



פעילות חקר בנושא חלחול מים בגן לוטם בכפר מונאש בהנחיית הגננת מיכל ג'ארד. הפעילות הוצגה בכנס הארצי של מרכז דע-גן בתשס"ח

# גן הילדים - גן ערן להוראת מדעים

## חיים אישך

בשנים האחרונות הולכת וגוברת המודעות לחשיבותה של הוראת המדעים כבר בגיל הגן. בישראל, למשל, יש ניסיון מוצלח לאורך השנים בחשיפת הילדים להתנסויות מדעיות. עם זאת, עד לאחרונה לא הוגדרה הוראת המדעים בחינוך הקדם-יסודי כחובה. הגננת היא שהחליטה אם לשלב התנסויות מדעיות כלשהן בתכנית ההוראה שלה והיא שהחליטה על היקפן.

בימים אלה עומדת להתפרסם תכנית הליבה במדע ובטכנולוגיה הנמצאת בשלבים האחרונים של כתיבתה. תכנית זו תחייב כל גננת לזמן לילדים התנסויות מדעיות וטכנולוגיות. אולי דווקא בשל העובדה שמדע יהיה נושא חובה בגן הילדים, עלינו לשאול – ולו עוד פעם אחת בטרם תפורסם תכנית הליבה – אם אכן יש להתחיל את הוראת המדע בגיל כה רך (מובן שיש לשאול את אותה השאלה גם ביחס לטכנולוגיה, אולם מאמר זה עוסק במדע). שאלה זו איננה טריוויאלית כלל ועיקר לאור דעות הגורסות כי אין ללמד מדע בגן הילדים. דעה מעין זו שמעתי לאחרונה מפי חוקרת חינוך ידועה שטענה כי "בגיל הרך יש לתת לילדים להתנסות בטבע באופן חופשי ולא במסגרת תכנית לימודים מתוכננת. אין צורך בהוראת המדע בגן הילדים", היא קבעה, "די אם נניח לילד לחוות את הטבע ולחוש אותו בהתנסויותיו החופשיות". אמנם התנגדתי לדעה זו, אך יש להתייחס בכובד ראש לטענות מסוג זה. את תפישתי בדבר חשיבות המדע ביטאתי בספר "אוריינות מדעית בבית הספר היסודי ובגן הילדים" (Science Literacy in Primary)

להוראת המדע בגיל זה. במאמר זה אדון בקצרה רק בסוגיה שהועלתה לעיל: האם יש ללמד מדע בגיל הרך? כדי להבין מדוע יש ללמד מדע כבר בגיל הרך אגדיר תחילה את המונח "מדע". המונח "מדע" מכונן לא רק לגוף של ידע אלא גם לפעולות המאפשרות את הפקתו של ידע זה (Zimmerman, 2000). אם בצדק אם לא, מקובל לכרוך בסל אחד תיאורים של תופעות – כגון אטומים, כוחות או תהליכים כימיים – יחד עם פעולות כגון תצפית, מדידה וחישוב, ולהתייחס לכולם כאל עניינים "מדעיים". אם כן, ניתן לחשוב על המדע כעל תחום הכולל שני סוגים של ידע: ידע ייחודי לתחום מסוים (domain-specific knowledge) וידע מעשי כללי בתחום מסוים (domain-general-knowledge strategies), שניתן לראותו גם כאסטרטגיות ומיומנויות מעשיות (שם). "ידע ייחודי בתחום מסוים" עניינו הכרת מגוון של מושגים בתחומי מדע שונים; "ידע מעשי כללי בתחום מסוים" עניינו המיומנויות הכלליות הבאות לידי ביטוי בתכנון מערכי ניסוי מבוקרים; עריכת תצפיות, ניסוח שאלות, העלאת השערות, שימוש במכשירים מתאימים, ביצוע מדידות, רישום נתונים, ייצוג נתונים באמצעות לוחות, גרפים, תרשימים וכו', פירוש הנתונים, בחירה ויישום של כלים סטטיסטיים מתאימים לצורך ניתוח הנתונים ולבסוף ניסוח תאוריות או מודלים. ההבחנה הזו בין ידע ייחודי לבין ידע מעשי כללי מוצאת ביטוי גם בהבחנות ידועות אחרות, כגון ההבחנה בין ידע מושגי (קונספטואלי) לבין ידע תהליכי (פרוצדורלי), או בצורתה הכללית ביותר, ההבחנה בין "לדעת..." לבין "לדעת איך".

המצדדים בהוראת המדעים כבר בגיל הרך מסתמכים על שני נימוקים עיקריים: (1) המדע עוסק בעולם המציאות; (2) המדע מפתח מיומנויות של חשיבה הגיונית ומדעית.

שני הנימוקים הללו אינם חדשים, ולמעשה הם מלווים את החינוך למדעים עוד מן המאה התשע-עשרה. אנשי חינוך כגון ריצ'רד דוז (Richard Daws) או ג'יימס קי-שאטלוורת' (James Key-Shuttleworth), שפעלו באנגליה והנהיגו בה רפורמה חינוכית במחצית המאה התשע-עשרה, הדגישו בטיעוניהם את חשיבותו של "ידע מעשי" ואת חשיבותה של "הוראת הטמון בדברים הפשוטים". במילים אחרות, על התלמידים ללמוד מדע משום שכך ילמדו על עולמם ועל הדברים הסובבים אותם. אחרים סברו שהסיבה שבשלה יש ללמד מדעים היא, כי בדרך כללית כלשהי יכול הדבר לסייע בהתפתחותן של דרכי חשיבה רבות-עוצמה. זו הייתה, למשל, עמדתם של הנסלו<sup>1</sup> ושל האקסלי (Huxley). האקסלי ביטא גישה זו באמרתו המפורסמת "המדע הוא בסך הכול דרך מאורגנת ומסודרת להציג את מה שהשכל הישר כבר יודע ממילא" (Huxley, 1893, עמ' 45).

טענות אלה, הגורסות שהמדע עוסק בעולם הממשי ושהוא יכול לפתח את החשיבה המדעית ואת יכולת ההסקה, נשמעות סבירות למדי גם בימינו, והן אינן נשמעות סבירות פחות מן הפיצול הנזכר במושג הידע המדעי שממנו נגזרו. אולם אף שהמורים מוסיפים גם היום להשתמש בשתי הטענות הללו כבנימוק להוראת מדעים לילדים, הרי היסטוריונים, פילוסופים של המדע וחוקרי חינוך שונים הראו כי טענות אלה בעייתיות וכי יש לסייג אותן לפחות. הבה נבחן בקצרה את הקשיים העולים משתי ההנמקות היסודיות הללו.

### האם המדע עוסק בעולם הממשי?

החוקרים דרייבר ובל (Driver and Bell, 1986) אמנם מקבלים את הטענה שלפיה המדע עוסק – במובנים מסוימים לפחות – בעולם. אך עם זאת טוענים השניים כי "עניינו של המדע לא רק בעולם אלא גם מעבר לו – הוא עוסק ברעיונות, במושגים ובתאוריות המשמשות לפירוש העולם". איינשטיין ואינפלד

1 הנסלו (John Steven Henslow), הידוע בעיקר בשל השפעתו הרבה על דארווין הצעיר, היה חוקר צמחים, שהאמין כי ניתן לראות את הבוטניקה השיטתית כמודל שעליו תבסס הוראת המדעים. את זאת עשה לא בשל התעניינותו הצרופה בהוראת המדעים דווקא, אלא משום שראה בכך דרך אידאלית ללימוד תורת עריכת התצפיות, לתרגול הזיכרון, לחיזוק החשיבה הביקורתית ועוד

גם הם ביטאו עמדה זו בציטטה מפורסמת:

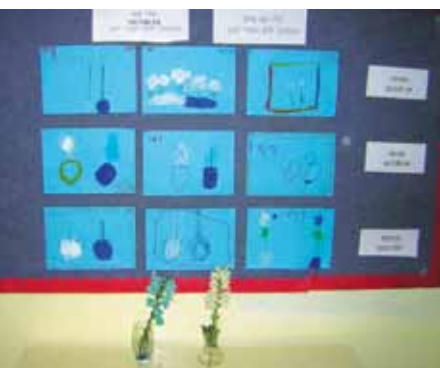
המדע איננו רק אוסף של חוקים, או קטלוג של עובדות; המדע הוא יציר נפש האדם, שבהיותה בת-חורין היא ממציאה רעיונות ומושגים. התאוריות השונות בפיזיקה מנסות לגבש תמונה של המציאות ולהבין את הקשרים בינה לבין העולם רחב-הידיים של רשמינו החושיים. (Einstein and Infeld, 1938)

לפיכך אין לטעון בדרך פשטנית-משהו שהמדע "עוסק בעולם", משום שכפי שניתן להבין מדבריהם של איינשטיין ואינפלד, יש להבחין בין עולם של "רשמים חושיים" לבין עולם של "רעיונות ומושגים" (Driver and Bell, 1986). בניגוד למה שכינה פופר "המיתוס הבייקוני" (Popper, 1963), תהליך ההפשטה המאפשר לעבור מעובדות ("רשמים חושיים") למושגים או לתאוריות ("עולם הרעיונות") אינו נובע באופן טבעי ומידי מתצפיות פשוטות או מניסויים פשוטים בעולם, מה גם שהתפיסות והרעיונות יצירי נפש האדם מושפעים מאוד מן האופן שבו אנו מתבוננים בעולם וחווים אותו. "אופן ההתבוננות שלנו מכתוב לנו במידה רבה מה לחפש ולמה להיות קשוב, ומכתוב גם את המשמעות שנייחס לעובדות שיתגלו" (Schwab and Brandwein, 1966, עמ' 12).

הבה נתבונן בדוגמה שלהלן: ילד בועט בעדינות בקובייה המונחת על הרצפה והקובייה זזה מעט קדימה. הרשמים החושיים שלנו מניסוי זה, המתבצע "בעולם המציאות", כוללים את הקובייה, את התנועה, את הרצפה ואת הילד, שהם כולם נראים לעין. אולם כדי להסביר את אשר ראינו עלינו להשתמש במושגים כגון כוח, מאסה, חיכוך, מהירות ותאוצה – מושגים שאינם נראים מיד לעין. מושגים אלה אינם משתייכים לעולם החושים שלנו ואין דרך להסיקם ממנו באופן ישיר, אולם מושגים פיזיקליים כגון כוח ומאסה מכתובים את אופן ביצוע התצפית, ובנוסף הם מכתובים לנו את אשר אנו מבקשים למצוא. מכאן שרק משהבנו מושגים כגון מהירות, תאוצה וכוח, נוכל לתאר ולפרש את התנהגות הקובייה במונחים אלה. לפיכך אין להתפלא על כך שהמחקר בתחום הוראת המדעים בשלושת העשורים האחרונים הניב שפע של הוכחות לכך, שבמקרים רבים תפיסותיהם של התלמידים וגם של המורים מוטעות בתחומים שונים. למשל, לדוגמה שהזכרנו לעיל יש שפע של עדויות מתועדות לכך, שרוב התלמידים סבורים בטעות כי "כוח הבעיטה" מוסיף להתקיים ולפעול על הקובייה גם אחרי שרגלו של הילד כבר ניתקה ממנה. על השאלה מדוע נעצרת הקובייה בסופו של דבר, משיבים מרבית התלמידים כי הדבר מתרחש משום שהכוח הפועל עליה "נגמר". תפיסות אלה עולות, כמובן, בקנה אחד עם ההנחה – שהיא כמעט אריסטוטלית באופייה – הרווחת בקרב תלמידים רבים, ולפיה במקום שבו יש תנועה – יש בהכרח כוח המפיק אותה. מכאן שכדי להסביר אירוע "פשוט" בעולם המציאות – קרי, הבעיטה בקובייה – נדרשת הבנה של מושגים ושל עקרונות מופשטים. יתר על כן, אפילו מי שמבינים את המושגים ואת העקרונות הנוגעים לדבר עלולים להתקשות ביישומם בהתרחשות מעין זו "בעולם המציאות". הבנת מושגים מדעיים איננה משימה של מה בכך; גם מבוגרים רבים יתקשו בה. בספרו "טבעו הבלתי טבעי של המדע" (The Unnatural Nature of Science, 1982), קובע וולפרט כי "למעט מספר קטן של יוצאים מן הכלל, הרעיונות המדעיים בדרך כלל נוגדים את האינטואיציה: אין אפשרות לקלוט אותם רק באמצעות בדיקה פשוטה של תופעות, ולעתים קרובות הם חורגים מתחום ההתנסות היום-יומית שלנו [...] פיתוחה של הבנה מדעית מחייב מודעות מתמדת למלכודת החשיבה ה'טבעית'" (עמ' xi).



פעילות חקר בנושא מערכת הובלה בצמח: צביעת פרחים בכחול-לבן לקראת יום העצמאות, גן סחלב שבחולון, בהנחיית הגננת דפנה אברהם. הפעילות מוצגת באתר מרכז דע-גן במדור יש לי רעיון



פעילות חקר בנושא מערכת הובלה בצמח:  
צביעת פרחים בכחול-לבן לקראת יום העצמאות,  
גן סחלב שבחולון, בהנחיית הגנת דפנה  
אברהם. הפעילות מוצגת באתר מרכז דע-גן  
במדור יש לי רעיון

לסיכום, אמנם המדע מאפשר לראות את העולם, אולם הוא עושה זאת רק בתיווכם של מושגים מדעיים מיוחדים משלו. לפיכך קובעים דרייבר (Driver), גן (Guesne) וטיברגיאן (Tiberghien) כי "כאשר אנו מלמדים מדע אנחנו מנחים את התלמידים 'לראות' תופעות ומצבים ניסויים בדרכים מסוימות; אנו מלמדים אותם להרכיב 'משקפיים מדעיים'" (Driver et al., 1985, עמ' 193). אבל אם המדע הוא יותר ממה שאנו חווים ישירות באמצעות חושינו, אם המדע הוא בדרך כלשהי פעילות "בלתי טבעית", כפי שטוען וולפרט, ואם ההבנה והיישום של מושגים מדעיים במצבים מוגדרים ב"עולם המציאות" קשים אפילו למבוגרים, עולה מיד השאלה הדוחקת, "האם אכן נכון לחשוף ילדים קטנים למושגים מדעיים?". אולי נכון יותר להמתין עד שיהיו בשלים יותר מבחינה אינטלקטואלית ובעלי יכולת טובה יותר להתמודד עם רעיונות מדעיים. יתר על כן, החוקרים הראו כי רעיונות המתגבשים בילדות המוקדמת אינם מתפוגגים בקלות עם הגיל ומתגלים כעמידים להכעיס. האם יש אפוא יסוד לחשוש, כי בחשפנו ילדים למושגים מדעיים בטרם רכשו את היכולת הקוגניטיבית להתמודד עמם, במקום למנוע את השתרשותן של תפיסות שגויות ואי-הבנות, אנו למעשה נוטעים בהם בדיוק את אשר יגורנו מפניו ומטביעים בהם מושגים שגויים שיקשה עלינו לשרש מאוחר יותר בחיים ובבתי הספר?

בהמשך נשוב לבעיית תפיסותיהם השגויות או הנכונות של ילדים ולשאר השאלות שהוזכרו. לעת עתה רק נזכור אותן בבואנו לבחון את הנימוק היסודי השני שבו משתמשים כדי להצדיק את הוראות המדעים, קרי, הטענה כי הוראת המדעים יכולה לסייע להתפתחות החשיבה המדעית ולהתפתחותה של יכולת ההסקה המדעית.

### האם המדע מפתח את מיומנויות החשיבה וההסקה המדעית?

בלב לבה של החשיבה המדעית – והדבר נכון הן בעבור אנשי מדע והן בעבור מי שאין עיסוקם במדע הטהור – ניצבת היכולת לתאם ולקשר בין התאוריה לבין המציאות העובדתית. ברור כי הידע בדבר תאוריות והידע בדבר ממצאים הם היבטים שונים של מה שכינינו "ידע ייחודי". אולם מן האמור לעיל ברור גם שהמדע אינו יכול להיחשב מדע כאשר אין קשר ישיר בין תאוריה וממצאים. מלאכת התיאום בין התאוריה לממצאים מצריכה שימוש במיומנויות חקר, שהן חלק ממה שכינינו "ידע ניסויי / התנסותי". אכן, משום כך חקר מדעי נחשב לחלק בלתי נפרד של המדע. לפיכך מקובל להניח שהוראת המדעים תורמת להתפתחותה של החשיבה המדעית בכך שהיא מציבה את התלמידים במצבים של חקר מדעי.

גישה זו, שיש לה שורשים היסטוריים מוצקים, מופיעה בדוחות חינוכיים רבים כאחד הגורמים המשפיעים על קביעת קווי המדיניות המודרניים בכל הקשור להוראת המדעים. יתר על כן, דוחות כאלה מדגישים לעתים קרובות את חשיבותו של פיתוח החשיבה המדעית **בכל קבוצות הגילאים**. למשל, דוח הוועדה העליונה לחינוך מדעי טכנולוגי ומתמטי בישראל ("מחר 98") מעלה כי חשוב ביותר ליצור תבניות של חשיבת-חקר כבר בגיל הגן (1992, עמ' 26). דוגמה אחרת היא התקנים הארציים להוראת המדעים של NSES בארה"ב, שם ממליצים "לתת לתלמידים בכל הכיתות ובכל תחומי המדע הזדמנויות ליישם חקר מדעי ולפתח יכולות חשיבה ופעולה באופן התואם חקר – כולל ניסוח שאלות, תכנון וביצוע של חקירה מדעית, שימוש בכלים המתאימים ובטכניקות המתאימות לאיסוף נתונים, חשיבה ביקורתית והגינות על הקשר בין ממצאים והסברים, הבנייה וניתוח של הסברים חלופיים, וכן שימוש בטיעונים מדעיים" (NSES, 1996).

ברם, עיון בספרות העוסקת בחשיבה מדעית מעלה כי אין יסוד להניח שבגיל ההתבגרות המוקדמת

יש לצעיר או לצעירה המיומנויות הנחוצות כדי לעסוק באופן יעיל בלמידת חקר. כדי שהתלמידים יוכלו לחקור, לנתח ולייצג באופן מדויק בעיה מרובת-משתנים, עליהם להיות מסוגלים להמשיג את המשתנים הרלוונטיים ולהבין את השפעת כל אחד מהם על התוצאה. מתברר כי צעירים רבים מתקשים בכך אף בגיל ההתבגרות וכי האסטרטגיות שהם נוקטים כדי לחקור בעיה מעין זו רחוקות מלהיות מיטביות. נראה אפוא כי יש פער בין האמונה שחינוך מדעי המבוסס על חקר עשוי לקדם את החשיבה המדעית, לבין המציאות שבה ייתכן למעשה שלתלמידים אין המיומנויות הקוגניטיביות הנחוצות כדי לעסוק בחקר. אם למתבגרים צעירים – ואפילו למבוגרים – אין המיומנויות הקוגניטיביות הללו, מובן שאין אנו יכולים לצפות להן אצל ילדים בגיל הגן או בתחילת בית הספר היסודי. אבל אם כאלה הם פני הדברים, האם יש יסוד לציפייה שילדים בגיל הרך יפיקו תועלת כלשהי מחינוך מדעי המושתת על חקר? והאם ניתן לצפות מילדים בגיל הרך שיפתחו את סוג החשיבה המדעית האמור לנבוע מלמידת חקר? לאור סכומי הכסף המופלגים, כוח האדם והזמן הרב הדרושים לפיתוח תכניות לימוד בחינוך המדעי ולהכשרת המורים בהוראתן, אין להתייחס בקלות ראש לשאלות כגון אלה, אשר יחדיו מתגבשות לכלל ה"איפכא מסתברא" לעמדתו, קרי, הטענה שלפיה אין להורות מדעים לילדים בגיל הרך. בספרי אני דן בהרחבה בשש סיבות לחשיבות ההוראה בגיל הגן. במאמר זה רק אציין אותן בקצרה. סיבות אלו היוו מקור השראה להנחות היסוד של תכנית הלימודים החדשה, שכאמור תצא לאור בקרוב.

### שישה טיעונים המסבירים מדוע רצוי ואף חיוני להורות מדעים בגיל הגן

1. ילדים מטבעם נהנים מהתבוננות בטבע, מעריכת תצפיות ומחשיבה על הסובב אותם. הם מתעניינים בהתנהגותם של בעלי חיים, מתפעמים ממראה הקשת בענן ועוקבים בסקרנות אחרי מים המחלחלים בחול. זאת ועוד, לילד ראיית העולם רעננה, חדשה, יפה, והוא מביט בעולם ומגלה תגליות בהתפעמות, בהתפעלות ובהתרגשות. הסקרנות הטבעית שבה ניחנו דוחפת את הילדים לעסוק בהתלהבות בכל סוגי הפעילות המדעית. התכונה הבולטת ביותר המכינה את הילד לעיסוק בתכנים מדעיים היא המוטיבציה הפנימית הדוחפת אותם לעסוק בפעילות כלשהי פשוט לצורך קבלת הסיפוק שבעשייה ובחקר ולא למטרה אחרת. יש שיגידו שהילדים רק משחקים בבצעם פעילויות מדעיות כאלה, אולם ויגוצקי גורס כי המשחק הוא גורם מפתח בפיתוח הקשר בין אובייקטים, משמעויות ודמיונות. זהו אחד הטיעונים החשובים ביותר בעד הכללת הוראת המדעים בגני הילדים. אחת ממטרות החינוך בגיל הרך היא לעודד ואף לפתח התעניינות טבעית זאת של הילדים.
2. גיבושן של עמדות מתחיל בשלבי החיים המוקדמים. כבר אמרו חז"ל "גרסא דינקותא" (שכוונתו שככל שמשרישים ידע, אמונה, ערכים וכו' בגיל צעיר יותר כך הם מופנמים יותר). ואמנם, מתברר כי עמדות כלפי מדע מתפתחות כבר בשלבים מוקדמים בחיים. למשל, Lin (1994) מצא שילדים בגיל הגן כבר יש עמדות מוגדרות כלפי מדע. הם הביעו היטב את נכונותם להשתתף או לא להשתתף בפעילויות מדעיות. כבר בגיל זה הם נהנים מפעילויות מדעיות או להפך – נרתעים מהן. לכן חשיפת התלמידים למדעים בסביבה שבה הם יכולים להפיק הנאה מחשיפה זו עשויה לפתח בהם גישה חיובית למדע. גישה זו תאפשר לילדים להימנע ממחסומים העלולים להיווצר אצל ילדים ביחס למדע.
3. חשיפה מוקדמת לתופעות מדעיות מובילה להבנה טובה יותר של מושגים במדע, שיילמדו בשלבים מאוחרים יותר באופן פורמלי יותר. מתוך התנסותם בחפצים ובתופעות, הילדים בונים לעצמם מושגים המהווים תשתית להמשך הלמידה וההתפתחות. על פי רוב מושגים אלה אינם עולים בקנה אחד עם התפיסות המקובלות במדע, אך יש להם השפעה רבה על התפתחותם של המושגים ושל הרעיונות שיילמדו בשלבים המאוחרים יותר. על כן חשיפה מבוקרת ומתאימה

- למושגים ולרעיונות מדעיים בגיל הרך, שבו מתחילה להתפתח התשתית המושגית, עשויה לתרום לבניית ידע מוקדם מתאים שיהיה בסיס להמשך ההתפתחות.
4. לפי ויגוצקי, שפה היא הבסיס לכל התפתחות מנטלית. על כן השימוש בשפה מדעית מדויקת – הכוללת מושגים מדעיים לפי הצורך – כבר בגיל מוקדם, משפיע על התפתחותם של מושגים מדעיים ושל תפיסה מדעית אצל הילדים.
5. ילדים מסוגלים בהחלט להבין מושגים מדעיים ומסוגלים לחשיבה מדעית. אף שנאמר בהקדמה כי אפילו תלמידי חטיבות הביניים והתיכון מתקשים בפעולות חקר, מחקרים אחדים מעידים שגם ילדים בגיל זה מראים יכולת לחשוב באורח מדעי, וכי הם מסוגלים לחשוב גם על מושגים מורכבים. מחקרים אלו מראים, למשל, כי ילדי גן מסוגלים לקשור בין ראיות לתאוריות. על כן חשוב לעודד יכולת זו (בתיווך הגננת) באמצעות חשיפת התלמידים להתנסויות חקר. התנסויות אלו עשויות לתרום בעתיד לפיתוח דפוסי חשיבה שישמשו את הילדים לצורכי מחקר.
6. המדע הוא אמצעי יעיל ביותר לפיתוח חשיבה מדעית. מטבעו, עיסוק במדע דורש מילדים לזהות משתנים רלוונטיים בתופעות טבע ולגלות קשרים ביניהם, למשל, גילוי הקשר שבין גודל צללית של חפץ ובין המרחק של החפץ מפנס מאיר. התנסות מסוג זה עשויה לתרום לפיתוח ניצני חשיבה לוגית-מדעית שאחד ממאפייניה המרכזיים הוא מציאת קשרים בין משתנים. חיוני אפוא לעודד תלמידים לסגל לעצמם צורת חשיבה מדעית המבוססת על חיפוש הסברים ועל בניית מודלים.

כעת, משאנו מצוידים בסיבות המצדדות בהוראת המדע, נותרות השאלות המהותיות: מה יש ללמד במסגרת המדע וכיצד. תכנית הלימודים החדשה במדע וטכנולוגיה לגני הילדים נותנת מענה חלקי על שאלות אלו. אני מקווה כי התכנית תאפשר לטמון את זרעי הסקרנות המדעית בילדי הגן.

ד"ר חיים אישך הוא מרצה בכיר במחלקה להוראת המדעים והטכנולוגיה באוניברסיטת בן-גוריון בנגב ויו"ר ועדת תכנית הליבה במדע וטכנולוגיה לחינוך קדם-יסודי. [heshach@gmail.com](mailto:heshach@gmail.com)

המאמר הוא חלק מתורגם מספרו, Haim Eshach, Science Literacy in Primary Schools and Pre-Schools, Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2006.

תרגום: דן שליט-קניג [dan\\_kenig\\_shalit@yahoo.com](mailto:dan_kenig_shalit@yahoo.com)

#### לקריאה נוספת:

- אישך, ח' (2003). הוראת המדעים בגיל הרך. בתוך: פ' קליין וד' גבעון (עורכות), חלונות לעולם, אמנות ומדע להעשרת החוויה הלימודית בגיל הרך (עמ' 105–142). תל-אביב: רמות.
- Driver, R., Guesne, E., and Tiberghin, A. (Eds.) *Children's ideas in science*. Milton Keynes, UK: Open University Press.
- Driver, R., and Bell, B. (1986). Students' thinking and the learning of science: A constructivist view. *School Science Review*, 67, 443–456.
- Einstein, A., and Infeld, L. (1938). *The evolution of physics*. New York: Simon & Schuster.
- Huxley, T. H. (1893). On the educational value of the natural history sciences. In Huxley, T. H., *Collected essays* (pp. 38–65), III, London (repr. New York: Greenwood Press, 1968).
- Popper, K. (1963). *Conjectures and Refutations*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Schwab, J. J., and Brandwein, P. (1966). *The teaching of science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wolpert, L. (1992). *The unnatural nature of science*. London: Faber.
- Zimmerman, C. (2000). The development of scientific reasoning skills. *Developmental Review*, 20, 1493–1499.