקטן במהירות הולכת וגוברת, עד שהוא מגיע לפתח שבתחתית המשפך, שם הוא נופל למאגר המטבעות

למוזיאוני מדע פעילים נוכחות בולטת בעולם בכלל ובעולם המערבי בפרט. על פי נתוני איגוד מוזיאוני המדע האירופי¹ כ-40 מיליון איש מבקרים במוזיאוני מדע מדי שנה, ילדים ומבוגרים, במסגרת כיתתית או משפחתית

הפצ'ר?

¹ <http://www.ecsite.eu/about/mission>

לרוב, ביקורים במוזיאונים נערכים במסגרת קבוצתית – משפחתית או כיתתית. כך, ההתנסות סביב המוצגים היא בעיקרה קבוצתית ולעתים מודרכת. תערובת פעילות מעודדות פעילות קבוצתית, נשענות עליה ותומכות בה, כדי שחברי הקבוצה יוכלו לתכנן ביחד פעילות, לחלק תפקידים, לשתף פעולה, ללמוד זה מזה ולהחליף חוויות

שבתחתית המוצג. המבקרים משחקים במוצג מְשַׁחֲקִים שונים. הם עוקבים בדריכות אחרי המטבעות במסלולם, עושים תחרויות בין מטבעות שנשלחו בו-זמנית ובוחנים: האם המטבעות יתנגשו? האם מטבע גדול יותר ינוע במהירות גבוהה יותר? יופייה של התופעה, המתח לקראת התנגשות אפשרית בין מטבעות והאפשרות לחזור על הפעלת המוצג תוך בדיקה של מה שמעניין את המבקר – כל אלה תורמים להצלחת האינטראקציה².

דוגמה נוספת למוצג המעודד חקר של המבקרים ושהוא ארוכה סביבו היא המוצג מראת ריכוז עצמי, מאת האמן דניאל רוזין, שבו מודגמת התנהגות רטרו-רפלקטיבית של מראות. במוצג, הניצב אף הוא בכניסה למוזיאון המדע בירושלים, יש 34 מראות אנכיות (בין כל שתי מראות זווית של 90°), המונחות בקשת, כך שכל מי שניצב מולן משתקף בכל 34 המראות בטווח רחב של זוויות (ראו תמונה 3). לרוב, מוצג זה גורם למבקרים המופתעים לפעול עם כל גופם – הם מצלמים את עצמם, קופצים ורוקדים במקום, מתהלכים ליד המוצג ועוקבים אחרי השתקפויות במראה.

כדי להבין את האופן שבו מוצגים פעילים מעודדים אינטראקטיביות מעמיקה, נערך מחקר באקספלוורטוריום בסן פרנסיסקו, שבו החוקרים זיהו ואפיינו מוצגים שבהם נצפו חקירה פעילה ומשחק פתוח (Humphrey & Gutwill, 2005). מטרתם העיקרית של החוקרים הייתה לחפש דרכים לעודד התנהגות חוקרת ושאלת שאלות, במקום להציב מוצגים שמלמדים עיקרון מוגדר בדרך של הדגמה.

במחקר אותו מוצגים שלידם המבקרים בילו זמן רב יותר, התבוננו בפעילות של מבקרים אחרים, שיחקו, חקרו, שיתפו פעולה, שיערו השערות והקדישו זמן לבניית משהו חדש. המבקרים גם שאלו שאלות: "מה קורה כאן?", "האם אני יכול לעשות את זה?", "מה אם...?". תוצאות המחקר הובילו את החוקרים למסקנה כי יש מוצגים שמעודדים אינטראקטיביות מעמיקה המונחת על ידי המבקרים עצמם, וכי את התשובות לשאלותיהם המתעוררות בעקבות אינטראקציות עם מוצגים אלה הם בודקים באמצעות שכלול האינטראקציה עם המוצג. כך הגדירו החוקרים ארבע קטגוריות של מאפייני מוצגים פעילים פתוחים:

מחקר – מוצגים שמעודדים חשיבה אנליטית של המבקר. המבקרים מנסים להבין משהו מתוך האינטראקציה עם המוצג, לדוגמה, באיזו דרך תופעות שונות קשורות זו לזו. מוצגים אלו מעודדים את הצופה לבחון את השערותיו ושאלותיו באמצעות קו מסוים של חשיבה, שאותו הוא בודק ובוחן כדי להגיע למסקנה (לדוגמה, המוצג מגלגלים כספים).

גילוי – תופעות מסקרנות במיוחד, כגון היווצרות קרח, טורנדו או מערבולת, מובילות את המבקרים לפעול על מנת להשיג תוצאות מעניינות או מהנות (לדוגמה, המוצג מראת ריכוז עצמי).

תצפית – מוצגים המעודדים התמקדות ושימת לב לפרטי התופעה או לשינויים המתרחשים בה במשך הזמן (לדוגמה,

המוצג גל ענק).

בנייה – מוצגים המעודדים את המבקרים ליצור דברים בעצמם בצורה חופשית, כגון מעגלים, צורות ומערכות, ולפתח את יצירותיהם (לדוגמה, גופי הבנייה הכחולים וחצר החול באגף הילדים, ראו בהמשך).

המוצגים הפעילים הפתוחים דומים לדרכי הלמידה של ילדים בגיל הרך ומציגים מספר רב של אפשרויות לאינטראקציה, משחק וגיוון. באופן כללי, אפשר לומר שארבע הקטגוריות הנ"ל מאפיינות גם את החקר בגן. אך בעוד שלקטגוריה הראשונה – רכישת מיומנויות של רכיבי חקר – לרוב יש צורך בתיווך הגננת (שיכולה, למשל, לזמן לילדים גירויים מעניינים המעודדים שאלת שאלות ממוקדות), שלוש הקטגוריות האחרות מעודדות פעילות משחקית ויכולות להתבצע באופן עצמאי וספונטני, בדומה לזו הנהוגה בגן בעת טיול בסביבה הקרובה או בעת התבוננות בשינויים שחלו בגינה או במרכז הבנייה. המשחק עם גופי בנייה, למשל, הוא משחק פתוח: אין הוראות בנייה ואין דרך אחת בלבד לבנות. במשחק כזה, כמו באינטראקציה עם מוצגים פעילים פתוחים, אין חשש לבנות בצורה לא נכונה, שכן אין שיטה מנחה או תוצאה מוכתבת מראש. ייתכן שלבנייה גדולות תעודדנה את הילדים לבנות בניינים ולהיכנס לתוכם ולבני בנייה קטנות תאפשרנה להם ליצור עולמות דמיוניים קטנים או לחקות מציאות מוכרת (בניית גן ילדים או שדה תעופה), שתשמש להמשך משחק ופעילות. תוך כדי בנייה ומשחק הילדים מפתחים יכולת תיאום עין-יד, שהיא חיונית ביותר להתפתחותם (לדוגמה, בעת הנחת לבנים זו על זו בצורה מדויקת). נוסף על כך, הילדים מתנסים בוויסות הכוח שהם מפעילים (לדוגמה, בהפעלת מידת הכוח הנדרשת והרצויה כדי לא למוטט מבנה בנוי). פעילויות בנייה מאפשרות לילדים לתכנן ולדמיין כיצד לחבר בין שני גופים במטרה ליצור את המבנה שתכננו. לאורך תהליך הבנייה הילדים לומדים על תכונותיהן של לבני

² סרט על המוצג מגלגלים כספים: <https://www.youtube.com/watch?v=ZgVjjG182-Q>



תמונה 2: המוצג מגלגלים כספים במוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים. משמאל: ילדה מניחה מטבע בכך השילוח. צילום: צוות מוזיאון המדע



תמונה 3: המוצג מראת ריכוז עצמי במבואה של מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים.
צילום: צוות מוזיאון המדע

בסביבות הלמידה במוזיאון המדע, המבוגר (הורה, גננת או מדריך הקבוצה) מוזמן לפעול יחד עם הילדים – לתמוך בפעילות שהילדים מעורבים בה, לזהות את תחומי העניין של הילדים ולהרחיבם. חלק מהמוצגים וסביבות המוזיאון מזמנים שיתוף פעולה, ובאחרים יכולים הילד והמבוגר להחליף תפקידים ולגלות כיצד כל אחד מהם בוחר לפעול

הבנייה, על גודלם של החלקים השונים, על יציבותם של מבנים ועל הכוחות המופעלים עליהם, ומחפשים דרכים לאזן מבנים לא יציבים ולחזק מבנים שנפלו (קסנר ברוך וברודי, 2015).

במוזיאון המדע ע"ש בלומפילד הילדים מוזמנים לשחק במתחם גדול ובו גופי בנייה ענקיים העשויים מחומר ספוגי כחול ורך (מערכת של מגרש משחקים דמיוני הנקראת ³imagination playground). במתחם יש מבחר עשיר של גופי בנייה (תיבות, מְחָבְרִים, גלילים, חלקי מסלולים ועוד), המזמנים את הילדים לתכנן ולבנות בצורה חופשית (ראו תמונה 4). בחלל זה הילדים מפעילים את דמיונם ועומדים בפני האתגר לעצב מחדש את המרחב סביבם, תוך כדי משחק המתבצע בשיתוף פעולה עם ילדים אחרים.

- תוכן המוצגים רלוונטי וקשור לידע הקודם של המבקרים;
- טקסט נוח לקריאה.

אינטראקציה משמעותית עם מבוגרים מהווה חלק מתהליך הלמידה של ילדים בכלל (ויוקסי, 2003) ושל ילדים במוזיאון בפרט (Crowley & Callanan, 1998). בסביבות הלמידה במוזיאון המדע, המבוגר (הורה, גננת או מדריך הקבוצה) מוזמן לפעול יחד עם הילדים – לתמוך בפעילות שהילדים מעורבים בה, לזהות את תחומי העניין של הילדים ולהרחיבם. חלק מהמוצגים וסביבות המוזיאון מזמנים שיתוף פעולה, ובאחרים יכולים הילד והמבוגר להחליף תפקידים ולגלות כיצד כל אחד מהם בוחר לפעול. מתוך תצפיות שנערכו בסביבות מוזיאליות, הסתבר כי פעמים רבות הורים, בשיחתם עם הילדים, מקשרים בין מה שהם עושים במוזיאון למשהו מוכר, למשל לחוויות קודמות שהן חלק מההיסטוריה המשפחתית המשותפת (McClain & Zimmerman, 2014). הסביבה אמורה לתמוך בפעילות זו, כלומר, לאפשר להורים להקשיב לילדים וליצור הקשרים, ולצד זה לאפשר להורים עצמם להתעניין בתופעות ברמת הידע שלהם.

ילדים לומדים גם מתוך התבוננות וחיקוי פעילותם של ילדים אחרים שמבקרים בתערוכה. נמצא, שלעיתים קרובות, ילדים צופים בילדים אחרים ולאחר מכן מפעילים את המוצגים בהתאם לפעילות שבה צפו (Meisner, 2007). הפעילות מתפתחת ובמקרים מסוימים יכולה להוביל לצורות חדשות של שיתוף פעולה בין ילדים.

הדוגמה שלהלן מתארת פעילות משפחתית שמתרחשת במרחב חצר החול – גן שכטר במוזיאון המדע בירושלים (ראו תמונה 5). בחצר החול שבחצר אגף הילדים במוזיאון, הילדים מתכננים מבנים, לומדים על תהליך התיכון (תכנון ופיתוח הנדסי) והבנייה, חוקרים מבנים יציבים ויוצרים שרשרת חול (באמצעות מילוי חול בשקיות בד חזקות ואטומות) שמשמשים כלבני בנייה. כאשר הילדים נכנסים לחצר החול עומדות בפניהם כמה משימות, שרשומות בעמדת המידע ועל הקירות בחצר החול. כל משימה מלווה בסיפור מסגרת רלוונטי, שמהווה מוטיבציה למציאת פתרונות שונים. להלן דוגמאות למשימות: בניית מחסה לעצמם,

מוצגים המיועדים לפעילות של קבוצה

המאפיין השלישי של מוצגים פעילים מוצלחים הוא מוצגים אשר נועדו לפעילות של קבוצה. לרוב, ביקורים במוזיאונים נערכים במסגרת קבוצתית – משפחתית או כיתתית. כך, ההתנסות סביב המוצגים היא בעיקרה קבוצתית ולעיתים מודרכת. תערוכות פעילות מעודדות פעילות קבוצתית, נשענות עליה ותומכות בה, כדי שחברי הקבוצה יוכלו לתכנן ביחד פעילות, לחלק תפקידים, לשתף פעולה, ללמוד זה מזה ולהחליף חוויות. בעת תכנון תערוכה, ההתייחסות לרכיב החברתי מתבטאת ביכולת של כל עמדה להכיל כמה מבקרים פעילים בו-זמנית, בבידוד אקוסטי המאפשר לנהל שיחה, בחשיבה על אזורים גמישים לריכוז קבוצות בגודל משתנה סביב המוצגים ובגורמים נוספים. הרכיב החברתי של הביקור במוזיאון זוכה להתעניינות רבה מצד אנשי המוזיאונים. לדוגמה, חוקרים מציינים כמה מאפיינים של מוצגים המעודדים למידה במסגרת משפחתית (Borun et al., 1998):

- מוצגים שכל המשפחה יכולה לפעול יחד סביבם;
- מוצגים שיש בהם עמדות הפעלה רבות;
- מוצגים נגישים ונוחים להפעלה של ילדים ומבוגרים;
- מוצגים הנותנים תוצאות שונות ובכך מעודדים את המשפחה לבלות זמן רב ליד המוצג ולפתח שיחה;
- מוצגים הפונים לחושים השונים;



תמונה 4: ילדים בונים בשיתוף פעולה במתחם גופי הבנייה הכחולים במוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים. צילום: אבי חיון

בבואנו כקבוצה למזיאון מדע יקדמו את פנינו מדריכים. תפקידם הוא לסייע למבקרים במזיאון ולהפוך את המפגש עם המוצגים והתערוכות לחוויה חינוכית ומדעית. המדריכים מתווכים בין המוצגים והמבקרים ומעודדים אותם לפעול, לחקור ולגלות

לבובה, לחיית מחמד וכו' – אתגר המעודד בנייה של מבנה תוחם; בניית ריהוט לחצר החול כדי שההורים יוכלו לשבת ולנוח – אתגר המעודד חשיבה על עיצוב מושבים הנושאים משקל אדם.

כמו שבשגרת הגן יש הזדמנויות רבות לשיתופי פעולה בין ילדים כך גם הפעילויות במזיאון מזמנות שיתוף פעולה, התמודדות עם תהליכים של פיתוח ובנייה וטיפול חשיבה ולמידה. בחצר החול נדרשים הילדים להתמודד עם בעיה ולומדים מתוך סיוע של חברי המשפחה שנמצאים אתם או התבוננות בפעילותם של ילדים אחרים (ראו תמונה 6). הפעילות בחצר החול מזמנת פיתוח דפוס חשיבה הנדסית המתאימים לילדים והתנסות בתהליך התיכון. כמו כן, הילדים מוזמנים להשתמש בשקיות הבד שמולאו בחול על ידי ילדים שפעלו במקום לפנייהם, ואם התכנון מחייב שקיות נוספות, הם יכולים להזמין שקיות מלאות חול מ'המפעל' (מתקן למילוי השקיות בחול). תוך

כדי משחק עם השקיות, הילדים משתפים פעולה, בודקים את חוזק המבנים, מחזקים את המבנים הלא יציבים ומשכללים את שיטת הבנייה.

תפקידם של המדריכים במזיאון מדע אינטראקטיבי

בבואנו כקבוצה למזיאון מדע יקדמו את פנינו מדריכים. תפקידם הוא לסייע למבקרים במזיאון ולהפוך את המפגש עם המוצגים והתערוכות לחוויה חינוכית ומדעית. המדריכים מתווכים בין המוצגים והמבקרים ומעודדים אותם לפעול, לחקור ולגלות. לרוב, המדריכים במזיאון נבחרים על בסיס לימודיהם והידע שהם מפגינים, על סמך יכולתם לקיים תקשורת טובה עם המבקרים, ילדים ומבוגרים כאחד, על פי איכויות ההדרכה שלהם ועל היותם מייצגים פלחים שונים באוכלוסייה הישראלית – ערבים ויהודים, דתיים וחילוניים, עולים חדשים ותושבים ותיקים. במזיאון המדע בירושלים עובדים כ-70 מדריכים, רובם סטודנטים למדעי הטבע, הנמצאים בשלבים מתקדמים לקראת תואר בוגר או מוסמך באוניברסיטה העברית. מדריכים המיועדים לעבוד באגף הילדים של המזיאון מקבלים הדרכה ייעודית, מבקרים בגני ילדים, משוחחים עם גננות על דרכי יישום בגן ומתאימים את ההדרכה למגוון הקבוצות המבקרות במזיאון.

תפקידיו העיקריים של המדריך:

- תמיכה בפעילות חקר במוקדים השונים (עידוד לשינוי הפרמטרים במוצגים ובעמדות);
- טיפוח ועידוד השיח והדין סביב המוצגים השונים ומגוון הפעילויות;
- ניצול אירועים וחוויות שחווים המבקרים למציאת קשרים והקשרים לחיי היומיום;
- חידוד הקשר בין מוצגים שונים (למשל קשר נושאי או דמיון בהפעלה: "נסה

להפעיל את המוצג הזה כמו שהפעלת את המוצג הקודם");

- תמיכה בהעברת מידע ממבקר אחד לאחר (למשל על ידי עידוד המבקר לפעול במוצג מסוים – "הזמן את חבריך והראה להם מה אפשר לעשות במוצג");
- פנייה למבוגרים כשותפים פעילים היכולים לתמוך בפעילות הילדים או כמבקרים המגלים עניין במוצג.

לא פעם אנו שואלים את עצמנו כיצד לאתגר את הילדים במשימות חצי מובנות, כגון אלו הקשורות בבנייה בחצר החול. למדריכים יש תפקיד חשוב בהשגת מטרה זו – הם יכולים להתחיל בבנייה של מבנה כלשהו בעצמם, לעודד את הילדים להסביר את תשובותיהם ופעילותם, לבקש מהילדים לדמיין מבנים שונים ולתאר אותם או להסביר ולהדגים באמצעות שימוש במחוות וכך לתווך לילדים את ההסברים והתיאורים המופיעים במזיאון. לאחר מכן, כאשר הילדים נחלקים לקבוצות עבודה, המדריכים עוברים בין הקבוצות ומעודדים את כל הילדים להשתתף בבניית המבנים. דרכי תיווך אלה אינן שונות מדרכי התיווך הנהוגות בגני הילדים במטרה לעודד שיח פתוח ותומך חקר.

בעת הסיור העצמאי בין מוצגי המזיאון, תפקיד המדריכים הוא לאפשר לילדים להתנסות במישרין עם המוצגים ולעקוב אחר פעולתם. האינטראקציות המילוליות נעשות על פי שיקול דעת מוקדם ומתוך ההכרה שיש חשיבות לפעילות העצמאית של הילדים, לבחירותיהם בסביבה ולשליטתם בה. עם זאת, יש חשיבות גם לשוב האינטראקטיבי של המדריכים, שמתאר את פעילות הילדים ומבטא את תחושותיהם, למשל, "אני רואה שהצלחת לבנות מגדל גבוה!". באופן כללי, חשוב לזכור שבעת הפעלת המוצגים השונים במזיאון יש חשיבות גם לריסון רצונם של המדריכים ללמד. על המדריכים לתת אמון ביכולתם



תמונה 5: ילדה ממלאת שקיות חול במשפך בחצר החול בגן שכטר. צילום: אבי חיון



תמונה 6: משפחה מתבוננת בלוח המתאר אפשרויות שונות לבנייה עם שקיות החול. צילום: צוות מזיאון המדע

למשמעותית עבורם גם לאחר שהביקור מסתיים. דוגמה לכך היא מוזיאון המדע שהוקם בגן לילך בבאר יעקב, ביוזמת הילדים ובתיווך הגננת מיה הורוביץ. המיזם, שהחל כרעיון שהעלה אחד הילדים בעת מפגש מליאה, התפתח לפרויקט רחב ומעמיק, שבו לקחו חלק כל ילדי הגן והוריהם. בסוף המיזם הוקם והופעל מוזיאון מדע בגן, שכלל מוצגים שונים, מדריכים ופעילויות מגוונות. להלן תתאר מיה, מנהלת הגן, את תהליך יצירת התערוכה הפעילה שהתקיים בגן.

מוזיאון מדע בגן לילך

בגן לילך בבאר יעקב, שאותו אני מנהלת, לומדים 27 ילדי גן טרום חובה וחובה. כאדם, אני מאוד מאמינה במשפט "דע מאין באת ולאן אתה הולך". משפט זה עומד לנגד עיני הן בחיי האישיים והן בחיי המקצועיים, והוא מהווה אבן דרך חשובה מאוד בהתפתחותי. בעבודתי עם ילדי הגן אני זוכרת את ילדותי בגן הילדים ולאור זה יודעת כיצד אני רוצה להוביל את הילדים. מכאן נובעת גם השקפתי החינוכית, האיניציאטיבית, החינוכית שלי, אשר מתבסס על תפיסת תפקידי כגננת מנהיגה, אשר מובילה את הילדים למנהיגות יצירתית, התפתחות אישית ועשייה מתוך חקר והתנסות.

אופן העבודה אצלנו בגן מתבטא, בין השאר, בעובדה שסביב כל נושא לימוד אנו מקימים מרכז סוציו-דרמטי מתחלף. דהיינו, בגן מוקדים קבועים, כגון מרכז בניה, מרכז הבית והמשפחה וספרייה, ובכל נושא שבו אנו עוסקים אנו מקימים מרכז פעילות ברוח הנושא, כאשר הילדים שותפים מלאים בבחירת המרכז ובהקמתו. לקראת חג החנוכה היה עלינו להחליט איזה מרכז חדש נקים בגן ברוח החג. החלטנו על הקמת 'מיני מוזיאון מדע'.

איך הכל התחיל

הקמת מיני מוזיאון מדע בגן? נשמע יומרני, שאפתי ואולי לא הגיוני, אך בהחלט בר ביצוע. ההשראה לפתיחת המוזיאון נבעה מהילדים עצמם. באחד מימי ראשון, בשיח שכלל העלאת חוויות מסוף השבוע, סיפרה אחת הילדות על ביקורה במוזיאון מדע. בעקבות כך שאלו הילדים: "מה זה מוזיאון מדע?", "מה יש בו?", וכמה ילדים ציינו שאף פעם לא ביקרו במוזיאון מדע. בעקבות השיח שנוצר הציגו הילדים להקים בגן מוזיאון מדע, או, כפי שתיאר זאת אחד הילדים: "אנחנו יכולים להקים בגן כל דבר שדומה לאמיתי, וככה כולנו נהיה במוזיאון מדע".

הצעת הילדים קרמה עור וגידים בהכוונתי



אישה וילדה יוצרות תיאטרון צלליות עם כלי המטבח בתערוכה משחקי אור וצל במוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים. צילום: ששון תירם

היצירות, ועל תכנון חוויית הצפייה בתערוכה. במוזיאוני מדע האוצרים אחרים גם על גיבוש, תכנון ופיקוח הבנייה של תערוכות פעילות. בתוקף תפקידם, האוצרים מגדירים את מטרות התערוכה ואת קהלי היעד של התערוכה; הם אחראים לקביעת הרעיונות המרכזיים והמסרים העיקריים; יוצרים את האוספים ומתכננים את המוצגים שידגימו תופעות על פי המסרים והמטרות שנקבעו. בתערוכות, האוצרים מעצבים את האינטראקציה של המבקר עם המוצגים ויוצרים את סיפור התערוכה, במטרה להקל על המבקרים לקלוט את המטרות והמסרים. בשנים האחרונות, מוזיאונים שונים יוצרים תערוכות בשיתוף קהל – אוצרות שיתופיות. בספרה *המוזיאון המשותף*, החוקרת והאוצרת נינה סימון (Simon, 2010), קובעת כי התפתחות האינטרנט השפיעה על סוג החוויות שאנשים מחפשים, וכי כיום אנשים מחפשים יותר ויותר חוויות המזמנות השתתפות. מוזיאונים שמבקשים להישאר רלוונטיים בימים של שיתוף מידע רחב, יצטרכו לסגל לעצמם דרכים חדשות לשיתוף קהל. סימון מגדירה את השיתוף בצורה רחבה ומזהה שלוש רמות העמקה של תפקיד הילדים בפרויקטים שיתופיים: תרומה, השתתפות ויצירה משותפת. הבחנות אלה מחדדות את האפשרויות לשיתוף הילדים במהלך יצירת תערוכה בגן – ילדים מוזמנים לתרום ולהביא חפצים או משחקים לתצוגה ויכולים לקחת חלק פעיל בכל שלבי תהליכי הפיתוח והבנייה. יתרה מכך, בגנים מסוימים שבהם יוצרים תערוכות, הילדים שותפים מלאים בקבלת ההחלטות וביצירה ובבחירה של התכנים לאורך תהליכי הגיבוש והבנייה של התערוכה.

עד כה תיארו את הייחודיות של מוזיאוני מדע כמוקדים המפתחים חקר, גילוי ולמידה אינטראקטיבית משולבת חוויה. מאפיינים אלו תורמים לכך שחוויית הביקור במוזיאון נשארת אצל המבקרים והופכת

לכל מוזיאון מוכר יש אוצר האחראי על דברי הערך, על ארגון תערוכות לפי רעיון מרכזי, עם קו המחבר בין כל היצירות, ועל תכנון חוויית הצפייה בתערוכה. במוזיאוני מדע האוצרים אחראים גם על גיבוש, תכנון ופיקוח הבנייה של תערוכות פעילות. בתוקף תפקידם, האוצרים מגדירים את מטרות התערוכה ואת קהלי היעד של התערוכה; הם אחראים לקביעת הרעיונות המרכזיים והמסרים העיקריים; יוצרים את האוספים ומתכננים את המוצגים שידגימו תופעות על פי המסרים והמטרות שנקבעו

של הילדים להצליח להפעיל מוצגים בדרכם, תוך ניסוי וטעייה, מאחר שמחקרים מראים שהתערבות בפעילותם העצמאית של ילדי גן במוזיאון לעתים מסייעת ולעתים גורעת מההתנהגות החקרנית שלהם (Van Schijndel, Franse & Raijmakers, 2010).

מאוצרות לאוצרות שיתופית

כשמתכננים להקים מוזיאון בגן, מומלץ לבקר עם הילדים במוזיאון הקרוב ליישוב שבו נמצא הגן. בביקורם תוכלו לזהות מאפיינים של המוזיאון ושל תפקידי האנשים שעובדים בו. לכל מוזיאון מוכר יש אוצר האחראי על דברי הערך, על ארגון תערוכות לפי רעיון מרכזי, עם קו המחבר בין כל

תחילה ערכנו דיון בשאלה: 'מהו מוזיאון מדע?', על מנת לבדוק את הידע הקודם של הילדים בנושא. באופן לא מפתיע, ילדים בודדים ידעו להסביר מהו מוזיאון מדע. ביקשתי מהילדים להיעזר בהוריהם ולאסוף מידע מהאינטרנט, מספרים ומתמונות על מוזיאונים בכלל ועל מוזיאוני מדע בפרט את המידע שאספו הביאו הילדים לגן, שם עיבדנו את המידע וחקרנו במסגרת עבודה בקבוצות קטנות

ובתיווכי. החלטנו להקים מוזיאון מדע ברוח חג החנוכה שהתקרב, כאשר הנושא המרכזי שנבחר היה 'אור, צבע וצל'. הרציונל שעמד מאחורי הקמת המוזיאון היה הקמת מרכז סוציו-דרמטי אשר יספק חוויה שונה ואחרת מחד גיסא ולמידה בתחום המדע מאידך גיסא.

הקמת מוזיאון המדע הייתה תהליך ארוך ומשמעותי, שבתחילתו קבעתי לעצמי את המטרות שברצוני להשיג:

- קירוב הילדים לעולם המדע באופן חווייתי, דרך הקמת מוזיאון;
- הכרת סוגי מוזיאונים ומאפייניהם;
- פיתוח מיומנויות חקר;
- פיתוח וטיפול הסקרנות המדעית;
- העשרת אוצר המילים ותוכן המושגים מעולם המדע.

מרעיון ליישום

עם קביעת המטרות התחלתי עם הילדים בגן תהליך חקר ולמידה, שסופו היה הקמת המוזיאון. תחילה ערכנו דיון בשאלה: 'מהו מוזיאון מדע?', על מנת לבדוק את הידע הקודם של הילדים בנושא. באופן לא מפתיע, ילדים בודדים ידעו להסביר מהו מוזיאון מדע. ביקשתי מהילדים להיעזר בהוריהם ולאסוף מידע מהאינטרנט, מספרים ומתמונות על מוזיאונים בכלל ועל מוזיאוני מדע בפרט. את המידע שאספו הביאו הילדים לגן, שם עיבדנו את המידע וחקרנו במסגרת עבודה בקבוצות קטנות. הילדים למדו מהם המאפיינים של מוזיאון, נחשפו לסוגים שונים של מוזיאונים (אמנות, היסטוריה, ארכיאולוגיה) ובדקו מה מייחד

ומבדיל מוזיאון מדע ממוזיאונים אחרים. בתוך כך הם נחשפו למאפייניו הייחודיים של מוזיאון מדע (Garrett, 2002):

- מציג נושאים מתחומי המדע: מושגים, תהליכים ותופעות טבעיות;
- עוסק בתיאור ובהמחשה של תהליכי חקר מדעי;
- מאפשר למידה פעילה וחוויה סנסו-מוטורית;
- מקיים הרצאות, סדנאות וניסויים לקהל המבקרים.

בוחרים ומקיימים את המוצגים

בשלב הבא היה עלינו להחליט אילו מוצגים יוצגו במוזיאון. כאמור, הנושא המרכזי שנבחר היה 'אור, צבע וצל', ומכיוון שהילדים הבינו שמה שמייחד מוזיאון מדע הוא עובדת היותו פעיל, מפעיל ומעודד ניסוי ולמידה, הם היו שותפים פעילים בהעלאת הרעיונות למוצגים ובביצועם, כפי שיפורט בהמשך.

אחד המאפיינים החשובים של מוזיאון הוא שיש לו אוצרות, המחליטים מה יוצג במוזיאון. בתהליך עיבוד המידע שנערך בגן למדו הילדים על תפקיד האוצר ומשמעותו. הילדים הבינו שתפקיד האוצר הוא משמעותי מאוד, ויחד החלטנו שאני אהיה אוצרת המוזיאון והם יעזרו לי בעבודת האוצרות.

כגננת, עניין אותי לדעת מה הילדים רוצים ללמוד על אור, צבע וצל, ולכן שאלתי אותם. תשובותיהם היו מגוונות ומעניינות:

"מי החליט באיזה צבע יהיה האור, אלוהים?"

"למה האור דווקא בצבע צהוב?"

"איך נוצר הצל?"

"מה זה צל?"

"דוד שלי חייל בצוללת ושם אין אור, אבל יש להם משקפת."

"איך הקרניים של השמש נראות באמת?"

מתוך תשובות הילדים למדתי, שהידע שלהם בנושא אור, צבע וצל מצומצם מאוד. הנחתי שהדבר נובע מתוך כך שמעולם לא התנסו בחקירת נושאים אלה. ידעתי שהקמת המוזיאון ופעילות החקר שתתלווה לתהליך ההקמה ולפעילות במוזיאון, יתרמו רבות לביסוס הידע של הילדים. בנוסף, חשתי שהנושאים הללו מסקרנים מאוד את הילדים ושחלקם ממש צמאים לדעת ולגלות עוד. כל זה הוביל אותי לחקור את הנושא באופן מעמיק, ואף נעזרתי באחת מאימהות הגן, סימי בן חמו, שהיא מורה למדעים בבית ספר תיכון.

לאחר תהליך חקר שעברתי גם עם עצמי, ומתוך חשיבה על המוצגים שיוכלים להתאים לרמת ההבנה של הילדים ותוך התחשבות בדברים שהם עצמם העלו, החלטתי, כאוצרת המוזיאון, להציג ארבעה מוצגים: פריסקופ, לשכה אפלה, מנסרות

וגלגל הצבעים. הבחירה במוצגים אלו נבעה מהצורך ליצור מוצגים חווייתיים, מלמדים ואשר באמצעותם אפשר לספק תשובות לחלק משאלות הילדים.

הלמידה על המוצגים והכנתם נעשו בקבוצות עבודה קטנות. כל קבוצה חקרה מוצג אחד, יצרה אותו ואחר כך ביצענו למידת עמיתים⁵. יתר המוצגים – בינוקולר, תעתועי ראייה, שקוף ואטום וסביבון ניוטון – נוספו תוך כדי תהליך העבודה, כפי שאתאר בהמשך.

המוצג פריסקופ

בעקבות סיפורו של אחד הילדים, על דודו החייל שעובד בצוללת, החלטתי לחשוף את הילדים לתופעה מרכזית שקשורה בקרני אור – תופעת ההחזרה של קרני אור הפוגעות בעצם. דרך טובה להמחיש את התופעה היא באמצעות מראות המחזירות את קרני האור הפוגעות בהן וכך משקפות כל מה שניצב מולן. הפריסקופ הוא מכשיר אופטי הכולל מראות ומאפשר לנו לראות דברים שאינם בקו הראייה שלנו. בעזרתו אפשר לצפות בדברים או במקומות שהגישה אליהם קשה או בלתי אפשרית. פריסקופ פשוט מורכב מצינור שבו שתי מראות מישוריות מקבילות, המוצבות בזווית של 45° לקו המחבר ביניהן. השימוש הנפוץ של פריסקופ הוא בצוללות: כאשר הצוללת נמצאת מתחת לפני המים, אך לא בעומק רב, אפשר להרים פריסקופ כך שקצהו העליון עולה מעל פני המים, ואז אפשר לראות מה קורה מעל פני המים ללא צורך לעלות ולהתגלות (אריאלי ולנגלי, 2005).

כהקדמה לפעילות בקבוצה חיפשתי מידע כיצד מכינים פריסקופ. מצאתי באינטנט דרך להכנת פריסקופ מקיפולי נייר על ידי שימוש בנייר עבה ובנייר דמוי מראה (באינטרנט יש אתרים וסרטונים רבים המדגימים הכנה עצמית של פריסקופ ושל המוצגים המפורטים בהמשך המאמר). בקבוצת העבודה הקטנה התבוננו תחילה בתמונות כדי לדעת כיצד נראה פריסקופ אמיתי בצוללת, ולאחר מכן למדנו והתנסנו, הילדים ואני, בהכנת פריסקופ קטן מקיפולי נייר. בשלבי הכנתו התנסו הילדים בראייה של דברים הנמצאים מעל ראשם, מבלי להרימו. הילדים שאלו כל הזמן: "אבל איך אני רואה את זה?", אבל תוך כדי התנסויות חוזרות הם הבינו שהמראה המחזיר את קרני האור מאפשרת להם לראות.

כדי להסביר טוב יותר את העיקרון של החזרת קרני אור, העמדתי את הילדים מול מראה. הילדים הבינו שהם יכולים לראות את בבואתם במראה הודות לקרני האור הפוגעות במראה ומוחזרות ממנה אל עיניהם. אפשר להדגים זאת גם על ידי החשכת החדר: כשיש אור הילדים יכולים

⁵ למידת עמיתים היא מצב שבו כל קבוצה לומדת נושא אחר ואחר כך מלמדת את שאר הקבוצות בגן את אשר למדה

לראות עצמם במראה, אך כשהחדר חשוך, גם אם ימשיכו לעמוד מול המראה, לא יראו כלום.

סימי, יחד עם בתה, הכינו בביתן פריסקופ גדול והביאו אותו לכן. הילדים שיחקו בחצר עם הפריסקופ ודימו עצמם בצוללת ובמקומות מסתור.

תובנות הילדים התבטאו בעיקר בהבנת תפקידה של המראה. לדוגמה, אחד הילדים אמר: "זה כמו שאבא שלי מסתכל במראה של האוטו כשהוא נוסע אחורה".

כדי להעשיר את העיסוק של הילדים במראות, תליתי בתחילת השנה שתי מראות בחצר הגן – מראה קעורה ומראה קמורה. הילדים אהבו להסתכל במראות ולשוחח על התצפיות שלהם. למשל, בשיח שהתקיים בין הילדים לאחר שסיימו לפעול במוזיאון הגן שהקמנו, שמעתי את ההסבר שלהם על כך שהמראה מחזירה את האור. כמו כן, בעקבות התבוננות במראה הקעורה אמר אחד הילדים: "אני רואה את האור של השמש על הרצפה וגם על המראה". שיחות דוגמת אלו מצביעות על התבוננות וניסיון להבין את התופעות.

המוצג לשכה אפלה

לשכה אפלה (קאמרה אובסקורה) מורכבת מתא סגור וחשוך שבאחת מדפנותיו יש נקב זעיר. קרני אור אשר חודרות דרך הנקב יוצרות תמונה הפוכה של העולם בחוץ על הדופן הנגדית לנקב. על פי אותו עיקרון פועלת המצלמה⁷. הדמות יכולה להיות מוגדלת, מוקטנת או באותו גודל כמו החפץ המקורי, בהתאם למרחק החפץ מהמחיצה ומרחק המחיצה מהקיר האחורי. העיקרון המנחה בבחירת מוצג זה היה להמחיש לילדים את עוצמתה של קרן האור כחודרת דרך כל חלל או מעבר, אף הקטן ביותר.

כדי להבין טוב יותר את משמעות העקרונות שבאים לידי ביטוי בלשכה אפלה, הילדים בנו בעצמם דגם קל ופשוט להכנה באמצעות שני גלילים שונים בגודלם, כך שיוכלו להגדיל ולהקטין את הדמות על אחת מדפנות הגליל הקצר הצמידו הילדים נייר

כסף, שאותו ניקבו בחור קטנטן עם גפרור. על אחת מדפנות הגליל הארוך הצמידו נייר פרגמנט, כדי שקרן האור/הדמות תוכל להשתקף. את הגליל הארוך הכניסו הילדים לגליל הקצר, וכאשר התבוננו מעד לגליל הארוך הם יכלו להבחין בקרן האור חודרת ומשתקפת על נייר הפרגמנט (ראו תמונה 7).

המוצג מנסרות

אייזיק ניוטון גילה שהצבע הלבן אינו אחד מצבעי היסוד בטבע (כמו שחשבו עד אז), אלא למעשה שילוב של כל קשת הצבעים. ניוטון הראה כי בעזרת מנסרה משולשת אפשר לראות את הצבעים שמהם מורכב האור הלבן. כאשר קרן אור, הנראית לעינינו לבנה, עוברת דרך מנסרה משולשת, היא מתפרקת וחושפת את אורכי הגל השונים המרכיבים אותה (אהרון, 2004). כאשר התבוננו הילדים בקרן אור העוברת דרך מנסרה הם הבחינו בקשת הצבעים ולמדו בצורה מוחשית שהאור הלבן מורכב משלל צבעים.

את המנסרות שלנו קיבלנו מאחד מהורי הגן, אך אפשר לרכוש מנסרות בחנויות רבות. המנסרה הייתה בין המוצגים האהובים ביותר על הילדים. הם התרגשו כל פעם מחדש לגלות את צבעי הקשת באמצעות המנסרה, בעת שהתבוננו דרכה.

המוצג גלגל הצבעים

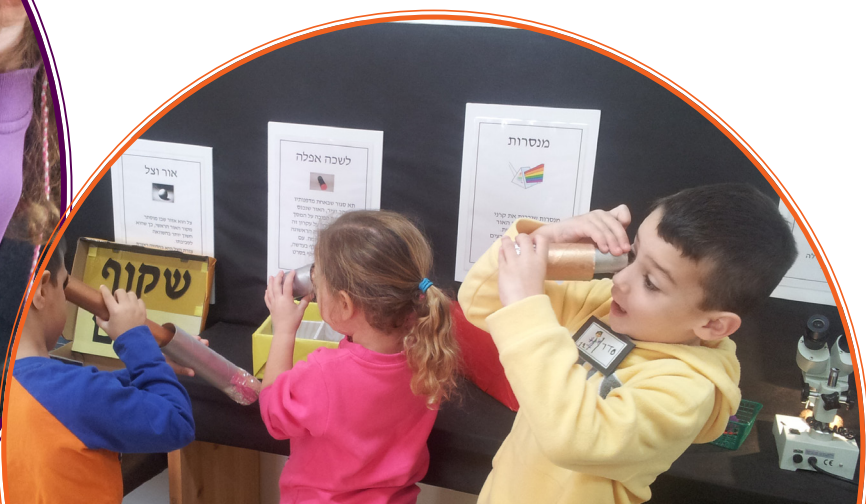
ניוטון סידר את צבעי קרני האור על פני מעגל, זה לצד זה, וקרא למעגל 'גלגל הצבעים'. הצבעים השונים ממוקמים על הגלגל כך שבין כל שני צבעי יסוד (אדום, כחול וצהוב) ממוקם הצבע המשני שנוצר מערבובם (כתום בין צהוב לאדום, ירוק בין כחול לצהוב וסגול בין אדום לכחול) (מישורי, 2000). בגלגל הצבעים אפשר גם להציג את ששת הצבעים השלישונים, הנוצרים מערבוב כל צבע יסוד והצבע המשני שלידי. מוצג זה ממחיש בצורה שונה את העיקרון שאותו למדו הילדים באמצעות המנסרה. המנסרה 'מפרקת' את קרן האור הלבנה לשלל אורכי הגל בצבעים השונים, ואילו גלגל הצבעים

המסתובב במהירות 'מרכיב' את הצבע הלבן. בעת הפעלת מוצג זה התנסו הילדים בסיבוב הגלגל במהירויות שונות והבינו שבעת סיבוב מהיר אין למוח יכולת להגיב לכל צבע בנפרד. לכן הצבעים 'מתחברים' ונוצרת תחושה של הצבע הממוצע הלבן (ראו תמונה 8).⁸ כאמור, המוזיאון הוקם בסמוך לחג החנוכה וכמה מהילדים ששיחקו בסביבוני נחשפו לתופעה מעניינת: קושי להבחין בחלק מצבעי הסביבון כאשר הוא מסתובב במהירות גבוהה. חקרנו את התופעה בקבוצות העבודה הקטנות: בתחילה הילדים סובבו את הסביבונים באופן חופשי, ולאחר מכן התבקשו לסובב אותם ממש לאט ואחר כך ממש מהר. כך הגיעו הילדים למסקנה שמהירות הסיבוב היא שמאפשרת לנו, או לא מאפשרת, להבחין בכל הצבעים. הילדים השוו את הסביבון לגלגל הצבעים והחליטו לשלב את הסביבון במוזיאון.

כך, החלטנו להקים במוזיאון מוקד שבו הכינו הילדים סביבון ניוטון, המסביר את התופעה הפיזיקלית של גלגל הצבעים בצורה חווייתית ורלוונטית למאפייני החג. במוקד פעילות זה, כל ילד הכין לעצמו סביבון ניוטון: על צד אחד של דיסקית הסביבון צייר את גלגל הצבעים ואת הצד השני קישט כרצונו. את הסביבון קיבלו הילדים כמתנה לחג, וכך העבירו לבני משפחתם את התגלית שגילו. בנוסף למוצגים שהחלטתי אני, כאוצרת, להציג במוזיאון, בחרו הילדים להציג ולבנות מוצגים נוספים, המתוארים להלן.

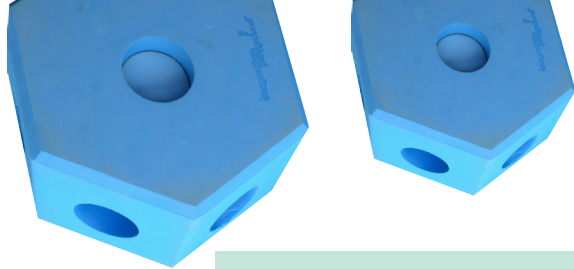
המוצג אור וצל

לקראת חנוכה שוחחנו על חומרים חדשים שהכנסנו לסדנת העבודה ועל תכונותיהם (שקופים ואטומים). הילדים עבדו בסדנת החומרים ויצרו יצירות לחנוכה – הם השתמשו בניירות צלופן ובשקפים והכינו ויטראז'ים. מתוך כך התפתח שיח ואחת



⁷ ראש גדול: עמותת לקידום הידע והחינוך המדעי (2001). קסמי הצילום - מזכרת לטווח ארוך: הצדעה למצלמה. ראש גדול, 20. נדלה מתוך: <http://lib.cet.ac.il/pages/item.asp?item=5279>

⁸ <https://www.mada.org.il/activities/athome/holidays/top>



היציאה?

בישראל פועלים כיום ארבעה מוזיאונים מדע עיקריים: מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד בירושלים, המדעטק בחיפה, גן המדע במכון ויצמן ברחובות ופארק קרסו למדע בבאר שבע.

הגדלה וכך נוצרת האשליה שהעצם הרחוק יותר הוא גדול יותר, למרות שבמציאות אינו כך. בתמונה אחרת הוצגו שני קווים שווים באורכם, האחד עם ראשי חץ בשני קצותיו והשני קו עם זנבות חץ. הקו עם ראשי החץ נראה היה ארוך יותר מהקו עם זנבות החץ. הילדים מדדו את אורכי הקווים וגילו שהם שווים בדיוק באורכם. בתמונה אחרת הוצג פיל והילדים נשאלו כמה רגליים יש לפיל. כדי לענות על השאלה הילדים היו צריכים לצבוע כל רגל בצבע אחר, וכך להבחין במספר הרגליים. הילדים התבוננו בתמונות, התנסו בצביעה ובמדידה, השתעשעו ונהנו מאוד מהפעילויות. בעקבות התנסות זו הם ביקשו להוסיף מוצג זה למוזיאון.

מה עוד צריך בשביל מוזיאון?

לאחר שנבחרו המוצגים שיוצגו במוזיאון, החלטנו שצריך לבחור שם, סיסמה וסמליל (לוגו). במליאה התבקשו הילדים להציע שמות למוזיאון והציגו שמות שונים: מוזיאון גן לילך, מוזיאון הגן שלנו, מוזיאון מדע גן

ספולים, בדים, אצטרובלים, עלים ועוד. כך יכלו לראות ולחקור את חלקיהם הקטנים ביותר, כמו סיבי חוט, קוצי פרח ואף את טביעות אצבעותיהם (ראו תמונה 9).

המוצג תעתועי ראייה

את המוצג תעתועי ראייה החלטנו להציג במוזיאון לאחר שאחת הילדות הביאה לן, בשלב של איסוף המידע, תמונות המדגימות תעתועי ראייה שונים. במקרה זה עבר תפקיד האוצרות לילדים והם שהציגו מוצגים בנושא זה למוזיאון המדע שלנו. בעבודה בקבוצות קטנות בחנו כל אחת מהתמונות בנפרד ובדקנו האם אכן מה שאנחנו רואים בעין תמיד תואם למציאות. למשל, באחת התמונות ראינו שלושה אנשים שנראו לנו שונים בגודלם. הילדים גזרו את דמויות האנשים מתוך התמונה, בדקו מי מהן גדולה יותר וגילו שכל הדמויות שוות בגודלן. המוח שלנו מגדיל באופן טבעי עצמים שנראים לו רחוקים יותר במרחב. מאחר שבמקרה זה המוח מפרש את התמונה הדו-ממדית כמרחב תלת-ממדי (מכיוון שהאנשים ממוקמים זה אחר זה על הדף), הוא מפעיל מנגנון תיקון של

הילדות הציעה: "גם במוזיאון נוכל להניח קופסה עם חומרים כמו בסדנה ונבדוק אותם". כך נולד המוצג אור וצל, שכלל מנורה קטנה וקופסה עם עצמים מסביבת הגן (עלים, גליל נייר ועוד). באמצעות מוצג זה למדו הילדים מהו צל, אילו חפצים בסביבה מטילים צל ואילו צורות של צל הם יכולים ליצור באמצעות גופם. בעבודה בקבוצות קטנות ניסינו להפיק צל מחומרים או מגופים שונים, הן בעזרת המנורה והן בעזרת אור השמש שבחצר. הילדים הסיקו שכל חומר או גוף אטום מטילים צל, ואילו חומר או גוף שקוף אינם מטילים צל מכיוון שקרני האור עוברות דרכם.

המוצג בינוקולר

על הבינוקולר סיפרה לנו בתה של סימי, שאמה הסכימה להשאיל לנו בינוקולר לטובת המוזיאון. הבינוקולר הוא סוג של מיקרוסקופ שמאפשר ראייה תלת-ממדית בהגדלה. באמצעות הבינוקולר ניתן לצפות בעצמים שונים ולראות פרטים אשר קשה לראותם בעין בלתי מזוינת. הילדים הניחו מתחת לעינית הבינוקולר חפצים שונים שאותם בחרו מסביבת הגן – חוטי צמר,

⁹ אשליית אלה ונוספות עם ההסברים להן אפשר למצוא באתר מוזיאון המדע בירושלים, בדף התערוכה אשליות – מבלבלים את המוח: <http://brain.mada.org.il/illusions.html>

תמונה 8: מתבוננים במוצג גלגל הצבעים





אחד הנושאים הרחבים שבהם עסקנו בקבוצה היה סביב השאלות כיצד נצליח לזמן מבקרים למוזיאון שלנו וכיצד נצליח לארח אותם בצורה מיטבית למשל, באחת הקבוצות נערך דיון בכללי ההתנהגות במוזיאון. לאחר הצעת כללים שונים הגענו לנוסח הסופי

מוזיאון הידיעות. ערכנו הצבעה והשם שנבחר היה מוזיאון מדע גן. הילדים התקשו להחליט על סמליל, ולכן הדפסתי שלושה סמלילים שונים מהאינטרנט ואפשרתי להם לבחור את האהוב עליהם במיוחד. ערכנו הצבעה והילדים בחרו סמליל של ילד עם מגדלת. את הסיסמה 'נגלה ונדע במוזיאון המדע' הציע אחד הילדים באחד מהדיונים שערכנו ואימצנו את הצעתו.

מרבית העבודה בתהליך הקמת המוזיאון נעשתה בקבוצות קטנות. אחד הנושאים הרחבים שבהם עסקנו בקבוצה היה סביב השאלות כיצד נצליח לזמן מבקרים למוזיאון

שלנו וכיצד נצליח לארח אותם בצורה מיטבית למשל, באחת הקבוצות נערך דיון בכללי ההתנהגות במוזיאון. לאחר הצעת כללים שונים הגענו לנוסח הסופי:

- נא להקשיב להסברים של המדריך
- נא לשמור על השקט
- נא לשמור על המוצגים

בקבוצת עבודה קטנה אחרת כתבו הילדים מחירון דמי כניסה למוזיאון והכינו תגים לבעלי התפקידים – סדרן/סדרנית, מדריך/מדריכה, קופאי/קופאית. המדריכים קיבלו הכשרה מיוחדת, כפי שאפרט בהמשך, ואילו הסדרנים והקופאים קיבלו תדריך קצר על תפקידם. גם את כרטיסי המידע למבקר על כל מוצג במוזיאון הכנו בקבוצה קטנה, אך אותם החלטתי להדפיס, כדי שיהיו ברורים ומובנים למבקרים מן החוץ.

בנוסף, הילדים הכינו ארנקים ומטבעות כסף, אשר שימשו אותם לתשלום דמי הכניסה למוזיאון. לבסוף נותר לנו להכשיר מדריכים, כיאה לכל מוזיאון. בחירת המדריכים נעשתה על פירצון הילדים, כלומר רק ילדים שהתנדבו קיבלו את התפקיד. הצורך להכשיר את ששת הילדים שהתנדבו לתפקיד המדריכים הוליד 'קורס מדריכים' שנמשך כשלושה ימים. במהלך הקורס למדו המדריכים באופן מפורט על כל אחד מהמוצגים וכן תרגלו את אופן ההדרכה: הדרך שבה יש לקבל את מבקרי המוזיאון, איך להסביר על כל מוצג

וכיצד להשתמש בכל מוצג. שלושה ילדים פרשו בסוף 'הקורס' מכיוון שהחליטו שאין ברצונם להיות מדריכים כי הם מתביישים. שלושת המדריכים הנותרים הסבירו על המוצגים לכל ילדי הגן בזמן שביקרו במוזיאון בסיום הכשרת המדריכים נפתח המוזיאון לילדים בהפנינג ססגוני ומרהיב, אשר כלל ניסויים מדעיים העוסקים באש ובאור שהתבצעו על ידי סימי.

הפעילות במוזיאון

המוזיאון כמוקד סוציו-דרמטי פעל במתכונת הבאה:

שעות פעילות המוזיאון הוגדרו במקביל לשעות פעילות הבוקר במוקדי הגן, מ-9:15 ועד 10:45.

במוזיאון פעלו מדי יום:

1. קופאית/שגבו מהמבקרים את דמי הכניסה (וכך גם התנסו בפעולות חשבון) והעניקו להם עלוני מידע;
 2. סדרנית/ששמרו על הסדר הן בעת ההמתנה בתור והן בעת הביקור במוזיאון;
 3. שני מדריכים.
- לאחר התשלום בכניסה, הסדרנית/הצמיד מדריך לכל שני ילדים. המדריך עבר עם הילדים ממוצג למוצג, הסביר ואפשר להם להתבונן במוצג ולנסות להפעילו (ראו תמונה 10).

אייזיק ניוטון ועל הבינוקולר. יש לציין, כי בעת שלמדנו על הגינה והצומח בה הילדים ביקשו ממני לשוב ולהביא את הבינוקולר לגן. חלק מן הילדים שהקימו את מוזיאון המדע בשנה שעברה המשיכו עמי שנה נוספת. חלקם זכרו מונחים ופעילויות שהכירו בתקופת המוזיאון והעלו אותם בהתאמה לנושאים אחרים שנלמדו בגן. לדוגמה, בקיץ של השנה שעברה עסקנו בהפרחת בוצות סבון. הילדים הבחינו כי בחלק מן הבוצות אפשר לראות את צבעי הקשת והסבירו שקרן האור נשברת בבוצה וכך רואים את הצבעים השונים. כאשר למדנו מהו כוח המשיכה ומי גילה אותו, ילדי הגן הזכירו את ניוטון שעליו למדו בנושא האור.

לאורך כל הדרך דבקנו בגישה שעל הלמידה במוזיאון המדע להיות אינטראקטיבית ומבוססת חוויה, הן בגלל התכנים המוצגים והן בגלל קהל היעד הצעיר. לכן, היה לנו חשוב להקים מוזיאון הכולל מוצגים שבהם הילדים יכולים לפעול, להשפיע ולהבין מתוך עשייה.

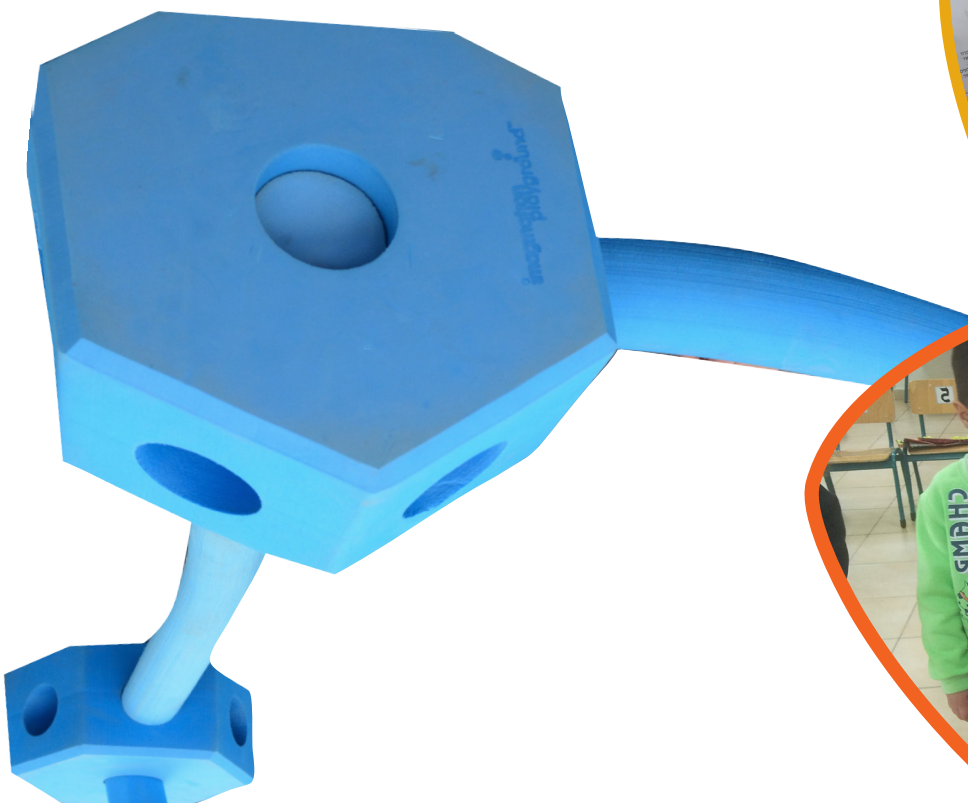
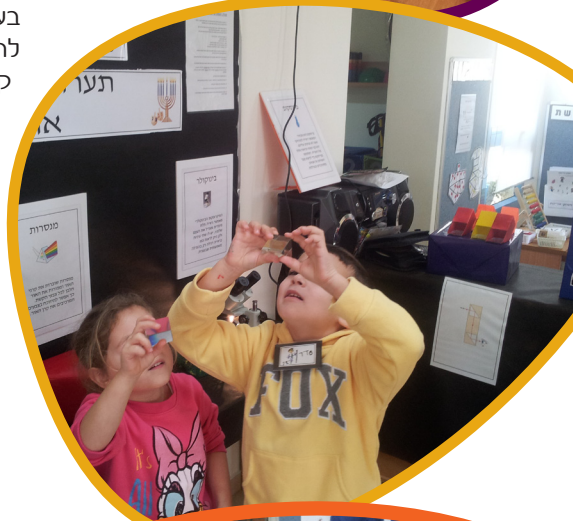
התהליך שעברתי בגן בכל שלבי הקמת המוזיאון והפעלתו חיזק בי את ההכרה בערך החינוכי הטמון בהקניית ידע וכלים מדעיים לילדים, החל מהגיל הרך. ההתבוננות בילדים כשהם חוקרים, מגלים, מתנסים ומתפעלים מכל תגלית, הוכיחה כי כל ילד סקרן מטבעו, וברגע שהסביבה חושפת אותו ומעניקה לו כלים נכונים, ובעיקר מאמינה ביכולתו, השמים הם הגבול.

תהליך הקמת המוזיאון בגן, על כל שלבי הלמידה, נמשך כשלושה שבועות. בתום תקופת הלמידה וההקמה נפתח המוזיאון לילדי הגן לשם משחק, למידה והתנסות. שלב זה נמשך כשבועיים נוספים, כאשר בימים האחרונים לפעילות המוזיאון הוזמנו גם הורי הגן לבקר ולפעול במוזיאון. ההורים הודרכו תחילה על ידי המדריכים המוסמכים ולאחר מכן הודרכו באופן אישי על ידי ילדיהם, אשר במהלך הימים שבהם פעל המוזיאון למדו גם הם על כל המוצגים והפנימו את הלמידה לכדי הסבר. התפעלותם והנאתם של ההורים הייתה גדולה.

סיכום

תהליך הקמת מוזיאון המדע בגן היה תהליך של למידה משמעותית עבור הילדים. הילדים העלו רעיונות, חיפשו מידע, שאלו שאלות, שיערו השערות, ביצעו ניסויים, גילו תגליות, הסיקו מסקנות והפנימו תהליכים ותובנות הילדים עברו תהליך התנסות ולמידה רחב היקף, החל מהעלאת הרעיון, דרך הביצוע ועד לתוצר הסופי. אין לי ספק שהתהליך תרם רבות לידיע הילדים בכל הקשור לרכישת מושגים חדשים מעולם המדע בכלל ולרכישת ידע בנושא האור והצל בפרט.

בעקבות הקמת המוזיאון הילדים החלו להשתמש במונחים הלקוחים מעולם המדע: קרן אור נשברת, תעתוע, השתקפות ועוד. בזכות המוזיאון הילדים גם למדו על





רשימת ספרות

- אריאלי, ר' ולנגלי, ד' (2005). הפריסקופ, סיבוב המראות והאוריינטציה של הדמות הנצפית. תהודה, 25 (1), 22-17.
- אהרון, ר' (2004). אייזיק ניוטון. גלילאו צעיר: ירחון לילדים סקרנים, 7. נדלה מתוך: <http://lib.cet.ac.il/pages/frontpage.asp>
- ויגוצקי, ל' (2003). מחשבה ותרבות - אסופה. עורכים: א' קוזולין וג' עילם. ירושלים: הוצאת מכון ברנקו וייס לטיפול החשיבה.
- מישורי, א' (2000). תולדות האמנות: מבוא כללי. תל אביב: האוניברסיטה הפתוחה.
- קסנר ברוך, י' וברודי, ד' (2015). כאן בונים בכיף! – על למידה משמעותית במרכז הבנייה בגן הילדים. עלון דע-גן, 8, 71-64.

- Adams, M., Luke, J. J. and Moussouri, T. (2004). Interactivity: Moving beyond terminology. *Curator* (special issue on interactives), 47(2), 155-170.
- Allen, S. (2004). Designs for learning: Studying science museum exhibits that do more than entertain. *Science Education*, 88(1), S17-S33.
- Atkins, L. J., Velez, L., Goudy, W. D. and Dunbar, K. N. (2009). The unintended effects of interactive objects and labels in the science museum. *Science Education*, 93(1), 161-184.
- Borun, M., Dritdas, J., Jonson, J., Peter, N. E., Wagner, K. F. and Fadigan, K. (1998). *Family learning in museums: The PISEC perspective*. Philadelphia, PA: The Franklin Institute.
- Crowley, K. and Callanan, M. A. (1998). Identifying and supporting shared scientific reasoning in parent-child interactions. *Journal of Museum Education*, 23, 12-17.
- Garnett, R. 2002. *The impact of science centers/museums on their surrounding communities: summary report*. Questacon, Canberra.
- Humphrey, T. and Gutwill, J. P. (2005). *Fostering active prolonged engagement: The art of creating APE exhibits*. Walnut Creek: Left Coast Press.
- McClain, L. R. and Zimmerman, H. T. (2014). Prior experiences shaping family science conversations at a nature center. *Science Education*, 98(6), 1009-1032.
- Meisner, R. S. (2007). *Encounters with exhibits: A study of children's activity at interactive exhibits in three museums*. Unpublished Doctoral Thesis, Department of Education and professional studies, King's College, London.
- Nemirovsky, R. (1993). Don't tell me how things are, tell me how you use them. In R. Ruopp, S. Gal, B. Drayton and M. Pfister (Eds.), *LabNet: Toward a community of practice*, pp. 269-280, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sandifer, C. (2003). Technological novelty and open-endedness: Two characteristics of interactive exhibits that contribute to the holding of visitor attention in a science museum. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 121-137.
- Simon, N. (2010). *The participatory museum*. Santa Cruz, CA: Museum 2.0
- Van Schijndel, T. J. P., Franse, R. K. and Raijmakers, M. E. J. (2010). The exploratory behavior scale: Assessing young visitors hands-on behavior in science museums. *Science Education*, 94(5), 794-809.

ד"ר דיאנה אלדחקי פינס, מדריכה ארצית למדע וטכנולוגיה באגף לחינוך קדם-יסודי במשרד החינוך ורכזת הגיל הרך במוזיאון המדע
ע"ש בלומפילד בירושלים. דוא"ל: dianap@mada.org.il
מיה חורביץ, מנהלת גן לילך לילדי טרום-חובה וחובה בבאר יעקב ומובילה אשכול גנים. דוא"ל: mayval1@gmail.com