

## הערכה לפני מעשה כמנוף ללמידה משמעותית

### לאורה נתיב\*

לתהליכי הערכה המתבצעים לפני תהליך ההוראה-למידה יש חשיבות רבה בתכנון תכנית ההוראה-למידה (Proactive Evaluation). הנחת יסוד זו נשענת על הגישה הקונסטרוקטיביסטית (ראו מסגרת) שעל-פיה ילדים אינם מגיעים לבית-הספר "טבולה רסה". הם מצוידים ברעיונות ובתפיסות שנוצרו אצלם במהלך התנסויותיהם בחיים ובעקבות למידה קודמת במסגרות פורמליות ובלתי פורמליות.

כדי לאתר את הידע והתפיסות הקודמות של התלמידים בנושאי הלימוד המתוכננים ולהביא לידי שינוי תפיסתי, דרוש מערך תכנוני הכולל אסטרטגיה לאיתור התפיסות הקודמות ולתכנון והתערבות חינוכית מתאימה.

במאמר זה אציג ממצאים של הערכה שבוצעה באמצעות מחקר פעולה שערכתי בכיתה ד' באחד מבתי הספר במסגרת הכשרתי במסלול יסודי (התמחות מדעים) במכללת סמינר הקיבוצים ואציע תכנית התערבות לשינוי תפיסתי אצל התלמידים.

מטרת המחקר הייתה לזהות את התפיסות החלופיות הרווחות ביחס למבנה כדור-הארץ ולהוביל את הילדים לשינוי תפיסתי – מתפיסתם החלופית עד לתפיסה המדעית המקובלת. תכנית התערבות זו בוצעה במהלך שיעורי המדע והטכנולוגיה בכיתה והתבססה על תכנית הלימודים "לימודי מדע וטכנולוגיה בבית-הספר היסודי" (תשנ"ט) ועל המסמך "סטנדרטים וציוני דרך במדע וטכנולוגיה לבית-הספר היסודי" (2004).

#### הגישה הקונסטרוקטיביסטית ותפיסות חלופיות

הגישה הקונסטרוקטיביסטית להוראה-למידה יוצאת מהנחה שבכל שלב של הלימוד התלמידים הינם שותפים פעילים בהבניית הידע והמיומנויות שלהם. שותפות פעילה זו מובילה לעתים להבניית תפיסות חלופיות. התפיסות החלופיות משקפות את המארג המושגי שקיים בתודעת הילד. תפיסות אלו נוצרות וקיימות בכל שטחי החיים, וניתן למצוא אותם בכל תחום דעת הנלמד בבית-הספר. תלמידים יכולים להחזיק בתפיסות חלופיות שנוצרו לפני ההוראה, ובתפיסות חלופיות שנוצרו במהלך, ולעתים קרובות אף כתוצאה ממנה. תפיסות חלופיות לפני ההוראה מקורן בשני גורמים: מאפייני חשיבה כלליים, הקשורים לגיל הילדים ולרמת התפתחותם, ומתפיסות קודמות רלוונטיות, שהילדים רוכשים כתוצאה מניסיון חייהם בעקבות למידה קודמת בבית-הספר. תפיסות חלופיות שנוצרו במהלך ההוראה מקורן באמצעי התקשורת השונים כגון: שימוש בשפה הנאמרת בעל פה או הכתובה בספרים, על הלוח או בדפי עבודה, ובהמחשות שונות (שם).

תהליכי הוראה-למידה המבוססים על הגישה הקונסטרוקטיביסטית לוקחים בחשבון את היווצרותן הטבעית של התפיסות החלופיות ופועלים ליצירת שינוי תפיסתי בכיוון הרצוי. על פי גישה זו, למורים יש תפקיד מרכזי בשינוי התפיסות אצל התלמידים. על המורים לעודד את התלמידים להתמודד עם תופעות המעוררות קשיים תפיסתיים ולעורר עימות אינטלקטואלי במסגרת דיונים וויכוחים בתוך הקבוצה. כמו כן, על המורה להפעיל טכניקות ושיטות להגברת האפקטיביות של התלמידים בתהליכי הבניית הידע, כשהם מודעים לתהליך ההכרתי שמתרחש בו (יחיאלי ונוסבוים, תשנ"ה).

\* לאורה נתיב היא סטודנטית במסלול יסודי (התמחות מדעים) במכללת סמינר הקיבוצים. מחקר הפעולה נעשה במסגרת ההתנסות המעשית בבית-הספר הדמוקרטי ע"ש יאנוש קורצ'אק בחולון.

### דוגמאות מהמבחן הסגור

#### 1. מהי אטמוספירה?

- א. שכבה של גזים שעוטפת רק את כדור-הארץ.
- ב. שכבה של גזים שעוטפת גופים רבים בחלל.
- ג. שכבה של גזים העוטפת כוכבי לכת שונים אך לא את כדור-הארץ.
- ד. שכבה של עננים העוטפת את כדור-הארץ.

#### 2. כיצד בנוי כדור-הארץ?

- א. מגוש אחד שלם.
- ב. משלוש שכבות עיקריות: ים, יבשה וגלעין.
- ג. משתי שכבות עיקריות: גלעין וקרום.
- ד. משלוש שכבות: קרום, מעטפת וגלעין.

#### 3. באיזו שכבה משכבות כדור-הארץ נמצאים האוקיינוסים והיבשות?

- א. היבשות נמצאות על הקרום והאוקיינוסים במעטפת הנוזלית.
- ב. גם היבשות וגם האוקיינוסים נמצאים במעטפת.
- ג. גם היבשות וגם האוקיינוסים הם חלק מקרום כדור-הארץ.
- ד. היבשות והאוקיינוסים הם חלק מהקרום אך קרקעית האוקיינוס היא חלק מהשכבה השנייה של כדור-הארץ.

#### 4. האם שטחי הים והיבשה על פני כדור-הארץ שווים בגודלם?

- א. כן, מחצית מפני כדור-הארץ הם ים ומחציתם יבשה.
- ב. רוב השטח על פני כדור-הארץ הוא יבשה.
- ג. לא, רוב השטח על פני כדור-הארץ הוא ים.
- ד. לא, שטחי הים גדולים במעט משטחי היבשה.

במחקר שערכת השתמשתי בכלי מחקר המאפיינים מחקר איכותני: תצפיות פתוחות וממוקדות, ראיונות, שאלונים ומסמכים שונים.

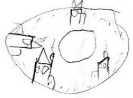
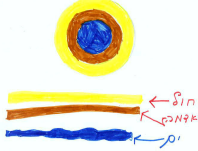



בכתבה זו אציג שני כלי הערכה שבהם השתמשתי לאיתור התפיסות:

**שאלון סגור** שכלל שאלות מסוג בחירת תגובה שבדקו בעיקר ידע הצהרתי (עובדות ותופעות) (ראו דוגמה במסגרת).

**שאלון פתוח** שבו התבקשו התלמידים לצייר כיצד לדעתם נראה כדור-הארץ מבפנים, וכיצד מבחוץ. (התלמידים התבקשו גם להוסיף הסברים לציורים).

מניתוח ציורי הילדים עלו תפיסות שונות בקשר למבנה כדור-הארץ ולמרכיביו. להלן מספר דוגמאות הקשורות לתפיסות אלו: חלק מהילדים ציירו את פנים כדור-הארץ כמקום שבו נמצאים היבשות, האנשים הימים. תפיסת הילדים תואמת לאחת מחמש התפיסות שהציגו יחיאלי ונוסבוים (תשנ"ה): "אנו גרים בתוך כדור-הארץ". ילדים אשר תפיסותיהם כלולות בקטגוריה זו, מאמינים כי הארץ הינה כדור ענקי המורכב משני חצאי כדור. החלק העליון הוא מוצק ומורכב באופן בסיסי מאדמה ומסלעים. האנשים גרים על החלק השטוח של המחצית התחתונה של כדור-הארץ, ואילו המחצית ה"עליונה" של כדור-הארץ אין היא עשויה מחומר מוצק, אלא מאוויר או משמים או מאוויר ושמים. השמים עשויים להיתפס כמין כיפה המכסה את הארץ השטוחה ונוגעת בה לאורך היקפה. על פי תפיסה זו, השמש, הירח והכוכבים עשויים להימצא בתוך הכדור, על פני הכדור או מחוץ לכדור. ואכן אחת התלמידות ציירה את הירח והכוכבים על פני כדור-הארץ.

קבוצה אחרת של ילדים ציירה את פנים כדור-הארץ בשכבות, אולם שמות השכבות לא צוינו בצורה מדויקת. אחד הילדים ציין, למשל, שהשכבות הפנימיות של כדור-הארץ הם חול, אדמה וים. זוהי תפיסה חלופית רווחת הנובעת, כנראה, מהעובדה שכאשר ילדים חופרים בחול בחוף הים הם מגיעים בסופו של דבר למים (ראה ציורים במסגרת).


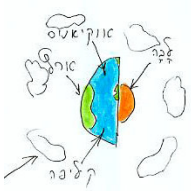

שם		ציור	האם התלמידים ציינו את המרכיבים הבאים כמרכיבים פנימיים של כדור-הארץ?			האם התלמידים ציירו את כדור-הארץ בנוי משכבות?	תיאור הילדים את פנים כדור-הארץ
			קרומ	מעטפת	גלעין		
ה.ד.		x	x	x	x	x	אנשים, אדמה
ש		x	x	x	✓	חול, אדמה וים	
ש.ל.		x	x	x	x	מים, חמצון, אנשים, פרחים, שמש	
י.ס.		x	x	x	✓	לב, דרגות שונות של חום	
ש.ח.		x	x	✓	✓	לב כדור-הארץ, המגן של הלב, הארץ, המגן של הלב	

ברוב ציורי הילדים לא הייתה התייחסות לאטמוספירה באופן ישיר, למשל, היו ילדים שציירו את החמצן כאחד ממרכיבי כדור-הארץ. רק שני תלמידים כתבו שהאטמוספירה היא חלק מכדור-הארץ (ראו ציורים במסגרת). עם זאת, מניתוח השאלונים התברר שהילדים אכן יודעים מהי אטמוספירה באופן עקיף:

- 65% מהם ציינו שהאטמוספירה חשובה לכל היצורים החיים.
- 31.2% מהתלמידים ציינו שחשוב לשמור על האטמוספירה מכיוון שעשן וגזים רעילים מזהמים אותה.

- 25% מהתלמידים ציינו שהאטמוספירה מספקת מים, חמצן, אור וחום.
- רק 3.1% מהתלמידים ציינו שהאטמוספירה היא שכבה של גזים שעוטפת גופים רבים בחלל.

נתונים אלה מצביעים על קיומו של פער בין הממצאים העולים מתוך הציורים לבין הממצאים העולים מתוך השאלונים. אמנם הילדים לא ציירו את האטמוספירה, אולם לפי השאלונים, נראה שהם יודעים על קיומה של האטמוספירה ועל חשיבותה לחיים, אם כי הם לא בהכרח מכירים את כינויה המדעי. ייתכן שפער זה נובע מהעובדה, שכאשר מבקשים מילדים לצייר משהו, הם מציירים את מה שהם יכולים לראות, ולכן הם לא כללו את האטמוספירה בציוריהם.

x לא צייר מרכיב זה ✓ צייר מרכיב זה		<b>ניתוח תוצרי תלמידים - מרכיבי כדור-הארץ</b>					ציור	שם			
האם התלמידים ציינו את המרכיבים הבאים כמרכיבי כדור-הארץ?					יבשות	אוקיי- נוסים			יותר אוקיי- נוסים מאשר יבשות	אנשים	צמחים
x	x	x	x	✓			✓	✓			
x	x	x	✓	היחס בין הים ליבשה נראה שווה	✓	✓		ש			
✓	x	x	x	לא מובן לפי הציור	✓	✓		ד.נ			
התייחס לחמצן, אבל לא ספצי- פית לאטמו- ספירה	x	x	x	✓	✓	✓		י.ס			

## תכנית ההתערבות

נתוני השאלון הפתוח והסגור היוו בסיס לבניית תכנית ההתערבות החינוכית בכיתה. קשה מאוד לשנות תפיסות חלופיות ולהחליפן בתפיסה "נכונה" מבחינה מדעית. חוקרים רבים אף טוענים שאין צורך בכך. לפי תפיסתם, התפיסות החלופיות עשויות להיות המנוף ללמידה, שכן ניתן באמצעותם לעזור ללומדים לבנות תפיסה קרובה יותר לזו המקובלת במדע (ברנד, 1996).

אחת הדרכים לשינוי תפיסתי היא מודל שפיתחה קבוצת חוקרים שפורסם בשנת 1982. הוא מכונה בשם "המודל לשינוי תפיסתי" של פוזנר ועמיתיו. מודל זה נראה לחוקרים כמפתח העשוי להציג את התנאים שצריכים להתקיים, כדי שתלמידים הלומדים מדע בבית-הספר יעברו תהליך של שינוי תפיסתי – מתפיסות אינטואטיביות וחלופיות לכיוון התפיסות המדעיות ה"מקובלות". המודל של פוזנר יוצא מנקודת הנחה שאדם הפוגש תופעה חדשה, מתייחס אליה באמצעות מה שקיים כבר בהכרתו. התייחסות זו עשויה להביאו לידי דחייתה של התפיסה החדשה, או לחלופין לאימוצה (יחיאלי, 2001) (ראו מסגרת).

### המודל של פוזנר – הגורמים שיובילו לשינוי תפיסתי

כדי להביא לשינוי וללמידה משמעותית, יש להציג את התפיסה המדעית, המקובלת, רק לאחר שנחשפה התפיסה החלופית של הלומדים. בתהליך זה אנו יוצרים "קונפליקט קוגניטיבי" בין תפיסות הלומדים לבין הידע המדעי. לומדים שביטחונם בתפיסה הקודמת שלהם התערער, פתוחים ומוכנים לשמוע ולבחון הסברים אלטרנטיביים (ברנד, 1996; יחיאלי, 2001). על מנת שיווצר שינוי תפיסתי, צריכים להתקיים שלושת הגורמים הבאים:

– עד כמה התפיסה נראית **כניתנת להבנה**, כלומר בעלת מובן כלשהו. אדם יתחיל לבחון תפיסה חדשה, רק אם תהיה לו הרגשה שהוא מסוגל להבין את התיאור המילולי של תפיסה זו, לפחות ברמה של הבנה ראשונית (מעין "הבנת הנקרא"). לומדים יתחילו לבחון מונחים חדשים רק אם המונחים יעוררו אצלם משמעות אישית כלשהי. (יחיאלי, 2001. יחיאלי ונוסבום, תשנ"ה).

– עד כמה התפיסה נראית **מתקבלת על הדעת וסבירה**. כדי שתפיסה חדשה תיחשב על ידי התלמידים כמועמדת לאימוץ, אין חובה שהם יאמינו באמיתותה, אך עליה להיראות בעיניהם כאפשרית במציאות. תפיסה תיראה אפשרית אם התיאור שהיא מציעה, מתיישב עם הנחות היסוד, עם מושגים, עם עובדות ועם טענות הקיימים כבר בהכרתם של התלמידים. תלמידים לא ישקלו אימוץ של תפיסה שתיראה להם כנמצאת בסתירה למרכיבי מבנה ההכרה שלהם, כלומר, בלתי מתקבלת על דעתם (שם).

– עד כמה התפיסה נראית **פורייה**. לתפיסה חדשה צריך להיות פוטנציאל לפתור בעיות, שהתפיסה ה"ישנה" לא יכלה לפתור. כלומר, על התלמידים להתרשם, כי בכוחה של התפיסה החדשה להובילם להסבר תופעות רבות יותר, לרעיונות "מאתגרים" חדשים ולהעלאת שאלות מחקר מעניינות חדשות, יותר מאשר התפיסה החלופית. כדי לעזור לתלמידים לאמץ את התפיסה המדעית המקובלת, רצוי להראות להם תופעות נוספות הניתנות להסבר בעזרת תפיסה זו, וקשה להסבירן באמצעות התפיסה הקודמת. העובדה שתופעות רבות ניתנות להסבר טוב יותר באמצעות התפיסה החדשה מעידה על פוריותה של התפיסה המדעית (שם).

אסטרטגיית ההוראה-למידה שבה בחרתי ליישום המודל של פוזנר היא "מעגל הלמידה", אסטרטגיה המתבססת על איתור תפיסות הלומדים כבסיס ללמידה משמעותית (בן-מנחם, דרסלר, 2004). יישום מעגל הלמידה בכיתה נעשה במספר שלבים: איתור ידע קודם, גירוי, התנסות, המשגה, יישום ורפלקציה.

- בשלב איתור הידע הקודם מאתרים תפיסות חלופיות אצל התלמידים.
  - בשלב הגירוי נעשית פעילות שמטרתה לעורר את המוטיבציה של התלמידים באמצעות תחושות שונות (קולות, טעמים, ריחות), ורגשות פנימיים כמו: מחשבות, שמחה, אהבה, תסכול ועוד.
  - בשלב ההתנסות התלמידים מתנסים בנושא הנלמד באמצעות פעילות חווייתית ורלוונטית להם.
  - בשלב המשגה מרחיבים ומעמיקים באמצעים מגוונים את הידע בנושא הנלמד.
  - בשלב היישום התלמידים מיישמים את הידע בהקשרים חדשים.
  - בשלב הרפלקציה התלמידים סוגרים מעגל ומעריכים את תהליך הלמידה שלהם. תהליך סגירה זה מאפשר את ארגון החומר הנלמד ואת הפנמתו ביזכרון לטווח ארוך.
- תכנית ההתערבות ליצירת שינוי תפיסתי התמקדה בהכרת מבנה כדור-הארץ, ממרכיביו הפנימיים ועד למרכיביו החיצוניים. התכנית הדגישה את ייחודו של כדור-הארץ ככוכב הלכת היחיד במערכת השמש שעליו מתקיימים חיים. תהליך ההוראה-למידה – כוונתו לעמת את התלמידים עם תפיסותיהם החלופיות באמצעות התנסות בטיפול במידע ובפתרון בעיות רלוונטיות.

### **מטרות התכנית**

- התלמידים יבינו כי כדור-הארץ מורכב משכבות: קרום, מעטפת וגלעין.
- התלמידים יבינו כי היבשות וקרקעית האוקיינוס הם חלק מקרום כדור-הארץ.
- התלמידים יבינו כי גופים רבים בחלל עטופים במעטפת גזים הנקראת "אטמוספירה".
- התלמידים יבינו שגם כדור-הארץ עטוף באטמוספירה.
- התלמידים יבינו כי לאטמוספירה של כדור-הארץ קוראים גם בשם "אוויר".
- התלמידים יבינו מהם הגזים העיקריים שבאטמוספירה של כדור-הארץ: חנקן, חמצן ופחמן דו-חמצני.

להלן מוצגת דוגמה לשיעור שמטרתו לפתח בקרב התלמידים את ההבנה כי כדור-הארץ מורכב משכבות: קרום, מעטפת וגלעין.

על-פי יחיאלי ונוסבאום (2001), כדי שהתלמידים יאמצו תפיסה זו היא אמורה להיות ניתנת להבנה, והמונחים החדשים יעוררו אצלם משמעות אישית כלשהי (יחיאלי ונוסבאום, תשנ"ה; יחיאלי, 2001). על מנת לעורר אצל התלמידים משמעות אישית השתמשתי בציורי התלמידים וביקשתי מהם לבחון אותם בתחילת תהליך הלמידה ובסופו. במשך השיעור השתמשתי באמצעים מגוונים (אבוקדו, ביצה קשה, תרשים) כדי להמחיש לילדים את המבנה הפנימי של כדור-הארץ (שלב ההתנסות). כמו כן, הילדים קראו קטע מידע (שלב המשגה) שבעקבותיו בנו דגם של פנים כדור-הארץ. בסוף השיעור ניתן היה לראות כיצד השתנו תפיסותיהם של חלק מהתלמידים: קבוצה אחת אמרה: "הציור שלנו קצת מתאים בגלל שהראנו שיש שכבות לכדור-הארץ, אבל לא כתבנו את השמות כי לא ידענו." קבוצה אחרת אמרה: "הציור לא נכון בגלל שהכול לבה ומסביב יבשה". קבוצה נוספת אמרה: "לפי דעתנו הציור נכון, בגלל שרשמנו קרום, מעטפת. רק לא רשמנו שיש גלעין, במקום זה רשמנו ליבה פנימית וליבה חיצונית" (ראו תכנון שיעור לדוגמה במסגרת).

תכנון השיעור	
<p>שם הפעילות: כיצד בנוי כדור-הארץ?  <b>סטנדרט משנה:</b> התלמידים יכירו את כדור-הארץ: מיקומו ביקום, צורתו, מבנהו ומרכיביו החיים והדוממים.  <b>ציון דרך:</b> התלמידים יתארו את מרכיבי כדור-הארץ (מרכיבים דוממים: קרקע, מים, אוויר. מרכיבים חיים: אדם, בעל חיים וצמחים).  <b>מטרה כללית:</b> התלמידים ידעו כי כדור-הארץ מורכב משכבות: קרום, מעטפת ונלעין.  <b>אמצעים ומשאבים:</b> ציורי ילדים            הדרי מהשבים – אינטרנט            שקף של שכבות כדור-הארץ            הומרים לבניית דגם של כדור-הארץ: פלסטלינה, כדורי קלקר, וגולות.  <b>ארגון זמן:</b> שעה וחצי</p>	
שלב מעגל הלמידה	פעילות
איתור ידע קודם/גידוי	פותחים בסיפור על קבוצת אנשים שיוצאת לחקור את כדור-הארץ. שואלים את הלומדים איזה ציור לדעתם מתאים לממצאים שגילו קבוצת החוקרים על כדור-הארץ. התלמידים מתחלקים לקבוצות. התלמידים מקבלים את הציורים האישיים שציירו על מרכיבי כדור-הארץ החיצוניים ומרכיביו הפנימיים. הקבוצה התבקשה לבחור את אחד הציורים המייצג באופן הטוב ביותר את תפיסתם ביחס למבנה כדור-הארץ. שואלים את התלמידים האם הציור נכון, וכיצד נוכל לדעת זאת.
התנסות	מציגים לתלמידים אבוקדו וביצה קשה חצויים לשניים ושואלים: האם יכול להיות שכדור-הארץ גם בנוי כך? לאחר מכן, התלמידים בונים מודל של שכבות כדור-הארץ. הם נעזרים בפעילות שבועמוד 164 שבספר "ללכת על כוכב לכת" (הוצאת רמות, אוניברסיטת תל-אביב), המפנה אותם לקטע מידע בעקבותיו עליהם לבנות מודל.
המשגה	בשלב המשגה נערכת הבניית המושגים: קרום, מעטפת, נלעין, מוצק, נוזל וגז. עוסקים בעובי היחסי של השכבות, ומאילו הומרים עשוי כל אחד מהמרכיבים. המשגה נעשית באמצעות הדגם של כדור-הארץ וכן בעזרת הדוגמאות שהוצגו בתחילת השיעור: ביצה קשה, אבוקדו ועוד.
יישום	אוספים מידע באמצעות האינטרנט על הרי נעש בעזרת דף מנחה. מטרת הפעילות ליצור הקשר נוסף למושגים שנלמדו בשיעור.
רפלקציה	התלמידים מקבלים בשנית את הציורים שציירו בתחילת השיעור ומתבקשים לחוות דעה על הציורים בעקבות תהליך הלמידה ולתקן אותם במידת הצורך

בסיום תכנית ההתערבות ביצעתי פעילות הערכה על מנת לבדוק האם אכן חל שינוי תפיסתי אצל הילדים. מניתוח תוצאות המבחן עולה כי קיים פער בין נתוני השאלון שניתן לתלמידים לפני פעולת ההתערבות, לבין נתוני המבחן שניתן לאחר ההתערבות. למשל, על השאלה: מהי האטמוספירה, ידעו לענות לפני פעולת ההתערבות רק 3.1%, ואילו לאחר פעולת ההתערבות ידעו להשיב על שאלה זו 61.2% מכלל התלמידים. על השאלה: מה מכילה האטמוספירה, ידעו לענות רק 46.8% מילדי הכיתה, ואילו לאחר פעולת ההתערבות ענו על שאלה זו נכון 77.4%. על השאלה: כיצד בנוי כדור-הארץ, ידעו לענות לפני פעולת ההתערבות רק 28.1%, ואילו לאחר ההתערבות ענו עליה נכון 90.32% מכלל הכיתה. ניתן להסיק מתוצאות אלה שאצל רוב תלמידי הכיתה חל שינוי תפיסתי.

## סיכום

מחקר הפעולה שביצעתי מראה שאם ברצוננו להביא את הלומדים לידי שינוי תפיסתי וללמידה משמעותית, עלינו להיות מודעים למחשבותיהם ולתפיסותיהם ביחס לנושא הנלמד. ניתן להגביר את המודעות לתפיסותיהם בעזרת שני אמצעים שבהם כל מורה טוב מצויד ממילא: האזנה והקשבה מתמדת להתבטאויות התלמידים בהזדמנויות שונות וקריאה מעמיקה של עבודות בכתב. התבטאויות מילוליות של הלומדים ועבודותיהם הכתובות מספקות עדויות לתפיסות החלופיות של הלומדים. כדי להביאם ללמידה משמעותית, עלינו ליצור אצלם קונפליקט קוגניטיבי בין התפיסה המדעית אל מול תפיסתם החלופית. הקונפליקט נעשה על ידי שימוש במגוון אמצעי הוראה-למידה היוצרים אצל הלומדים גירוי ומוטיבציה לפתח תפיסות ותובנות חדשות.

## ביבליוגרפיה

- בן מנחם, ע., דרסלר, מ., (2004), שילוב מעגל הלמידה של הגשטאלט בהוראת טכנולוגיה, בתוך: **עיון ערך מדע וטכנולוגיה, מערכות טכנולוגיות בפעולה – אל המקורות**. סלע, ל. (עורכת). (2004), עמודים 43-51, מרכז ארצי **למדע**, תל אביב.
- ברנד, ר., (1996), תפיסות שגויות והשפעתן על הלמידה או איך זה שלא למדו? הרי אמרתי להם!; בתוך: **אאוריקה**, כתב עת להוראת מדעים וטכנולוגיה, גיליון 1 עמודים 4-9, מרכז ארצי **למדע**, תל אביב.
- טיבר-בן דוד, ל., ברנד, ר., (1998), **ללכת על כוכב לכת**, מדריך למורה, הוצאת רמות, תל אביב.
- יחיאל, ת., (2001), המודל לשינוי תפיסתי של פוזנר, בתוך: **אאוריקה**, כתב עת להוראת מדעים וטכנולוגיה, גיליון 13, עמודים 2-11, מרכז ארצי **למדע**, תל אביב.
- יחיאל, ת., נוסבוים, י., (תשנ"ה), **תפיסות שגויות ושינוי תפיסתי בהוראת המדעים**, הוצאת מכון מופ"ת, תל-אביב.