

רות אמייר • אורה הירש

תפיסות שגויות והוראת ביולוגיה

למורה
מחודשת יסוי, תשס"א 2000



המטרו להוראת המדעים האוניברסיטה העברית בירושלים, תשס"א
יצא לאור ביזמתו ופיקוחו של המרכז הישראלי להינוך מדעי-טכניולוגי ע"ש עמוס דה-שיין,
סיסומד של משרד החינוך והתרבות והספורט, האוניברסיטה העברית בירושלים
ומכו ויצמו למדע, רחובות.

רות אמיר אורה הייש

תפיסות שגויות והוראת ביולוגיה

למורה

ספריית חמדת הדרות
מכיליה תונינה לחייב
מיס' 169 202

המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים
מהדורות ניסוי, תשס"א 2000



תודותנו ל:

יעל ערן-צורן, דידה פרנקל, ד"ר נמי יחיiali

על הסיווע ועל הערותיהן שתרמו לתכנה של החוברת שלפניכם.

תודה מיוחדת לד"ר רוברט קמפלט מאוניברסיטת יורק, אנגליה על הדיוונים הפוריים שהובילו לגיבוש הרעיון לארגון הטבלאות בתת פרק D2.

Special thanks to:

Dr. R. M. Campbell from University of York Science Education Group (UYSEG) for fruitful discussions which helped us in organizing the tables in section D2.

המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים

© כל הזכויות שמורות, ירושלים תשס"א 2000



אין לשכפל, להעתיק, לצלם, לתרגם, או לאחסן במאגרי מידע בכל דרך ובסכום אחר כל חלק שהוא מהחומר שבחוברת זו.

תולו

עמוד	פתח דבר
1	תפיסות שגויות מהן?
1	המוראה והתפיסות השגויות
2	מבט על החוברת
3	
5	א: לימוד מידע ותפיסות שגויות
5	רקע היסטורי .1.
9	המחקר בתפיסות שגויות .2.
11	המחקר בתפיסות שגויות בביולוגיה .3.
11	המקורות של התפיסות השגויות והחומרה .4.
11	ידע של התלמיד כמקור לתפיסות שגויות
16	ההוראה: חומר הלמידה, דרכי ההוראה והמורה כמקור לתפיסות שגויות
21	מפתח מושגים: מקורות התפיסות השגויות 3.4.
23	ב: תפיסות שגויות בכתה
23	ידע קודם של תלמידים .1.
23	חשיבות הידע הקודם .2.
24	ברור ידע קודם של תלמידים באמצעות שאלון .3.
24	שאלון לדיווח עצמי על למידה ועל הבנה .4.
26	הסביר או הנדרה של מושגים
26	درיכים לאיתור תפיסות שגויות וקשיים בהבנה .1.
27	דינון כתמי, סיעור מוחות .2.
27	ארגון מושגים וקשריהם: אסוציאציות, מילון, קישור זוגות מושגים במשפט, מפות מושגים .3.
27	פריטי מבחן מסווגים שונים: פריטים רבי בחירה, נימוק בפרט רב בחירתתי, שאלות קצרות, נימוק של היגד נכון, ציור מודלים, אירועים חושפים, שאלות מורכבות .4.
31	
36	סיכום 4.2.
37	ג: שינוי תפיסתי: מתפיסה שגوية להבנה
37	שינוי תפיסתי .1.
37	המודל לשינוי תפיסתי .2.
37	התנאים להתרחשות השינוי התפיסתי .1.
38	שינוי תפיסתי בההוראה .2.
41	שימוש בההוראה של המודל לשינוי תפיסתי .3.
43	ד: תפיסות שגויות בביולוגיה
43	הקדמה
43	תפיסות שגויות שאותרו באמצעות פריטים רבי בחירה בבחינות .1.
43	הברורות
43	לקט תפיסות שגויות ובצדן התפיסות הנכונות, המקור המשוער .2.
48	הצעות למורה
48	רשימה של תפיסות שגויות שדווחו בעתונות המוצעית בהוראת המדיעים .3.
53	
63	מקורות (לפי פרקים)
72	רשימות בנושא תפיסות שגויות והבנת מושגים שהופיעו בעלון למורי הביולוגיה נספח

פתח דבר

תפיסות שגויות מהן?

בשנים האחרונות עוסקים אנשי חינוך וחוקרים בתחום הוראת המדעים בתופעה המכונה **תפיסות שגויות**. בפרקם הבאים בחוברת זו נסקור בקצרה את המחקר בתפיסות שגויות לימודי, ונתמקד בהשלכותיו להוראת הבiology בחטיבה העליונה. בין השאר נעסק בדרכים לאייתור תפיסות שגויות ובசיחותן. נביא תיאור של תפיסות שגויות בבiology ונסקור דרכי להתמודדות אתן. אך לפני ש''נצלול'' לתוכה נושא להבהיר מהן התפיסות השגויות שכח רבות מדובר בהן.

לא אחת נתקל המורה לbiology באמרה כזו זו של תלמיד:

הפוטוסינזה היא הנשימה של הצמח.

אמרה כזו יכולה להיות חלק מתשובה לשאלת ''מהי פוטוסינזה?'' אך יכולה להופיע גם כחלק מתשובה לשאלת אחרת. קרוב לוודאי שמשפט זה גורם למורה להגיב מיד: ''זו איננה תשובה נכונה!'' ואכן התוכנה העיקרית של התפיסות השגויות (ומכאן גם נובע התואר ''שגיה'') היא שהן שונות מהידע המדעי המקובל¹. במחקריהם רבים שנעשו ב-20 השנים האחרונות בעולם וגם בארץ התברר, כי אמריות שגויות כאלה אין נחלתו של תלמיד יחיד שבמקרה לא הבין היבט. אמריות כאלה אין נדרות כלל וنمצאו בקרב תלמידים בגילאים שונים ובמקומות שונים בעולם. מכך ניתן ללמידה שהאמירה: ''הפוטוסינזה היא הנשימה של הצמח'' אינה סתם שגיאה אלא תקלת מהותית בהבנה של התלמיד. כלומר זהה הדבר שבה התלמיד מבין את מה שנלמד אודות תהליך הפוטוסינזה וזיהוי המשמעות של התהליך עבورو. המורה המנסה ל''תקן'' את השגיאה הנפוצה זו נתקל לא אחת ב''עקשנות'' של התפיסה השגوية וגם אם הקדיש מאמץ מיוחד לתקן את הטעות קורה שהיא חוזרת וולא בהזדמנויות אחרות או בהקשר אחר.

ספר דוגמאות נוספות של תפיסות שגויות נפוצות מובאות בטבלה 1 בעמוד הבא. מול כל תפיסה שגوية מוצג משפט המבטא בקצרה ונתמצאות רב את התפיסה הנכונה.

כפי שנראה בהמשך, מידע רב אודות התפיסות השגויות הctrber בעקבות מחקרים בהוראת מדע ובלימוד מדע. מקור חשוב למידע על תפיסות שגויות הקיימות בקרב תלמידי biology בארץ הוא הניתוח שנעשה מדי שנה לגבי הממצאים מבחינות הבגרות (ראו פרק ד).

טבלה 1: תפיסה שגوية מול תפיסה נכונה

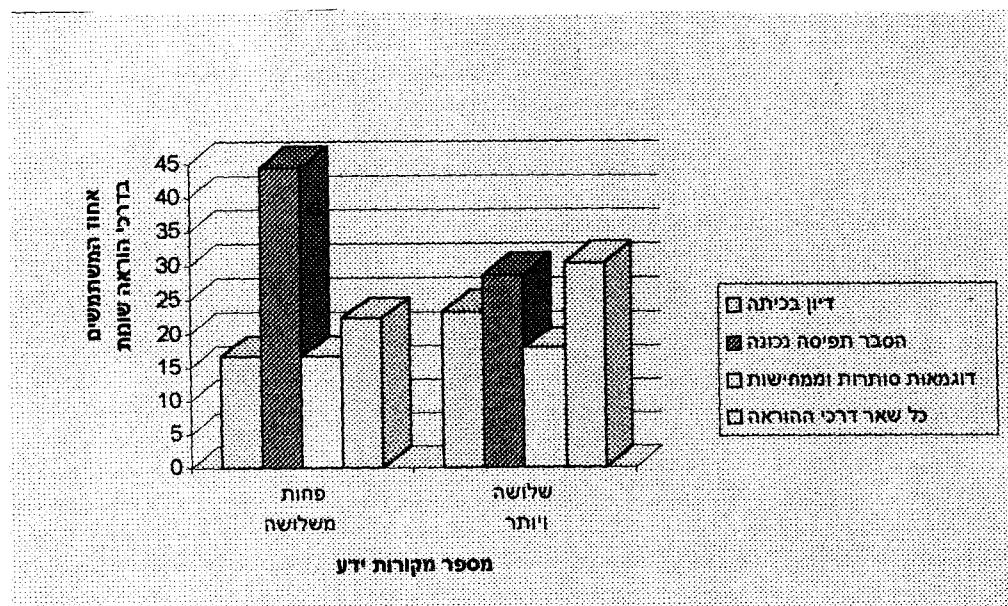
התפיסה הנכונה	התפיסה השגوية *
צמחיים, ככל אורגניזם אחר, נושמים (נשימה תאית) כל הזמן.	צמחיים אינם נושמים כלל או נשימים רק בלילה.
רק תכונות שנבעות ממידע שהחומר התורשתי (בתאי הזוג) עוברות בתורשה לצאצאים.	תכונות שמתפתחות בפרט בהשפעת הסביבה, עברות בתורשה לצאצאים.
תניית המים מצד אחד של الكرום לצידם השני נובעת מהבדל ברכizo החומרים (שאינם עוברים בקרום) ו/או הבדל ברכizo חומרים ממש צדוי.	מים עוברים מצד אחד של קרום התא לעצמו השני על מנת להשווות ריכוזים.
צמחיים ניוניים בדרך אוטוטרופית (מייצרים עצם חומריים אורגניים מחומרם אנתורוגניים) וקולטנים מהקרקע מים ומינרלים.	המקור של הצמחייה מקוון בקרקע.
オスמוזה היא מקרה פרטי של דיפוסיה אך מתייחסת באופן ייחודי לתנוצת מים (מימי) דרך קרום ברני.	ישן דרכי שונת מעבר מים ולמעבר חומרים: חומר עובר בדיפוזיה, מים עוברים באוסמוזה
שני הגדים של DNA הם תוצר של תהליך הקפלת-h-DNA. כל חורה תורם לצאצא מעורך (סט) אחד של כרומוזומים שכל אחד מהם בנוי כגדיל כפול.	כל אחד משני הגדים של מולקולת ה-h-DNA מקורו בהורה אחרת.
רוב המים שהצמחייה קולט נפלטים דרך הפינוקיות הפתוחות בתהליכי הדיוויזיה.	רוב המים שהצמחייה קולט מהקרקע משמשים בפוטוסינטזה.
זרקת נוגדים היא חיסון פעיל.	זרקת נוגדים היא חיסון פעיל.
התיאור "-dominate" אינו קשור לשכיחות האל באוכלוסייה אלא להתקפותו ברמת הפונטיפ. כך יש אלים דומיננטיים שהם נזירים ואלים רצטיביים שהם נזוצים.	אלל דומיננטי הוא נפוץ באוכלוסייה ואלל רצטיבי-נדיר.
התבטאותן של תכונות תורשתיות תלויות במידע התורשתי שבגרעין התא אך גם בהשפעת הסביבה. דוגמה בולטות: המידע ליצור קלורופיל מתבטא רק בנווכחות אור.	תכונות תורשתיות אין מושפעות מהסביבה.
עמידות (למחאות, לכותלי חרקים) היא תכונה תורשתית העוברת מדור לדור. חיסון נרכש במהלך חייו הפרט (בהשפעת הסביבה) ואינו עובר בתורשה.	אין הבדל בין עמידות לבין חיסון.

* בטבלה זו ובהמשך מודפסות התפיסות השגויות **באות נטיה**.

המורה והtapיסות השגויות

במחקר שנעשה לאחרונה (HIRSH 1998) נשאלו המורים על עמדותיהם כלפי תפיסות שגויות ועל מקורות המידע שלהם בנושא זה. הממצאים העלו שמוריה הביאולוגית בארץ מכירים רבים מהtapיסות השגויות שהוצעו לפנייהם, הם מודעים לתופעה ולמאפייניה העיקריים (כמו: תפיסות שגויות קיימות גם בקרב תלמידים חזקים, תפיסות שגויות הן "ענקניות" מאוד וקשה לשנותן). המורים גם מכירים בגורם לבירר מהן התפיסות השגויות הקיימות בקרב תלמידיהם לפני הלמידה. כמו כן נמצא שמורים

שנחשפו למידע ממקורות שונים לגבי התפיסות השגויות נוקטים ב מגוון רחב יותר של פעולות לימודיות לטיפול בהן, בהשוואה למורים שהמידע שלהם אודזות התפיסות השגויות הוא מצומצם. כך למשל רבים מהמורים שנחשפו לשלווה מקורות ידע או יותר בנושא תפיסות שגויות, נוקטים בדרכי הוראה מגוונות, משתמשים בדוגמאות סותרות ומחишיות וערכיהם דיונים בכיתה (אייר 1). לעומת זאת, דרך ההוראה הנפוצה אצל מורים שנחשפו פחות בנושא של תפיסות שגויות היא הסבר התפיסה הנכונה (ראו פרק ג).



אייר 1: התפלגות המורים המשמשים בדרכי הוראה שונות לפי מספר מקורות הידע שלהם בנושא תפיסות שגויות ($N=49$). (מתוך: הירש 1998)

מבט על החוברת

בשנים האחרונות פורסמו בשפה העברית כמה ספרים העשויים לעזור למורה לבiology בהבנת התפיסות השגויות ובהתמודדות איתה². החוברת שלפניכם מצטרפת אליהם ואנחנו מקווים שהיא תוסיף למורים לבiology מידע חשוב ותסייע להם בעבודתם.

יש הסכמה בקרב החוקרים כי עצם ההיכרות של המורים עם התפיסות השגויות היא צעד ראשון וחשוב בכך להתמודדות איתה. ההיכרות גורמת למורה להיות רגish יותר לאמירות לא מדויקות ושגויות ומעוררת אותו לחקירה לבדיקה מעמיקה נוספת של מהות ההבנה של התלמיד. ההתמודדות עם התפיסות השגויות היא אתגר למורה, מגונת את עבודתו ומעודדת אותו לפעול ביצירתיות (נוסבויים, 1985).

בחוברת זו נציג את הנושא **תפיסות שגויות** על רקע תיאוריות למידה ותיאוריות של התפתחות הלומד (פרק א). **פרק ב** מוקדש לתפיסות השגויות בכיתה ובו מוגנות דרכים לאיתור תפיסות שגויות. **פרק ג** מתואר מודל לשינוי תפיסתי המוביל מהתפיסה שגوية להבנה. **פרק ד** מתוארות תפיסות שגויות במגוון נושאים בביולוגיה ובו מרוכז מידע רב שנוצר בעקבות מחקרים בארץ ובעולם. ממצאים ייחודיים שנובעים מבחינות הגורות בארץ בשנים האחרונות יובאו גם הם בפרק זה וכן מבחר תפיסות שגויות, מקורן המשוער והצעות לטיפול בהן.

הערות

-
1. איןנו משתמשים בתיאור ידע נכון משום שידע מדעי משתנה ומה שנכון היום יכול להתברר מחר כשלוי.
 2. אמריר, ר. (1993) הוראת הפוטוסינזה, המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים, ברנסטינין, ר., וולק, ר., שור, א. (1995) הוראת מושגים קשים בביולוגיה, מכון מופ"ת, נוסבויים, י. ויחיאלי, ת. (1998) תפיסות שגויות ושינוי תפיסתי בהוראת המדעים, מכון מופ"ת.

א: לימוד מדע ותפיסות שגויות

א.1. רקע היסטורי

שילוב הלוין הראשון החל בשנת 1957 על ידי ברית המועצות, מצין את מועד פתיחתה של תקופה חדשה בהוראת המדעים בעולם כולו. לנוכח העידן המדעי-טכנולוגי שעמד בפתח, הוכר הצורך לשפר את הוראת המדעים בבית הספר התיכון.

בארכזות שונות הוחל בפיתוח נمرץ של תכניות לימודים חדשות. ארה"ב פותחו תכניות כדוגמת **תכניות-ה-BSCS Biological Science Curriculum Study** (Biological Science Curriculum Study) בביולוגיה, ותכניות דומות לה בפיזיקה, ובכימיה. בבריטניה פותחו תכניות בביולוגיה, בכימיה ובפיזיקה במסגרת פרויקט **Nuffield**.

באראץ, הונגה בשנת 1964 תוכנית לימודים חדשה בביולוגיה לבתי ספר תיכוניים: **הביולוגיה - חקר החיות** שהיתה גרסה מותוגנת לעברית ומותאמת לתנאי הארץ של ה- BSCS. הבנת המדע בתחום חקר והדגשת הלמידה בדרך החקירה (תmir 1971, 1976) היו בין המטרות המוצהרות של תכנית לימודים זו. מטרות אלה שהיו חדש בהוראת הביולוגיה לפני שנים רבות גם בתכניות הלימודים הנוהגות היום (תכנית הלימודים בביולוגיה, 1991).

פיתוח תכניות הלימודים בשנות ה-60 וה-70 של המאה העשeries לווה במחקרים רבים שבדקו באיזו מידת הושגו המטרות של תכניות הלימודים:

א. הקיינית ידע עדכני וחבנתו,

ב. הבנת מהות המדע ופיתוח עמדות חיוביות כלפי המדע,

ג. הקייניה ויישום של מילוי נוות החקירה.

בצוע המחקרים נתן דחיפה עצומה לתהום של המחקר בהוראת המדעים בעולם כולו וליסודן של מחלקות וחוגים אקדמיים למחקר בהוראת המדעים בארץ (פרידלר, תשמ"ה).

המחקרים רבים שbowcu (תmir 1976) הראו שלמטרות המאמץ האדיר שהושקע בתכניות הלימודים החדשות לא כל מטרותיהן הושגו.

החל בסוף שנות ה-70 של המאה ה-20, החל להתפתח כיוון חדש במחקר, בהוראה ובלמידה של מדע שם דגש על הלומד ועל תהליכי לימוד התכניםים. שני תחומיים במדע מהווים בסיס לכיוון זהה:

1. **הפילוסופיה של המדע** העוסקת בין השאר בגישות קונסטוקטיביסטיות להסביר התפתחות הידע המדעי.

2. **הפסיכולוגיה הקוגניטיבית** שבמסגרתה הוצעו תיאוריות למידה כגון אלו של פיאזיה ואוסובל.

יש הרואים (1983 Nussbaum) הקבלה בין הגישה הפילוסופית להתפתחות הידע המדעי לבין תהליכי הלמידה. הקבלה זו מוצגת בטבלה א'.

טבלה אן: ההקבלה בין התפתחות הידע המדעי לבין התפתחות הידע אצל הלומד

פסיכולוגיה קוגניטיבית:	פילוסופיה של מדע:
התפתחות הידע המדעי	התפתחות הידע אצל הלומד
<ul style="list-style-type: none"> הידע הקודם והתפקידו של הלומד משפיעים על הלמידה ועל הפירוש שהוא נותן לידע ולתפקידו מניסויו. 	<ul style="list-style-type: none"> התיאוריה, הידע הקודם של החוקר ועמדותיו מכוונים את שאלות המחקר ואת התפקידו שהוא עורך.
<ul style="list-style-type: none"> הידע של לומד נבנה ומפתח בהדרגה: ידע חדש משתלב בידע קודם, תפיסות שגויות מוחלפות בתפישות מדעיות וכן משתנה המבנה הקוגניטיבי (מערכת המושגים) של הלומד 	<ul style="list-style-type: none"> הידע המדעי משתנה כל הזמן: תיאוריות חדשות וטפסות את מקומן של תיאוריות קודמות.

השילוב בין הגישה הפילוסופית לבין הפסיכולוגיה הקוגניטיבית הביא לפיתוחה של גישה **קונסטרוקטיביסטית** להוראה וללמידה. הגישה הקונסטרוקטיביסטית מייחסת לתלמיד תפקיד מרכזי בבנייה הידע שלו. הוא בא לכתחע עם ידע קודם המשפיע על הדרך שבה הוא לומד וمبין ידע חדש. בדומה לתמונות העולם של המדען כך גם לתלמיד יש תפיסה משלו (Conception) המכירה לו להשביר לעצמו מוצבים שונים ולהבין תופעות בעולםו. לעיתים התפיסה שהתפתחה אצל התלמיד היא תפיסה שגوية שאינה توأمת את התפיסה המדעית. שינוי התפיסה של התלמיד והחלפתה בתפיסה המדעית אינו תהליך פשוט והוא כרוך בארגון מחדש של מערכות מושגים, ובאיום תיאוריות ואמונות חדשות עבورو, בדומה לשינוי פרדיגמה שאירעו בהיסטוריה של המדע.¹

כפי שהידע והאמונות של החוקר משפיעים על שאלות המחקר, על תכפיותיו ועל האופן שבו הוא מפרשן, כך גם הלומד מפרש ידע חדש לאור הידע הקיים אצלו בהסתמכו על ההסברים שפיתח ואימץ בעקבות התנסויותיו.

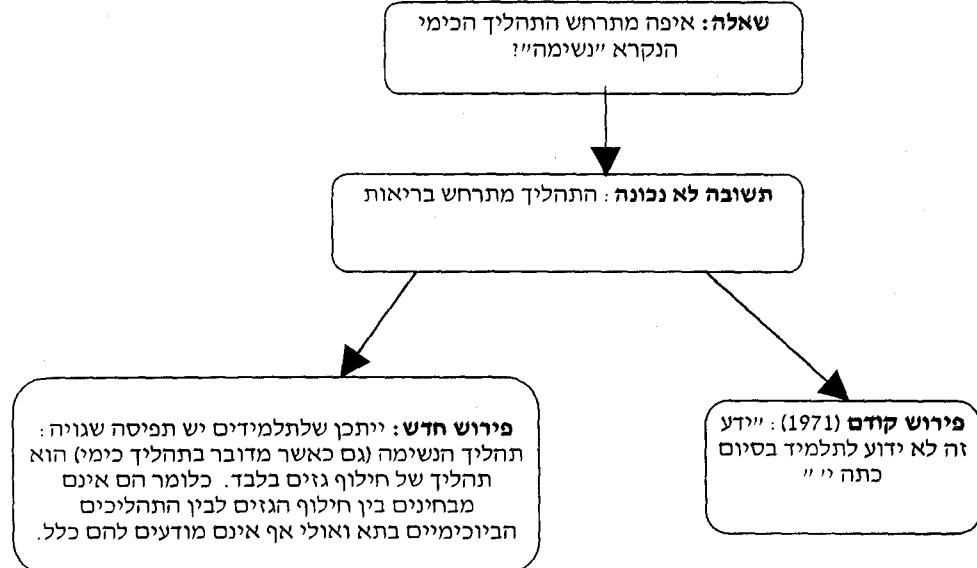
השוני במקורו של במחקר בהוראת מדע ב-20 השנים האחרונות שילב את תפיסת מהות הידע המדעי ודרך התפתחותו, עם תפיסה חדשה של הלומד ושל תהליכי הלמידה. מוקד המחקר עבר מה"טיפול" (כגון: תכנית לימודים חדשנית) שהשפיעו נבדקה באמצעות מבחני הישגים ועמדות, אל התלמיד והדרך בה הוא מפרש תופעות ולומד תכנים. במקביל התפתחו גם שיטות מחקר והערכה ייחודיות (למשל: הערכה באמצעות מיפוי מושגים) והשתנתה התפיסה לגבי תפקידו של המורה: לא עוד מעביר של ידע אל הלומד הפסיכובי אלא מסייע לבניית ידע אצל הלומד, על ידי הלומד.

המחקר בתכנים של הלמידה מתקדם בדרך שבה התלמידים מבינים ומסבירים את תופעות הטבע. בכל תחום שנחקק - פיזיקה, כימיה, ביולוגיה ומתמטיקה - מצאו החוקרים כי קיימות אצל התלמידים תפיסות שונות מהתפיסות המקובלות על המדענים. הפניות תשומת הלב לתפיסות התלמידים לא נבעה בהכרח מגילוי תופעה בלתי מוכרת אלא מנקודת מבט חדשה שהובילה לפירוש שונה של ממצאים. למשל: במאמרו של Jungwirth מ-1971 הוא מנתה הצלחה בפריטים מתוך מבחנים בביולוגיה. בפרט:

התהлик הכימי הנקרא נשימה מתרחש ב:

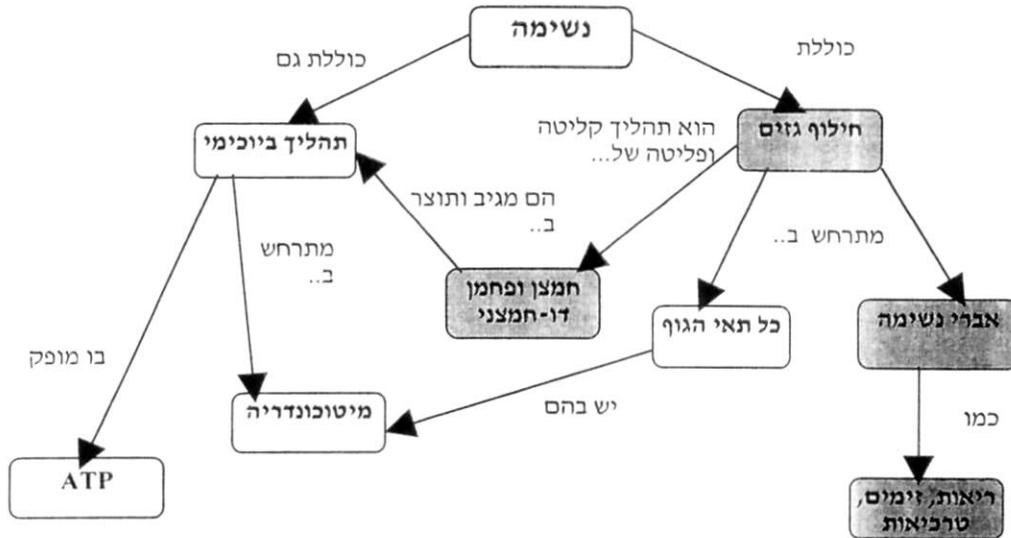
- (א) ריאות (ב) זרם הדם (ג) בפה ובאף (ד) בכל תא הגוף.

בחרו תלמידים רבים (35%) במסיח א. מסקנותיו של יונגירט הייתה: "פריט ידוע בסיסי זה לא ידוע לתלמידים גם בסיום כיתה י'" (שם, עמ' 92). החוקר הסיק שהבחירה במסיח זה נבעה מחוסר ידוע. כיום היו מפרשים ממצאו כזה כתפיסה שגوية/חלקית: **תהליך נשימה הוא תהליך של חילוף גזים בלבד**. (איור א1)



איור א1: ממצא אחד - שני פירושים

פירוש שונה מוביל גם להתייחסות שונה מצד המורה. אם הסיבה לתשובה השגויה היא חוסר ידוע הרי כל מה שצורך לומר הוא: "התהליך הכימי הנקרא נשימה מתרחש במיטוכונדריה שבתאים". לעומת זאת הרחבה התפיסה של התלמיד לגבי המושג **נשימה** כך שהיא תכלול גם את מרכיב חילוף הגזים באורגניזם וגם את מכלול התהליכים הביוכימיים בתא היא תהליך ארכוך ומורכב (איור א2).



איור א2: תפיסה קיימת-חלקו של נשימה (מלבנים החיים) והרחבה (מלבנים בהירים)

אחד היכינויים הראשונים שניתן לתפיסות הי"שונות מהמקובל" היה: **תפיסה שגوية** (Misconception) (Doran, 1972). ביכינוי זה הרבו לשימוש חוקרים אחרים והוא מופיע גם בשם של נסחים מיוחדים שהוקדשו לנושא של תפיסות תלמידים והשפעתן על הלמידה.

במשך השנים כמו מתנגדים לכינוי תפיסה שגوية. בין הראשונים שהפנו את תשומת הלב לאו התאמתו של מונח זה לティאור תפיסות התלמידים היו Driver & Easley (1978) שהציעו כי המונח "מסגרת חשיבה חלופית" (Alternative Framework) מתאים יותר לティאור ההסבירים בהם משמשים לצד כאשר הוא מנסה לפרש תופעות בעולמו עוד לפני שלמד עליהם. מסגרות חשיבה חלופיות הן תוצר של הדמיון של הילד והן תואמות את ניסיונו אף שלעתים הן חיליקות ושותפות מהסביר מדעי. לפי השקפותם של דרייבר ואיזלי, המונח "תפיסה שגوية" מתאים רק לאותם מקרים שבהם תלמיד עונה באופן שגוי לאחר שלמד את הנושא. גם אחרים (Gilbert & Watts, 1983) תומכים בהבחנה שבין תפיסת שגوية לבין מסגרת חשיבה חלופית. תפיסה שגوية היא כישלון ויש להחליף בתפיסה נכונה. בוגד זה, מי שרואים בתפיסה של התלמיד תוצר של בנייה וארגון של ידע מתיחסים ל"תקלה" בתהליכי זה כאל חלק מהתהליכי התבוננות טبוי ומכנים אותה מסגרת חשיבה חלופית. מסגרת חשיבה חלופית היא לגיטימית וכיולה לשמש כבסיס להמשך הבניה של תפיסת המושג. במחקריהם על תפיסות של ילדים צעירים נהוג לשמש כבסיס להמשך הבניה של תפיסת המושג. במחקריהם על קדם-תפיסה (Preconception) ותפיסה נאיבית (Naive Conception). כינויים אלה מדגישים כי מדובר במבנה מנטלי (Conception) של הילד לפני שנחשף להוראה פורמלית.

בחומרת זו השתמש במונח **תפיסה שגوية** משום שרוב המידע שנטקל במחקריהם מתייחס לתפיסות של תלמידים שלמדו נושא מסוים והוא גם מקובל יותר.

סוגים של תפיסות שגויות

- נוסבום ויחיאלי (1998) מציעים למיין את התפיסות השגויות (שם, עמוד 151) לשני סוגים עיקריים:
1. **תפיסות שגויות "ספרטניות - מוקומיות"** - "שהן שטහיות ומצווצמות בהיקפן, לעיתים הן מידע שגוי גרידא, ולכן הן קלות יותר לטיפול".
 2. **תפיסות שגויות "עיקריות-כוללניות"** - "שהן מהוות את השורשים העמוקים והראשוניים שהם צומחים כל התפיסות וכל המושגים הספרטניים יותר. תפיסות כאלה מעוגנות בחזקה בהכרתו של התלמיד ובחשפת עולמו הכלולתי. ... הן עמידות מאוד ולכן הן מצריכות טיפול רציני במהלך ההוראה".

מיון כזו של תפיסות שגויות עשוי להועיל משום שהוא מצביע על מקור התפיסה השגوية ומתווה דרך התמודדות אפשרית. דוגמה לסוג הראשון של התפיסות השגויות היא:

רוב הימים שהצמיחה קולט מהקובע ממשמשים בפוטוסינזה.

סביר לחשב שמייד השוואתי על כמיות הימים הנקלוטות על ידי הצמיחה לעומת כמיות הימים הנצרכות. בתחוםים מטבוליים ישיע לתלמיד להבין את שגיאתו. לעומת זאת, במקרה זה התפיסה שהזוכה לעיל: **תהליכי הנשימה הוא תהליכי של חילוף גזים בלבד** עלולה להביא לתפיסה שגوية של תהליכי הפוטוסינזה ולליקוי בהבנת תהליכי ביואנרגטיים בכלל. במקרה זה הטיפול שהמורה צריך לבצע כדי לעודד את התלמיד להחליף את התפיסה השגوية בתפיסה המדעית המקובלת הוא הרבה יותר יסודי מאשר מתן המידע הנכון בלבד. ראו דוגמה 1 להלן (עמוד 15).

בתת-פרק ד2 נראה שניתנו להתייחס אל התפיסות השגויות מכמה נקודות מבט נוספת החשובות לעובודתו של המורה.

א2: המחקר בתפיסות שגויות (חולופיות)

העניין הרוב בתפיסות השגויות של תלמידים הוא פועל יוצא מההשפעה הרבהה שמייחסים להן על הלמידה. השפעה זו נובעת מהתכוונות המרכזיות של תפיסות שגויות הקשורות לרבות מהן:

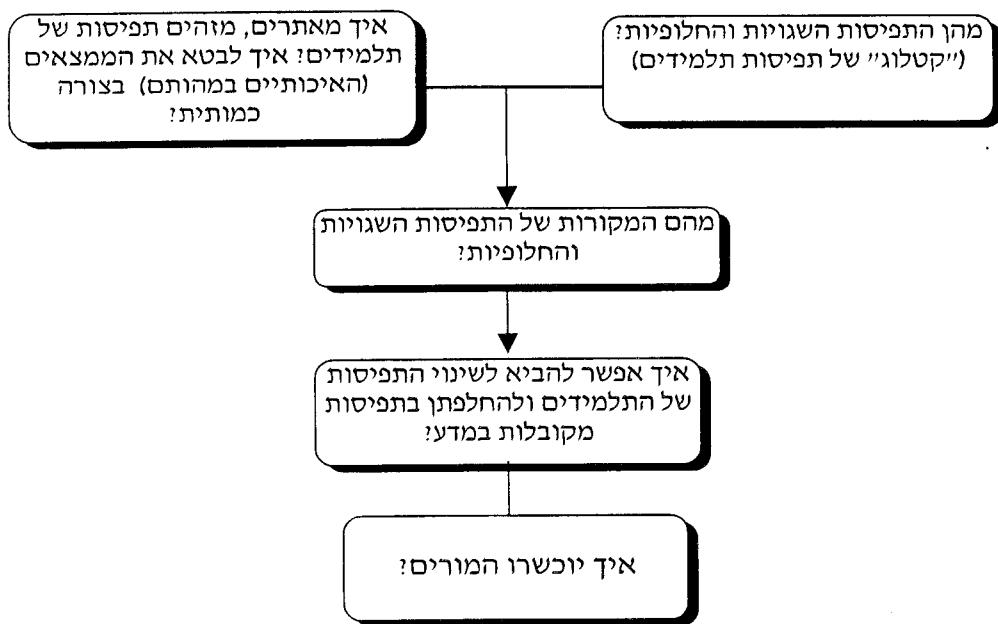
- | |
|--|
| 1. שונות מהמקובל במדוע
2. משותפות לקבוצות גדרלות של תלמידים בגילים שונים ובתרבותיות שונות
3. "עקבשניות" וקשורת לשינויי |
|--|

כאן המקום להציג שתפיסה שגوية שונה מ"שגיאה" פשוטה בכך שהיא מאופיינית על ידי שלושת התכוונות הנ"ל ועוד שגיאיה (כמו: 'איןסולין מופרש בכבד') היא אמנים שונה מהמקובל במדוע אך אינה יכולה להסביר כתפיסה שגوية. גם קל יותר לתקן שגיאה כזו.

המחקר בתפיסות תלמידים מתפרש לכיוונים רבים. בביבליוגרפיה שהתפרסמה בגרמניה (Pfundt & Duit, מהדורה רביעית, 1994), ממוינים החוקרים לעשרה תחומיים שונים וביניהם:

- אפיון של תפיסות חלופיות ושגויות בתחום מדע שונים (פיזיקה, כימיה, ביולוגיה)
- התפתחות תפיסות היסטוריה של המדע
- התפתחות תפיסות ביחיד (תלמיד)
- שיטות לחקירה תפיסות
- גישות להתחשבות בתפיסות תלמידים בהוראה
- גישות להכשרת מורים בנושא תפיסות שגויות

לא כל כיווני המחקר השונים התפתחו בו-זמנית. בשלב הראשון (איור 3) תוארו התפיסות עצמן על סמך ראיונות עם תלמידים יחידים. במקביל פותחו שיטות לחקירה תפיסות גם בקבוצות גדולות של תלמידים ועלתה השאלה איך לכמת את הנutenberg שנאספו? אחר כך באופן טבעי הועלתה השאלה "מה עושים?" וכדי להשיב עליה היה צורך להקים מחשבה למקורות האפשריים (המשוערים) של התפיסות. השערות לגבי מקור התפיסות יכולות להוביל לפיתוח של דרכי להשגת השינוי: החלפת תפיסה שגوية בתפיסה המדעית המקובלת. שלב נוסף וחשוב הוא השינוי בדרכי הכשרת המורים בכל הנוגע לתפיסות התלמידים ולדרכי התפתחותן.



איור 3: התפתחות המחקר בתפיסות תלמידים

א.3. המחקר בתפיסות שגויות בביולוגיה

המחקר בתפיסות שגויות ביולוגיה "פיגר" במשך מספר שנים אחרי המחוקרים בתפיסה מושגים בפיזיקה. בביבליוגרפיה שצינה לעיל (Pfundt & Duit, 1994), רשומות 3448 עבודות מתוכן 330 עוסקות במושגים מתחום הביולוגיה, לעומת 1073 בפיזיקה ו-256 בKİמיה. לרשימה זו מצטרפות עבודות חדשות כל הזמן.

לא כל הנושאים ביולוגיה נחקרו במידה שווה. בקרב ילדים צעירים נחקרו נושאים כמו גוף האדם ומהו חי? בחטיבת הביניים ובחטיבת העלiona נחקרו בשכיחות גבוהה הנושאים הבאים: תורשה, אבולוציה ובראה טبيعית, פוטוסינטזה והזנה בצמחים, אקולוגיה, תא. בשכיחות נמוכה יותר נחקרו הנושאים הבאים: מיוזה, גורם מגביל, אוסמוזה, אנרגיה, מיקרואורגניזמים, הומיאו-סטטואיזס, מבנה ותפקוד, רבייה, התפתחות ונידול (ראו פרק ד3).

במחקרים שבהם נחשפו תפיסות שגויות נתגלו גם קשיים בהבנה בתחוםים כמו: אנרגיה, תהליכיים ביוכימיים בתא, הסתבותות ופתרון בעיות בגנטיקה. הדגש הרוב על תפיסות שגויות עלול להשיט את תשומת הלב מנוסאים וענינים שהם כשלעצמם קשים וסביר להניח שקשיי בהבנה יכול להשיב להשתנות של תפיסה שגואה.

א.4. המקורות של התפיסות השגויות והתפתחותן

המידע התנאיורי הרב שהצטבר לגבי התפיסות השגויות עורר גם את השאלה: מהו מקורן של התפיסות האלה? כיצד הן מתפתחות? תשובה לשאלות אלה יכולה להוביל לפיתוח דרכי מתאמיות לשינוי התפיסות השגויות ולהשתנות תפיסות מקובל במדוע (אייר א3).

הניסיונן לברר את מקורותיהם של התפיסות השגויות והחלופיות מוליך בשני כיוונים מרכזיים:

1. התלמיד.
2. ההוראה: חומרם הלמידה, דרכי ההוראה והמורה.

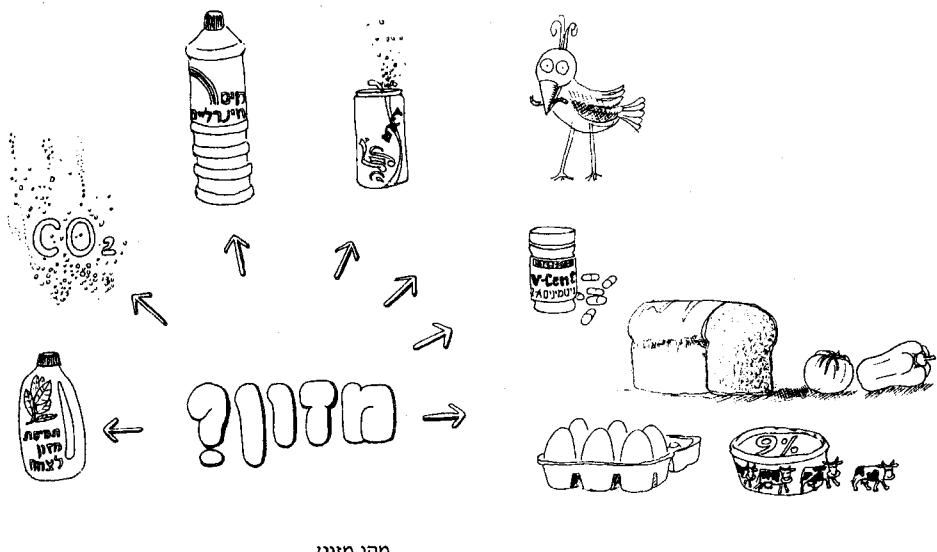
א.4.1 ידע של התלמיד כמקור לתפיסות שגויות

כמה השערות הועלו לגבי מקורותיהן של התפיסות השגויות והתפתחותן בתלמיד. השערות אלה מתייחסות לשתי תקופות בחייו של הלומד: לפני הלמידה הפורמלית ואחריה.

כבר בשלבים מוקדמים של חייו בונה לעצמו הילד הסברים לגבי תופעות ואיורים המתארחים בעוולמו. כדור נופל, שלולית מתiyaשת, שימוש שוקעת, מכונית נוסעת, צמח גדול, דמיון בין הורים לילדיהם. כל אלה הם תופעות שהילד מכיר אותן ומצצב לעצמו הסברים לגבי מהותן ואופן התרחשותן. החיבור בה הוא חי, השפה אותה הוא שומע ומכיר, אמצעי התקשרות להם הוא נחשי ותורמים ככלם לעיצוב התיאוריות המדעיות המוקדמות שלו (Gilbert, Osborne & Fensham, 1982).

המושג מזון: פירוש יומי-יומי ומשמעות במדע

דוגמה מוכרת שזכתה לתשומת לב רבה במחקרים על הבנת תהליכי הפוטוסינטזה היא התפתחות המושג **מזון** ומשמעותו השונות. למושג **מזון** יש משמעות מוכרת בחיי יום-יום: אוכלים אותו, קונים אותו במרקול, מוסיפים אותו כתמיסה לצמחים (תמייסת מזון או דשן נוזלי). המשמעות בחיי היום-יום שונה הגלומה במשפט כגון: "הצמח מייצר את מזונו בעצמו", שמתאר את דרך ההזנה האוטוטרופית של הצמחים. מהו המזון שמייצר הצמח? כאן הכוונה היא לחומרם האורגניים תוכרי הפוטוסינטזה. לא קשה לראות שתלמיד הסבור שמזון הוא "דברים חשובים לגידול שמקבלים מבחו" ושה"דשן או הזבל הוא המזון של הצמח" יתקשה להבין את מהות הפוטוסינטזה. לעיתים (לאחר לימוד הפוטוסינטזה) הוא יתייחס אל הגז CO_2 כל "המזון" של הצמח שכן CO_2 זה דבר חשוב שהצמח מקבל מסביבתו.



בבית הספר נפגש התלמיד עם ההוראה הפורמלית ועם הידע המקביל במדע. הידע הקודם, החסברים האינטואיטיביים והתאוריות הנאייבות שהביאו עמו נפגשים עם הידע המדעי המוצג על ידי המורה או בחומרה הלימדיה. המפגש הזה משפיע על הלמידה ובו רואים חוקרים רבים מקור נסף וחשוב לתפיסות שגויות. תוצאות אפשריות של המפגש הזה יכולות להיות היישרות בתפיסה הקיימת, קיום ביחד של שתי התפיסות ללא שילוב ביניהן, שילוב בין התפיסה הקיימת והתפיסה המדעית תוך מעבר לתפיסה מדעית מגובשת.

דוגמאות מחקרים שנערכו בארץ ואשר הצביעו על התלמיד והידע שלו כמקור לתפיסות

שגויות

במחקר על הבנת המושג "תא" בקרב תלמידים בכיתה י' בארץ מצאו החוקרים (דרייפוס ויונגנירט 1993) כי המושג הנלמד לא "מתפרק". חוסר התפרקود נובע מאיינטראקציות שונות בין ידע קודם לידע נלמד. למשל קישור ידע חדש (נלמד) לידע קודם בלתי רלבנטי, הסקת מסקנות מוטעות על סמך ידע נכון, יישום ידע אישי (אסוציאציות מחיי יום-יום, שימוש עקשי בתאוריה שאינה קשורה לידע הנלמד) לחומר שנלמד בבית הספר.

לפי et al Barak (1989) השקפת עולם ויטליסטית של התלמיד עלולה להפריע לתפיסת המושג "אנרגיה" אצל תלמידי ביולוגיה.

kusky פסיכולוגי: הם תופסים את האדם במרקז הבריאה וקשה להם לקבל את תלותו של האדם בצמחים.

הסבירים רבים להתרחשות ולהিישרות תפיסות שגויות בתקופת לימודיו של הילד בבית הספר מבוססים על תיאוריית התפתחות הידע אצל ילדים, כמו תיאוריית ההתרחשות הקוגניטיבית של פיאזיה ותיאוריית הלמידה של אוסובל².

על פי התיאוריה שהוצעה על ידי פיאזיה חלה ההתרחשות הקוגניטיבית בשלבים מוגדרים המתרחשים בקצב קבוע: מן השלב הסנסורי-מוסורי ועד לשלב החשיבה הפורמלית. לימודי מדע דורשים בדרך כלל חשיבה פורמלית ונמצא שכיחות התפיסות השגויות נמוכה יותר אצל בעלי יכולת חשיבה פורמלית לעומת זו של תלמידים פורמלית (Lawson & Thomson, 1988).

לפיכך, מוסבר קיומו של תפיסות שגויות בדרגת ההתרחשות הקוגניטיבית של הלומד והטיפול בהן צריך להתבסס על התאמת בין רמת הקושי או ההפשטה של המושג לבין ההתרחשות הקוגניטיבית של הלומד.

על פי תיאוריית הלמידה של אוסובל (Ausubel 1968) הלמידה מתבטאת בהתרחשות של מבנה קוגניטיבי - מערכת מאורגנת של מושגים במוחו של הלומד. הילד מגיע אל הלימודים כאשר הוא אינו "לוח חלק", אלא קיימת אצלו מערכת מושגים שהתרחשה בעקבות התנסויות וחוויות בעבר. בכל שלב של לימודיו הידע הקיים אצלו משמש לקליטת ידע חדש. כמובן, מערכת המושגים הראשונית של התלמיד משתמשת בגוף מטמיע (Subsumer). מושגים חדשים הנלמדים בכתה עברים תהליכי השטמעה (Subsumption) אל המבנה הקוגניטיבי הקיים ולעתים גם מביאים לשינוי המבנה זהה³ (ראו גם פרק ב, עמוד 23).

ישנן אפשרויות שונות להתפתחות של תפיסות שגויות על פי התיאוריה של אוסובל (אייר 4):
א. חסר הינה קוגניטיבי, כלומר העדר מערכת מושגי יסוד שיכולה לשמש כ"גוף מטמייע" ואשר לתוכו
ניתן להטמייע מושג חדש.

- ב. קשרור שגוי: הטמעה של ידע חדש למסגרת חשיבה חלופית או בלתי רלוונטי.
(Inappropriate Subsumer).
- ג. קשרור שגוי: בין הידע החדש לבין ידע קודם רלוונטי.



אייר 4: דרכי אפשרויות להווצרות תפיסה שגوية בעקבות קשרור שגוי או קשרור חסר של ידע חדש לידע קודם

בחקר תפיסות שגויות בביולוגיה (וגם בפיזיקה) הופנה תשומת לב גם להימצאותן של תפיסות שגויות הדומות לתפיסות מדעיות בדורות קודמים. הכרות עם תפיסות "היסטוריה" יכולה לעזור בהבנת תפיסות עכשוויות של תלמידים (Nussbaum 1983) ולסייע למורה באיתורן של תפיסות שגויות אצל תלמידיו (Wandersee, 1986). גישה כזו גורסת שההתפתחות המושגים אצל הלומד דומה (אם כי לא זהה!) להתפתחות המושגים בהיסטוריה של המדע. דוגמאות לתפיסות היסטוריות כאלה הן תפיסה למרכזانية של אבולוציה ותפישת הקרקע כמקור החומר הארגוני של הצמח (שהופרכה על ידי ואן-הلمונט כבר במאה ה-18).

בדוגמאות הבאות נוכל לראות איך חסר ידע, קשרור לא נכון של ידע או קשרור לידע חלקי יכול להוביל להתפתחות של תפיסה שגوية אצל תלמידים (באותיות נתויות: התפיסה השגوية).

דוגמה 1: גלגולי אנרגיה

<p>נשימה היא תהליך של חילוף גזים בלבד (גז נקלט וגז נפלט ואין מודעות לתהליכי ביוכימיים)</p> <p>תהליך הפוטוסינזה כולל גם הוא קליטת גז ופליטת גז (אין מודעות לתהליכי ביוכימיים)</p> <p>אתם הגזים נקלטים ונפלטים בשימה ובפוטוסינזה מכאן ש פוטוסינזה היא נשימה של הצמח.</p>	<p>ידע קיים חלקו ביוור</p> <p>ידע חדש (חלקי)</p> <p>תוצאת הקישור של הידע החדש לידע החלקי : תפיסה שגوية</p>
---	--

דוגמה 2: תוושה

<ul style="list-style-type: none"> ברבייה מינית נוצרת זיגוטה שמכילה את תרומת שני הוריהם. בכל זוג של קרומוזומים הומולוגיים קרומוזום אחד הגיע מהאם והשני הגיע מהאב. 	<p>ידע קיים נכון</p>
<p>בלבול בין קרומוזומים, קרומטידות, קרומוזומים הומולוגיים</p>	<p>ידע קיים שגוי או חלקי</p>
<p>בכל מולקולה של DNA יש שני גדילים שנפרדים כאשר חלה הכפלת השומר התורשתית.</p>	<p>ידע חדש</p>
<p>כל אחד משני הגדיילים בмолקولات DNA מ��ו בהוויה אחד.</p>	<p>תוצאת הקישור: תפיסה שגوية</p>

דוגמה 3: התא

<p>התא הוא יחידת יסוד הקטנה ביותר של החיים</p>	<p>ידע קיים נכון</p>
<p>מולקولات חלבון הן גדולות מאד "מולקولات ענק"</p>	<p>ידע חדש</p>
<p>מולקولات חלבון לא יכולות להיות חלק מתא/להיכנס לתא.</p>	<p>תוצאת הקישור: תפיסה שגوية</p>

דוגמה 4: אוטוטרופיות ופוטוסינזה

<p>אוטוטרופ / יצרו הום בסיס של שרשרת מזון</p>	<p>ידע קודם (אקוולוגיה)</p>
<p>תהליך הפוטוסינזה</p>	<p>ידע חדש</p>
<ul style="list-style-type: none"> אי שימוש במושג "פוטוסינזה" בהסביר או בהגדרה של אוטוטרופ. תפיסה חלקית של אוטוטרופ: משמש מזון ליוצרים אחרים. 	<p>תוצאה של אי קישור ידע חדש</p> <p>לידע קודם: תפיסה חלקית (אם כי לא שגوية)</p>

דוגמה 5: אבולוציה

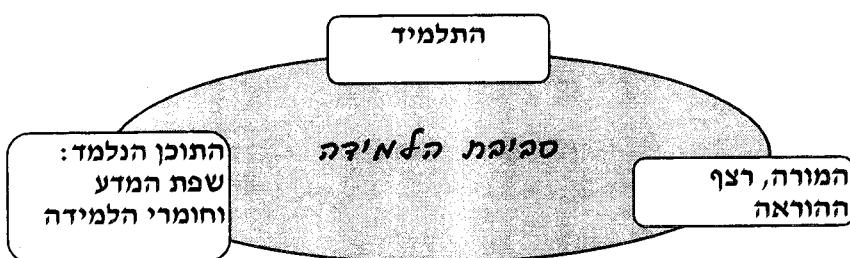
הידע החסר: שונות בין פרטים מקורה בשינויים תורשתיים (מוטציות אקראיות) העוברים בתורשה	ידע חסר
בנסיבות חלים שינויים יום-יום)	ידע בלתי פורמלי (מקורה חי
גורמים סביבתיים יכולים לגרום למוטציות, ארגניזמים מודתאים לסביבתם	ידע נלמד בכיתה
ארגוני מותאים לסביבתם עצם לסביבתם	תפיסה נאיבית של המושג התאמאה"
התכונות (המוטציות) שהתפתחו בהשפעת שינויים בסביבה תורמת להתאמת הארגניזם לסביבה ועוברות בתורשה לצאצאים.	שילוב של ידע נלמד עם תפיסה נאיבית=תפיסה למרקיאנית (שוגיה) של אבולוציה

(על פי Brumby 1979)

דוגמה 5 מתארת מצב מורכב מזיה שבדוגמאות הקודמות. בהתפתחות תפיסה למרקיאנית של אבולוציה חברים חוסר ידע, חשיבה נאיבית-אינטואיטיבית, חשיבה תכניתנית ו不留 לא נכון של ידע קיים עם ידע חדש.

2.4 ההוראה: חומרי הלמידה, דרכי ההוראה והמורה כמקור לתפיסות שגויות

סביבת הלמידה כוללת, בנוסף לתלמיד, גם את חומרי הלמידה, את דרכי ההוראה ואת המורה. כל אחד מרכיבים אלה יכול להיות מקור להתפתחות תפיסות שגויות.

**המורה**

מורה יש תפקיד מركزي בהתפתחות הידע של תלמידיו. מבחינות מסוימות אפשר לראות את המורה כ"מתווך" בין התכנים ("גוף הידע") לבין התלמיד, והפעולות שבחן הוא נוקט משפיעות במידה רבה על מה שהתלמיד לומד (כלומר: יודע, מבין ויכול לישם). בتوزך כל אלה יש למורה השפעה הן על התפיסות השגויות הקיימות של תלמידיו והן על אלה העולות בהתפתחות אצלם במהלך ההוראה. המורה-Amor חייב להיות ער ל垦ים בהבנה של תלמידיו והודות לכך לצמצם את ההתפתחותן של תפיסות

שגיאות במהלך הלמידה. המורה הוא זה שמכטיב רצף הוראה תוך כדי שהוא מסייע לתלמידיו ליצור קשרים משמעותיים בין מושגים ובין נושאים והוא זה שבוחר בדרכי הוראה אשר תקבעה במידה רבה, אם תפתחנה במהלך ההוראה תפיסות שגיאות אם לאו. במקרים נמצא שלעתים המורים עצמם יכולים להיות מקור לטעויות שגיאות בקרב תלמידיהם. הסיבות לכך נעות מה בידע שלהם (שלעתים איןנו מודכנים) והן בדגשים שונים בדרך ההוראה. הפנימית תשומת הלב של המורה לתפיסות שגיאות שנמצאו אצל תלמידים היא דרך אחת להתמודדות עם מקרים כאלה.

רצף ההוראה

תכנית הלימודים בביולוגיה בחטיבת הביניים ובחטיבת העליונה מושתתת על רצף ההוראה ספירלי שבו חוזרים ומלמדים אותם הנושאים ברמות הולכות וגדלות של פירוט והעמקה. אימוץ רצף ההוראה ספירלי מקנה לידי הקודם של התלמיד מעמד מרכז ומעודד את ההתחשבות בו בעט הלמידה. הידע הקודם של התלמיד יכול וצריך לשמש בסיס ללמידה גם להגברת המוטיבציה של התלמיד שכן באמצעותו ממחישים לתלמיד כי מה שנלמד בעבר הוא בעל ערך גם אם איןו שלם וגם אם לא כל פרטיו זכורים. אולם אי קישור של ידע חדש לידי קודם או קישורו בצורה לא נconaה הוא מקור לתפיסות שגיאות כפי שהראינו לעיל.

גם אלו הדוגלים הגיעו כגישה **كونסטרוקטיביסטית** להוראת מדע ממליצים לבנות את הרצף על תשתיית הידע של הלומד. על פי גישה זו הלמידה היא תהליכי פועל של בנייה (كونסטרוקציה) הנעשית על ידי התלמיד. המורה אינו "מעביר/מוסר ידע" אלא מסייע לתלמיד בתהליכי הבנייה. תוך כדי הלמידה מחזק המורה את המרכיבים הנכונים בידע שיש לתלמיד (הידע הקודם) ומתייחס לחסרים בידע ולטעויות שגיאות.

בגישה **كونסטרוקטיביסטית** להוראה בונים למעשה **רצף פסיפולוגי** המתחשב בהיבטים של התלמיד כמו עמדותיו והידע הקודם שלו. לעומת רצף לוגי נshanן כולם על מבנה תחום הדעת ויכול להפריע ללמידה משמעותית (וידיסלבסקי, יעקובי 1994). יעקובי (1989) למשל ממליצה להקדים את הוראת הנושא **נשימה** להוראת הנושא **פוטוסינזה**. הנימוקים לכך הם שבדרך זו ניתן להתמודד עם תפיסה שגوية של פוטוסינזה ונשימה כתהליכי של חילוף גזים בלבד ולבסס את חשיבותו של החומר האורגני. **הרץ המוצע** (שם, עמוד 45):

בנייה מושג הנשימה כתהליכי המחיב חומר אורגני



הקשר בין נשימה לפוטוסינזה כתהליכי היות חומר אורגני



הקשר בין פוטוסינזה לצמחים בিירנים של חומר אורגני בשרשראת המזון



רצף ההוראה מונחה גם על ידי הצורך לעסוק ב**רמות ארגון** שונות. הידע הביאולוגי עוסק בرمות הארגון השונות של הטבע: מהביוספרה דרך המערכת האקולוגית, האורוגנים, המרכות, התאים ועד למOLECOLות. דוגמה טובה היא הנושא תורשה שבו עוסקים בתופעות ברמת האורגניזם (תכונות, פוטויפ) שכדי להבינים יש ל"ירזת" אל רמת התא ואל התהליכים הביוכימיים-מולקולריים המתרחשים בו כמו סינזיות חלבוניים. כך גם לגבי תהליכי הפוטוסינזה שיש לו היבטים חשובים ברמת המערכת האקולוגית, הצמח והטה. (ראו בספר "גלאי ארגניה ביצורים חיים", עמוד 63). כדי להבין נושא כל רחבו ועומקו יש ל"עבורו" מדי פעם מרמת ארגון אחד לאחרת. המעבר הזה יכול לגרום במקרים מסוימים להתרפות של תפיסות שגויות. דוגמאות 2 ו-3 בעמוד 15 מציגות שתי תפיסות שגויות שניתן לייחסן למעבר שהتلמיד נדרש לעשות מרמת ארגון אחד לאחרת.

במילה רצף גלים היבט חשוב נוסף שכן אין הכוונה רק לסדר שבו נלמדים נושאים שונים אלא גם לאינטגרציה של כל נושא עם אלו שנלמדו כבר כדי שאכן תוצר רציפות. תכנית הלימודים בביולוגיה לחטיבת העליונה מאפשרת למורה חופש בחירה באשר לרצף הנושאים שאותם הוא בוחר למד. בחירת הרצף משפיעה על רמת הידע הקודם של התלמידים בעת המעבר לנושא "חדש" ומשפיעה על עבודתו של המורה. לא קשה להבין שלימוד של גנטיקה הוא שונה לעומת אם התלמידים כבר למדו את הנושא התא מאשר לימודו לפני שמדובר על התא. במסגרת תכנית בחירה, כפי שהיא קיימת בביולוגיה, מקבלת האמרה של אוסף של "ברר מה התלמיד יודע ולמד אותו בהתאם" משנה חשיבותה. השינוי המוצע בתכנית הלימודים והכנסת "LIBAH" (Core) מחייבת אמורה ליצור שתיתית רחבה ומתאימה ללימודים של נושאים אחרים. נושאי ה"LIBAH" יכולים לשמש כ" גופים מטמייעים" ללמידה נושאים אחרים.

ארגון התכניות

הбиולוגיה היא תחום רחב מאוד ויש יותר מדרך אחת לארגון הידע הבייאולוגי למטרות הוראה:
א. על פי השיקות הסיסטמטית (צמחיים, בע"ח, גוף האדם וכו').

ב. על פי רמות הארגון: מתא לאורגניזם למערכת אקולוגית.

ג. לרווחת מערכות ותהליכים: הובליה, רביה, תורשה, הזנה.

הדרך המתואמת בסעיף א לעיל הייתה מקובלת בהוראת הביולוגיה בארץ (ובעולם) לפני שנים רבות. הדרך המתואמת בסעיף ג לעיל היא זו שעלייה מושתתת תכנית הלימודים בביולוגיה הנוכחית היום. אם כי קיימים בתכנית נושא כמו "מיקראורגניםים" שמיוחד לקבוצה של אורגניזמים].
הצדדות מוחלטת בדרך ארגון אחד בלבד עלולה להביא להתרפותן של תפיסות שגויות. כך למשל בדרך כלל לא עוסקים בנושא "נשים" (תאיות) כאשר לומדים על עולם הצמחים אך עוסקים בכך אשר לומדים על בעלי חיים. מכאן ועד לתפיסה השגויה: **צמחים לא נשאים הדרך קצרה**.

אחד האמצעים לבניית קשר בין רמות ארגון, קבוצות סיסטמטיות ומערכות הוא **הreuינונות המרכזיות**, המודגים בתכנית הלימודים בביולוגיה ומהווים את התשתית הרוינונית של התכנית כולה. תכנית הלימודים בביולוגיה בארץ אמזה את הרuinונות המרכזיות שהנחו את תכנית ה-BSCS באחה"ב והם כוללים בתכנית הלימודים בביולוגיה, תשנ"א (עמ"ד 2).

שזה רuinונות מרכזיות מתייחסים לתכנים (טבלה א2) ושניים נוספים משלבים היבטים תכניים והיבטים של דרך הוראה:

- **המדד כחדר**

- **ההיסטוריה של הרuinונות המדעיים**

מבין שני אלה ההיסטוריה של הרuinונות הביולוגיים היא הרולונטית יותר לעניינו. ישנן תפיסות שגויות הדומות לרuinונות שהיו מקובלים בהיסטוריה של המדע. התיחסנו לכך בעמוד 14 (בפרק זה). הצגת הידע הביולוגי דרך שלבי גילוי, ה咤חות והכישלונות מסייעת להבנת מהות המדע ולהכרה בזמןות הידע.

טבלה א2: רuinונות מרכזיות הנוגעים לתכנים בביולוגיה (על פי תכנית הלימודים בביולוגיה לכיתות

ז - יב, תשנ"א)

תאור קצר	דיעון מרכזי
עולם החיורים החיים מאופיין באחדות רבה הן בחומרם הכימיים ובתהליכים והן במבנה הבסיסיים. למורות האחדות הבסיסית יש שונות רבה בכל רמות הארגון.	אחדות הדגם וסוגות (מגנון) בצורה
התאמת בין מבנה לתפקיד קיימת בכל רמות הארגון: ברמה התת תאית, ברמת התא, ברמת האיבר, ברמת הארגניזם, ברמת המין וברמת האוכלוסייה.	התאמת בין מבנה לתפקיד
הארגוןיזמים מותאמים בדרך כלל לסביבה בה הם חיים והם מקימים יחסי גומלין בין סביבתם הביויתית לבין סביבתם הא-ביויתית.	התאמת בין ארגניזמים לבין סביבתם
הארגוןיזמים הם בעלי יכולת לשמור על סביבה פנימית יציבה (הומיאוסטאזיס) ולהסתגל לשינויים בסביבה החיצונית באמצעות מנוגני מושב וויסות.	ויסות והומיאוסטאזיס
הידע התרבותי של היצור עבר מדור לדור. מידע תורשתי עשוי להשתנות למשל על ידי מutation.	המשךות
לפי התיארויות המקובלות היום, הארגניזמים הקיימים בעולם הינם תוצאה של תהליכי אבולוציוניים.	אבולוציה

הרuinונות המרכזיות כאמצעי לקישור ידע ולŁ媚זה משמעותית

הרuinון של התאמת המבנה לתפקיד חוצה את כל רמות הארגון, את כל הקבוצות הסיסטמטיות ואת המערכות. בכל נושא בביולוגיה אפשר להציג את הרuinונות המרכזיות (פרקם באקולוגיה למורה عمודים: מ-6 - מ-7). אפשר גם לבחור רעיון אחד כמו "המשךות" ולהציג אותו במהלך ההוראה

ברמות ארגון שונות: ברמה המולקולרית (שכפול DNA), ברמת התא (מיטוזה ומיוזה), רמת האורגניזם (יצירת תא מין, רבייה), רמת האוכלוסייה (חוק הרדי ויינברג). את רעיון המשכיות אפשר להציג גם בקבוצות סיסטמטיות שונות ובעקרונות של מערכות הרביה הקיימות בהן. הדגשת רעיון מרכזי בMagnitude הקשרים עשוי לסייע לתלמיד לבנות לעצמו תМОנות עולם מורכבת ומשמעותית.

התוכן הנלמד

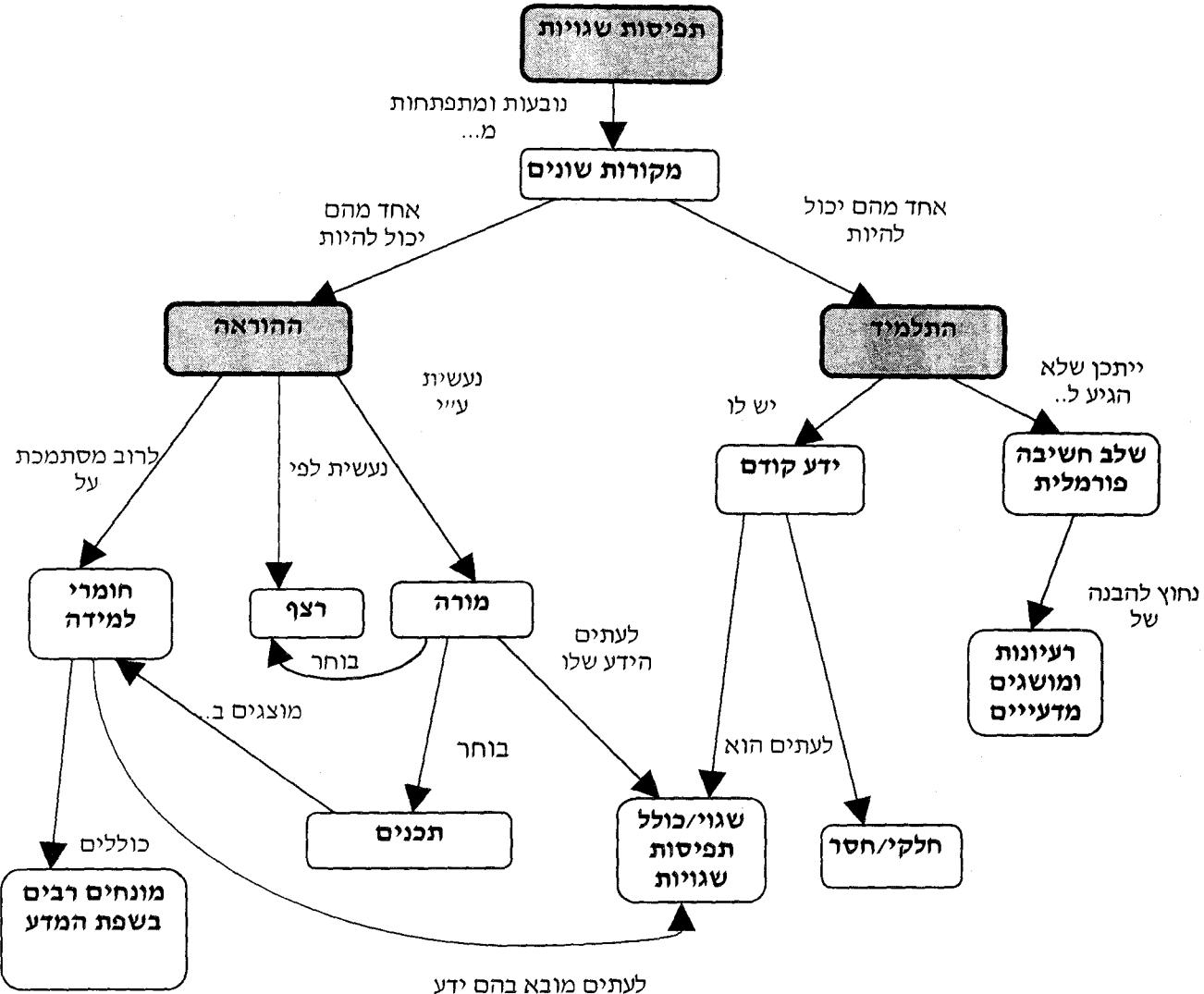
1. שפת המדע

שפע המונחים (גם בשפה זרה) שאלייהם נחשף התלמיד בעת לימוד נושא מדעי עלול להיות קושי לא קטן. עיון קצר בכל ספר לימוד בביולוגיה מבהיר זאת. מה עוד שפעמים יש למושג מסויים משמעותית מאוד מוגדרת ב"שפה המדע" ומשמעות אחרת בחיה יום יום. "מזון", "פררי" ו"ידומיננטי" הם דוגמאות למושגים כאלה.

2. חומרי הלמידה

ספריו לימוד הם מקור אפשרי נוסף לתפיסות שונות בקרב תלמידים. עניין המורה והתלמיד יש לדברים המובאים בספר אמינוות גבואה, אך יש להיות ערים לכך שגם בתוכונים נופלות שגיאות! לאור זאת המליצו חוקרים (Abimbola & Baba 1996) להקשר מורים להתייחס בצורה ביקורתית לחומרי הלמידה ולשפות אותם ובכך יפתחו הסיכויים לAIMוץ תפיסות שגויות מספרי הלימוד. אך רק בשגיאות ובחוסר דיוק מדובר אלא גם על רצף הפרקים בספר, על דגשיהם/דוגמאות חסרים או מוגזמים, איורים מטעיים ועוד.

3.4. מפת מושגים: מקורות התפיסות השגויות



הערות

¹ עוד על קונסטרוקטיביזם ניתן לקרוא ב: נסבויים, י., יחיאלי, ת. (1998) תפיסות שגויות ושינוי תפיסתי בהוראה המדעים. מכון מופת.

² כאן מוצגת שתי תיאוריות מובילות בלבד במחקר אודוות התפיסות השגויות.

³ התרגומים המילוני של Subsumption הוא קלילה. אנחנו בחרנו להשתמש ב"הטמעה" משום ש לדעתנו המונח מתאר טוב יותר את המהות של תהליך קשיית הידע החדש לידע הקודם.

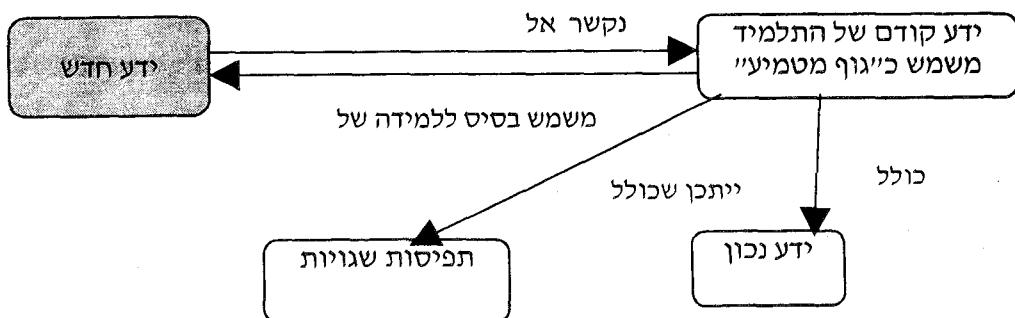
ב: תפיסות שגויות בכיתה

בנ'. ידע קודם של תלמידים

בנ.1 חשיבות הידע הקודם

מצאי המחקרים בתפיסות שגויות מראים שכמעט בכל תחום או נושא שנחקר נמצאו תפיסות שגויות אצל התלמידים. מכאן שקיים של תפיסות שגויות, תפיסות חלופיות וקשיים במידה הוא מרכיב במצבות של כל קהילת לומדים ויש להן השלה על מה שהتلמידים לומדים וمبינים ועל פעולותיו של המורה בכיתה. לא תמיד ברור למורה מהן התפיסות השגויות או החלופיות שבנהן מחזיקים התלמידים ברגע נתון. גם התלמידים המחזיקים בתפיסות הללו, לא תמיד מודעים להן ולהשלכות שיש להן על למידתם. כל אלה מובילים למסקנה שהשגב למורה ולתלמידו לדעת מהן התפיסות השגויות הקיימות אצל התלמידים בנושא הנלמד. על פי גישות הוראה קונסטרוקטיביסטית מומלץ לברר מהו הידע הקודם של התלמידים, לפני תחילת לימוד נושא ובנות בהתאם המשך ההוראה-למידה.

חשיבותו של הידע הקודם למדיה הודגשה בתיאוריות הלמידה של אוסובל (Ausubel 1968) שאליה התיחסנו בקצרה בפרק א (עמוד 13). אוסובל טען שבמידה מסוימת הידע החדש נקשר לידע הקודם וכך חשוב קודם לכל לדעת מה התלמיד כבר יודע? לאחר מכן, לדברי אוסובל, "ללמוד אותו בהתאם" ככלمر לבסס את הלימוד על מה שהتلמיד יודע ולאחר מכן החדש לידע הקודם הזה (אייר בז). הידע הקודם, על פי אוסובל, משמש כגוף מטמייע (subsumer) והמידה המשמעותית היא תהליך של הטמעה (subsumption).



אייר בז: חשיבות הידע הקודם למדיה משמעותית

לבורר הידע הקודם של התלמידים בעת פתיחת הלימוד בנושא חדש יש מטרות אחדות שבסcidן יתרוניות לתהיליך הלמידה:

- העלה למודעות התלמיד מהו הידע הקודם שלו יכול לשמש כגוף מטמייע לקישור הידע החדש.
- עיילות בניצול הזמן: לא חוזרים על דברים שכבר נלמדו או חוזרים עליהם רק בקצרה.
- איתור של תפיסות שגויות קיימות.
- איתור של חסרים בידע חשובים לקישור הידע החדש ולהבנתו.
- חיזוק עמדות חיוביות של התלמידים למידה: מה שלמדתי בעבר מועיל לי עכשיו, חוסך לי זמן ומאז. וגם להיפך: המורה עוזר לי להשלים/להבין דברים שלא למדתי /שאינני זכר או שאינני מבין אותם היבט.

ב.2. בורר ידע קודם של תלמידים באמצעות שאלון

את הידע הקודם של התלמידים אפשר לברר בדרכים שונות. כאן נציג עקרונות כלליים ודוגמאות מתאימות יובאו בהמשך (סעיפים ב.1, ב.2, ב.3, ב.4 ו- ב.5). שאלון לברור ידע קודם איןנו מבחנים (איןנו משתמש להערכתה, למתן ציון לתלמידים) אלא אמרו לספק מידע על הידע הקודם של התלמידים כאשר מתחילה ללמידה נושא חדש או חוזרים לנושא שכבר נלמד כדי להעמיק בו. אי לכך וכי שיווגו המטרות שפורטו לעיל, חשוב:

1. להסביר לתלמידים את המטרות של שאלון מבקשים מהם להסביר לשאלון,
2. להציג שלא ניתן ציון,
3. לשתני את התלמידים בסיכום הממצאים,
4. לחזור מדי פעם במהלך ההוראה למצואים מתוך התשובות לשאלון כדי להמחיש לתלמידים את השימוש בו ואת התועלות ההדדיות שהמורה והתלמידים מפיקים ממנו.
5. לבנות את השאלון כך ש:

- יהיה קצר, כדי שאפשר לענות בשיעור אחד.
- יוכל שאלות שסביר שהתלמידים יכולים לענות עליהם בשלב זה של לימודיהם ולא יהיו בו שאלות מחרומר שעדיין לא נלמד. חשוב להציג שאלות קלות בתחילת השאלון ובכך לעודד את התלמיד המשיך.
- יוכל טיפוסים שונים של שאלות ומטלות שכן יש קשיים ותפיסות שגויות שנחשים בסיטואציה/בקשר מסוימים ולא באחרים.

גפן

ב.3. שאלון לדיווח עצמי על מידת הבנה¹

שאלון לדיווח עצמי על מידת הבנה והבנה הוצע לראשונה על ידי Young & Tamir (1977). מטרתו העיקרית איננה איתור תפיסות שגויות אלא איתור של מוקדי קושי או חסרים במידע ולכן הוא מתאים יותר לשימוש לפני למידה מאשר לאחריה.

השאלון כולל רשימה של מושגים והתלמיד מתקבש לציין האם הוא למד את המושג בעבר ובנוסף לכך לדרג את מידת הבנתו את המושג בסולם בן חמישה דרגות: 1 = איןני מבין, 2 = איןני בטוח שאינו מבין, 3 = מבין באופן חלק, 4 = מבין היבט, 5 = מבין היבט ויכול להסביר לחבר. (איור ב2)

המושג	למדתי בעבר	אייני מבין	שאני מבין	מבין באופן חלקי	מבין היטב	מבנה להסביר לחבר
יצרניות	95	0	2	7	36	55
أنרגיה	97	1	9	20	41	28

* הנתונים מותוק מחקרה של א. מנ (1999), מבוטאים באחוזים מתוך N=89

איור ב2: מבנה של שאלון לדיווח עצמי על למידה והבנה של מושגים עם ממצאים לדוגמה

המצאים באיור ב2 ממחישים את התמונה שניתנו לקבל מדיווח עצמי. אף שרוב התלמידים מודוחים שני המושגים נלמדו בעבר, דרגת ההבנה המוצעת שונה מאוד: יצרניות - ממוצע 4.4 (מתוך 5), אנרגיה - ממוצע 3.8. אחוז המבינים היטב ויכולים להסביר את המושג **יצרניות**. כמו כן רבים הם המודוחים כי הבנתם את המושג אנרגיה היא חלקית בלבד. מערך זה של נתוני מספק למורה מידע חשוב שעליו להביא בחשבון בהוראה.

יתרונותיו של השאלון לדיווח עצמי הם בכך ש:

- הוא אינו מהוות איום על התלמיד משום שהוא אינו מבון שניתנו עליו ציון,
- קל להכין אותו מותוק רשיומות של מושגים (כמו למשל אלו הכלולות בתכנית הלימודים),
- קל לסכם את הממצאים המתקבלים ממנו,
- אפשר ל"כסות" באמצעותו מספר רב של מושגים.

מידת המהימנות של הדיווח העצמי היא נקודת חולשה של שאלונים כאלה. אין נוכן להיות בטוחים שתשובות התלמידים משקפות את הידע וההבנה שלהם? הדיווח העצמי של התלמידים לא יכול להיות אובייקטיבי. הוא תלוי לא רק במידע הקודם של התלמידים אלא גם במידת הבטחון העצמי שלהם ובתחשוה של הבנה שאינה תמיד מציאותית. עם זאת, הניסיון הלא מועט שהצטבר במרוצת השנים בשימוש בדוחים עצמאיים מצביים על מתאם חיובי (קורלציה חיובית) בין ההערכת העצמית של ההבנה לבין הישג בבחון שניתנו במקביל. הקשר הזה חזק יותר כאשר השאלון מתיחס לידע קודם מאשר לידע חדש עתה נלמד (אמיר 1991, מנ 1999). לכן ניתן להמליץ על שימוש בו בעיקר בבדיקה ידע קודם.

שיפור בmahimnot ניתן להשיג אם התלמידים יוכחו שתשובות כנות לשאלון זוכות לתגובה הולמת בהוראה: מצד אחד מתחשבים בחסרים בידע ומקדישים זמן לחזרה מעמיקה על נושאים שנלמדו בעבר אך הם לא מובנים היטב. מצד שני, לא מקדישים זמן יקר לחזרה על מושגים שמובנים היטב.

אתמי'**פער'**

ב.4. הסבר (או הגדרה) של מושגים

משימה זו מתאימה ללוות שאلون לדיווח עצמי על הבנת מושגים (סעיף ב.1.3). במשימה זו מכונים את התלמיד נסות ולהסביר רק מושגים שהוא בטוח לגבים שהם אכן מובנים לו היבט והוא יכול להסבירם לחבר. בכך זו משאורים בידו את הבחירה החופשית "להראות מה הוא יודע" ואנינו כופים עליו להתמודד עם מושג שאולי אינו מכיר אותו ואולי איןנו זוכר היבט את שמעותו. מעטם הבחירה אפשר ללמוד מהם המושגים שלגביהם התלמיד חש בטוח שהוא מבין אותם. מתוךו ההסבר אנחנו יכולים ללמידה מהי רמת ההבנה שלו בפועל.

לתלמיד:

הסבר בקצרה מושג אחד/מושגים אחדים (מתוך רשימת מושגים בנושא) שאתה/אותם אתה מבין היבט
ויכול להסביר לחבר.

דוגמאות:

המושג	הסבירים שכתבו תלמידים בכתב יא*
פוטוסינזזה	<ul style="list-style-type: none"> • ויז' אול מואכ אוקפנ' אומיאכ אוקאוכפנ' פאנצ'אות אול. • מהפ'יק ויז'יכת חואכיאט אוקפנ'יט אול אומחאן זו-מןצ'ן. • מהפ'יק זה אוקז'ץ אפ זי' זאנח'יאט. • מהפ'יק גראונ'ה דה גאנח אפ זי' אוקפנ'ית האול אוקכ'רנת אנאנ'.
אנרגיה	<ul style="list-style-type: none"> • הכוון דע אוקפנ' פראעת נטהן. לא גאנ' סופ' אוקפנ'ית פאנ'ף: אוקפנ'ית עדא.
אוטוטרופ	<ul style="list-style-type: none"> • אול נט' סופ' חמ'יעק'ם דאל אינ'לוד פאננד אוקפנ'ית אטרכ'ק'אות ציא'יות פאונ'ות. • ויז' האוקפנ' פאנ'ם גאנ'ו כפואכ איב'אל פאנ'ו אוקפנ'ית אפ זי' ויז' מואכ אוקפנ' אומיאכ אוקאוכפנ'.

* לפני לימוד אקולוגיה, מתוך: מן 1999

ב.2. דרכי לאיתור תפיסות שגויות וקשיים בהבנה לפני ואחרי למידה

באופן עקרוני כל טיפוס של שאלה או דרך בדיקה,แมלו שיוצגו להלן, מותאים לברור ידע קודם לפני למידה ולאיתור תפיסות שגויות וקשיים בהבנה הן לפני הלמידה והן לאחריה. יוצאות מכל זה הן שאלות שבחן נדרש התלמיד לצין מידע מסוים כגון: כמה עלי כוורת יש לככלנית? שמתאמיות להערכה רק אחרי למידה. יחד עם זאת ישן משימות שמתאימות יותר לבדיקת הידע הקודם וש

משימות שמתאימות יותר לשימוש לבדיקה ידע אחרי למידה. נציין זאת ליד כל אחד מטיפוסי המשימות.

哉ער!

ב.2. דיוון כתתי - סיעור מוחות

במחקרים העוסקים בתפיסות שגויות נעשה שימוש רב בראינוט אישים שערכו החוקרים לתלמיד יחיד. ראיון אישי כזה מאפשר לרדת לעומקן של התפיסות של התלמיד ובדרכו זו לעמוד על מקורותיהן. אלו הם יתרונות חשובים בתחום של איתור וחשיפה של תפיסות שגויות. אולם בחני היום יום של ניתוח בית ספר אין למורה זמן ואפשרות לראיון תלמידים באופן אישי. בנוסף לכך לא תמיד יש למורה הכשרה וניסיון לנחל עם התלמיד שיחה שתוביל אותו ל"עומקיה" ההבנה שלו. התחליף המעשית לראיון האישי הוא לנחל דיוון פתוח בכתב, מעין **סיעור מוחות** שבו יועלו הדעות והרעיוןות שיש לתלמידים אודות נושא הדיוון. חשוב להציג את הנושא בצורה שבה כל תלמיד יוכל להתייחס אליו ולתרום לדיוון מניסיונו האישי וממחשבותיו. סיכום הדעות והרעיוןות שהועלו מייצג את הידע של הקבוצה בנושא.

למודה:

רעיוןות לנושאים לסיעור מוחות לשם ברור ידע קודם:

- ♦ איך עץ גדל?
- ♦ איך התפתח מגוון המינים?
- ♦ למה ילדים דומים להוריהם?
- ♦ מה אומרת לכם המילה חידך (אסוציאציות)?
- ♦ מה היתרונו שיש לעץ שקד מכך שיש לו כל כך הרבה פרחים?
- ♦ איך זה שיש דוביים חוממים ויש לבנים?
- ♦ למה לא טוב להרבות בשימוש באנטיביוטיקה?
- ♦ האם יכול העולם להתקיים ללא צמחיים/ ללא בעלי חיים/ ללא חידקים?
- ♦ מהי מחלת?
- ♦ מה עוד הייתה רציתם לדעת על ?

ב.2. ארגון מושגים וKİשורם

הידע של התלמידים כולל שורה ארוכה של מושגים שלא תמיד ברור הקשר ביניהם וכיcid הם מאורגנים בהכרתו של כל תלמיד. ישנן דרכי אחדות המאפשרות ל"הסתכל פנימה" אל מערכת המושגים של התלמיד על מנת לברר מה הוא יודע הן לפני ההוראה והן לאחריה.

גפן'**אסוציאציות מילים**

במשימה זו מבקשים מהתלמידים :

לתלמיד:

רשותו במשך 10 שניות כל מלה שעולה בדעתכם/בזיכרוןכם לגבי המושג (למשל: חיים, חיידק, גידול, שמש, מזון, אבולוציה).

בעבודה של Schaefer (1979) מובאות רשימות של אסוציאציות שהעלו מורים לבiology למילה "גידול" (Growth). רשימות המלים שהתקבלו משני מורים הן :

מורה א: פָּגַם, חִזְקָתָתָ מֵאָהָר, חִזְקָתָתָ נָעִיר, סְקִינָה, פָּרָטִיקָה.

מורה ב: חיִימָה, חִזְקָתָתָ מֵאָהָר, יכָּלָק, אֲנָוָתָה, שָׁאָמָה, וְאַיִלָּה.

כפי שאפשר לראות מהדוגמה לעיל, רשימת המלים המופקת בדרך זו משקפת את העולם האסוציאטיבי של המשיב ואת הקישורים הקיימים במבנה הקוגניטיבי (מבנה ההכרה שלו) לגבי המושג. ניתוח של האסוציאציות שהופקו על ידי תלמידי הcliffe מהן המלים שהזיכרו פעמים רבות וכן נתן להסיק שהן הקשורות, במבנה ההכרה של התלמידים, אל המושג. העובדה שני מושגים קשורים זה לזה באופן אסוציאטיבי אינה מעידה כמובן דבר על מהות הקשר בין המושגים אלא רק על עובדת היותם קשורים זה לזה בחשיבותם של התלמידים.

אתלי'**גפן'****מיון מושגים**

דרך נוספת לבורר הקשר בין מושגים הוא לבקש מהתלמיד למיין רשימת מושגים נתונה למשל כמו זו המופיעעה בתכנית הלימודים.

לתלמיד:

לפניך רשימה של מושגים. מיין אותם לקבוצות על פי הבנתך. תן שם לכל קבוצה והסביר מדוע שוייכת את המושגים לקבוצה. מותר לרשום מושגים מסוימים ביותר מקבוצה אחת. "יתכן שייהיו מושגים שלא תוכל לשוייכם לקבוצה כלשהי".

באמצעות השם של הקבוצה והנימוקים לשוויך מושג מסוים לקבוצה, ניתן לדעת יותר על מהות הקשר בין מושגים מאשר במשימת האסוציאציות. מיון מושגים לקבוצות מתאים כאשר עוסקים בתחוםים שבהם יש חפיפה מסוימת בין המושגים: תא וgentikah, גלגול אנרגיה ואקולוגיה, אקולוגיה ואבולוציה. (על פי: Hamrick et al 1987)

אתמי**פהר'****קישור זוגות מושגים במשפט**

קישור זוג (או שלושה) מושגים במשפט הוא משימה מורכבת מעט יותר מהסביר או הגדרה של מושג יחיד. מתוכן המשפט שהتلמיד כותב, מהמושגים הנוספים הרלוונטיים שהוא משלב בתוכו אפשר ללמוד רבות על הבנת שני המושגים ומהות הקשר ביניהם. לדוגמה באמצעות משימה של קישור זוג המושגים פוטוסינזה - נשימה קל מאד לתר את התפיסה השגויה: הפוטוסינזה היא הנשימה של העצם משום שכז יבטא אותה התלמיד במשפט שהוא יכתוב. חשוב להשתמש בזוגות מושגים שאותם ניסיתם בעצמכם לחבר במשפט. לעיתים קרובות אנחנו יודעים שני מושגים קשורים אך לא תמיד ניתן לנתח את הקשר הזה במשפט אחד ובקצרה.

לתלמיד:

לפניך זוגות מושגים

גון - אלל

דומיננטי - דסטיבי

הטרוזיגוט - הומויזיגוט

צמח - אור

רשותם משפט שיבחר את הקשר בין שני המושגים שבכל זוג.

המנע משפטיים סתמיים בני שלוש מילים כמו : אור חשוב לצמח.

השתדל להוציא מושגים ומילים למשפט.

משפטים קישור שככטו תלמידים לפני למידה ואחרי למידה ומהם אפשר לעמוד על ההתקפות
שהחל בהבנת המושג:

אתמי	פהר'
פוטוסינזה - נשימה (אמיר 1991)	
ה <u>פוטוסינזה</u> היא תחfficת העינייה fe תחfficת ה <u>פוטוסינזה</u> ו <u>ויאט</u> אותה והעכ <u>ה</u> <u>ויאט</u> <u>איקא<u>ק</u>א<u>ק</u>פ</u> י <u>ווא<u>ק</u>פ</u> י <u>פ<u>ר</u>ק<u>ר</u>פ</u> י <u>פ<u>ר</u>ק<u>ר</u>פ</u> י <u>ת<u>ה</u>פ<u>ר</u>י</u> העינייה.	ה <u>נשימה</u> (אמיר 1991) ה <u>נשימה</u> היא תחfficת העינייה fe ה <u>נשימה</u> ו <u>ויאט</u> אותה והעכ <u>ה</u> <u>ויאט</u> <u>איקא<u>ק</u>א<u>ק</u>פ</u> י <u>ווא<u>ק</u>פ</u> י <u>פ<u>ר</u>ק<u>ר</u>פ</u> י <u>פ<u>ר</u>ק<u>ר</u>פ</u> י <u>ת<u>ה</u>פ<u>ר</u>י</u> העינייה.
מיוזה - רביה זוויגית (חכימודה 1993)	
אייפ <u>ר</u> מא <u>י</u> ה <u>זוויג</u> ה <u>רביה</u> זוויגית מא <u>י</u> נכ <u>ס</u> ת את אס <u>פ</u> כ ה <u>ככל</u> וא <u>זוויג</u> ה <u>רביה</u> זוויגית מא <u>י</u> פ <u>ר</u> ול נ <u>עט</u> ש <u>זוויג</u> ה <u>רביה</u> זוויגית מא <u>י</u> זוויג ס <u>עט</u> אס <u>פ</u> כ ה <u>ככל</u> וא <u>זוויג</u> ה <u>רביה</u> זוויג.	פ <u>ר</u> ול נ <u>עט</u> ש <u>זוויג</u> ה <u>רביה</u> זוויגית מא <u>י</u> זוויג ס <u>עט</u> אס <u>פ</u> כ ה <u>ככל</u> וא <u>זוויג</u> ה <u>רביה</u> זוויג.

אתמי**mfot mosagim**

למפות מושגים נמצאו שימושים רבים מאז הוצעו לראשונה על ידי Novak וחבריו באראה"ב (ברנהולץ ואмир 1985). השימוש במפות מושגים נשען על עקרונות יסוד בתיאוריות הלמידה של אוסובל:

- קישור בין מושגים הוא מהותי ללמידה משמעותית
- בלמידה משמעותית מתפתחת ומשתכללת מערכת המושגים של הלומד
- מערכות המושגים מייצגות מבנה של גוף ידע ומשקפות את ההיררכיה של הידע: יש מושגי - על ויש מושגים ברמות נוכחות יותר בהיררכיה.

מפות מושגים הן למעשה ייצוג גרפי ذو ממד של מערכת מושגים ובכך הן מהוות את הכלים המרכיבים ביוטר לארגון מושגים ולחשיפת המבנה הקוגניטיבי של התלמיד. בראש המפה מוצג מושג **مفתח** והוא קשור למושגים אחרים במילוט קישור היוצרות, יחד עם שני המושגים, משפט משמעותי. מפות מושגים נכללות בשנים האחרונות לא אחת בספרי לימוד הן כתמייה בהסביר והן כמשימות לתלמידים. (ראו: פרקים ב邏輯וּגיה (ברנהולץ 1985), פרקים באקולוגיה (אמיר 1995)).

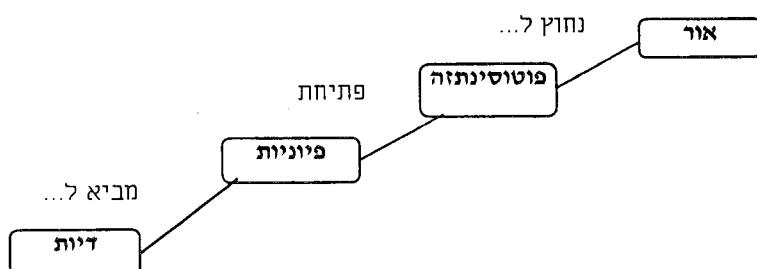
מפות מושגים הן יעיל לאייתור תפיסות שגויות וקשיים בהבנה מסוימים שהتلמיד יוצר בין מושגים (בדומה למשימת חיבור זוג מושגים במשפט) משקפים את האופן שבו הוא מבין את הקשר בין המושגים. גם הארגון היררכי של המושגים והעדר של קשרים מסוימים יכולים להצביע על בעיה בהבנה (איורים ב-1-ב3).

לשימוש במפות מושגים יש גם חסרונות הנובעים לכך שאפשר להיעזר בהן רק עם תלמידים שהתנסו כבר בהכנות והערכתן דורשת זמן וניסיון.

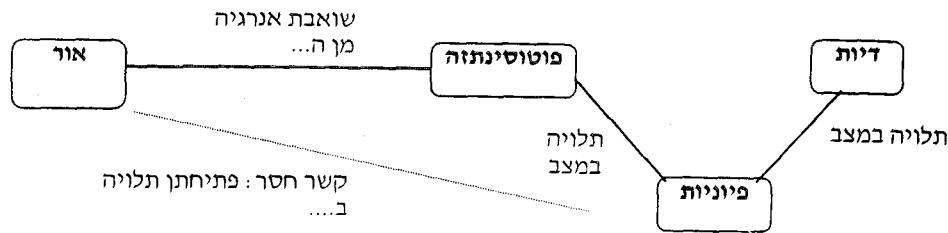
لتלמיד:

הכינו מפת מושגים מרשימה המושגים: אוור, דיות, פוטוסינזזה, פיוניות.

בשלב של "אחרי למידה" אפשר לבקש להכין מפה מרכיבת יותר שכוללת מושגים נוספים: פחמן דו-חמצני, חמצן, מים, חילוף גזים, לחות, טמפרטורה.



איור 2: דוגמת מפה שהcinן תלמיד, אחרי למידה, שעלה פה נראה שהتلמיד סבור שפוטוסינזזה היא סיבה לפתיחת הפיוניות ולדיות.



איור ב3: מפה שהcinן תלמיד וממנה משתקף שהתלמיד מבין שני התהליכים - דיות ופוטוסינטזה - תלויים במאכבר הפיאוניות. עם זאת חסר קשר בין מאכבר הפיאוניות והאור.

ב 3.2 פריטי מבחן מסווגים שונים

פריטים רבិ בחירה אתמי גפנ'

למרות התדמית השילנית שיש לפריטים רבិ בחירה (מעודדים شيئا, קל להעתיק), יש לשימוש בפריטים רבិ בחירה גם יתרונות ברורים: קל להעריך אותם בצורה אובייקטיבית, יש מאגר גדול של פריטים מתוק בחרינות הבגרות שהם תקפים ומהימנים ואפשר לענות בזמן קצר על פריטים רבים. במשך השנים נמצאו בבחינות הבגרות פריטים רבិ בחירה שחשפו תפיסה שגויה (אך שלא נכתבו לשם כך) וכן פותחו פריטים רבិ בחירה מיוחדים לאייתור תפיסות שגוויות כחלק מהמחקרים הרבים שערכו בנושא זה.

פריט רב בחירה עשוי לסייע באיתור של תפיסה שגויה כולל מסיח אחד שմבחןת תוכנו מבטא תפיסה שגויה. מסיח זה יכול להיות מנוסח על פי תשובה שניתן תלמיד בשאלת פתוחה או בראיון אישי (תמיר 1989, Tamir 1971) בחירה במסיח זה מעידה על קיומה של התפיסה השגויה אצל הבוחרים בו. כאשר קבוצה גדולה של תלמידים בוחרת במסיח מעיד הדבר על בעיה הקימית בקבוצה ולכן יש צורך בחתיכחות מצד המורה או המערכת. הממצאים מהמחקר של הירש (1998) בפרק דז', מבוססים על ניתוח תשובות התלמידים בארץ לפרטים "שגרתיים" ("שגרתיים" כאלה בדרכנו לאייתור תפיסות שגוויות וקשיים בהבנה בקרב קבוצות של תלמידים).

דוגמאות:

דוגמה 1 (פרטית כ"ה, מתוק בבחינת הבגרות, 3 ייל, תשנ"ח)

- מארגר חיטה שנזרע התקבלו 100 גרגירי חיטה. מה הם המקורות העיקריים של החומר שהתוסף?
1. מינרלים ופחמן דו-חמצני שנקלטו מן הקרקע.
 2. מים ומינרלים שנקלטו מן הקרקע, וחמצן שנקלט מהאוויר.
 3. מים, מינרלים ותרכובות אורגניות שנקלטו מהקרקע.
 4. מים ומינרלים שנקלטו מהקרקע, ופחמן דו-חמצני שנקלט מהאוויר. (תשובה נכונה)

בדוגמה 1, התשובה הנכונה היא תשובה 4 להיות והוא כוללת את כל חומרי הגלם הנחוצים לייצור חומרים אורגניים בתהליך הפוטוסינטזה. אולם תשובה 3 שנבחרה על ידי 19% מהນבחנים בשאלון

זה בשנת תשנ"ח, מייצגת תפיסה שגوية נפוצה ומורכבת: **הצמלה מקבל את מזונו (החומרים האודגניים הבונים את גופו) מהקורס.**

תלמיד שבודח בתשובה 3 אינו מבין את תהליך הפוטוסינטזה ונראה מוחזק בתפיסה השגوية.

הוספת דרישת לנקד את הבחירה בתשובה עשויה לסייע בהבנת מקור הבחירה במסיח. בשנת תשמ"ה נכלל הפריט הזה בבחינות הבגרות לנבחני 3 י"ל והתלמידים נתקשו גם לבחור תשובה נכונה וגם לנמק את בחירתם. בדיקת הנימוקים, שכתבו תלמידים שבחרו בתשובה 3, העלתה שאכן הם סבורים שמקור החומר האורגני הוא בקרקע ואינם מבינים שמקור החומר האורגני הוא בתהליכי הפוטוסינטזה. ככלומר הבחירה במסיח נבעה מהתפיסה שגوية קיימת אצל התלמידים.

מקורותיה של התפיסה השגوية זו הם כנראה: התנסות يوم יומית בחיי הלומד (נהוג להוסיף זבל אורגני לצמחים), אי הבחרות במשמעות המושג "מזון" (ראו פרק א, עמוד 12), התיאיחסות לפוטוסינטזה כתהליכי של נשימת הצמח: חילוף גזים בלבד.

דוגמה 2: מתוך בחינת הבגרות 3 י"ל, תשמ"ה

גן שנמצא בכרוםוזום X אינו עבר:

1. מהגבר לבניו הזכרים (תשובה נכונה)
2. מהגבר לנבדיו
3. מהאשה לבנותיה
4. מהאשה לננדותיה

בשתי התשובות 2-4 בחרו סה"כ 18% מהתלמידים ואפשר לשער שהם מוחזקים בתפיסה השגوية:
מידע תולשתי עובד רק מהווים לצעדייהם היישרים ולא לנבדיהם.

אחמי

nimok_b_friyit_rb_bchiorati

בחירת תשובה נכונה בפרייט רב בחירותי יכולה להיעשות מתוך הבנה אמיתית אך גם מתוך הבנה חילקית, אינטואיציה, רמזים בניסוח התשובה, ניחוש ואף העתקה. בקשה לנמק את הבחירה יכולה להוסיף מידע רב משום שבאמצעות הנימוק אפשר לעמוד על מידת ההבנה ואף לגלוות תפיסות שגויות. הדברים שליל נכוונים בעיקר כאשר התלמיד גם בוחר בתשובה וגם מנמק אותה אולם התועלות בנימוק קיימת גם כאשר התשובה הנconaה מסומנת והתלמידים מתקשים לנמק מדו"ע זו אף התשובה הנconaה. מחקר (תמייר וזוהר 1990) הראה שבחירה במסיח (תשובה לא נכונה) רק לעיתים רזוקות מובילה לנימוק הגיוני וסביר. נימוקים לתשובות לא נכונות (למסיחסים) הם בדרך כלל שגויים לחלוטין. لكن מומלץ לבקש nimok לתשובה מסומנת (נכונה). זו הדרך שננקטה בבחינות הבגרות מתשמ"ז עד לשנת תשנ"ז.

אתמי**קכני****שאלות קצרות**

בשאלות קצרות מבקשת התלמיד לנתח במלותיו הום תשובה קצרה. היתרונו הגדול של השאלות הקצרות הוא הביטוי האישי שמוסר התלמיד על נושא השאלה. החסרונות העיקריים הם: (א) קושי של תלמידים בהתבטאות עלול להתרפרש כחומר הבנה של הנושא (ב) קריאת התשובות וניתוחן על מנת להסיק מהן התפישות הנכונות ו/או השגיאות הקיימות אצל התלמידים הן משימות הדורשת זמן וניסיון.

שאלה פתוחה קצרה המתאימה לשימוש בשאלון לברור ידע קודם חייבות להיות מנוסחת בצורה כזו שמצד אחד תאפשר לתלמיד לענות מבליל להרגיש "את זה עד לא למדתי ולכן אני אפילו לא אנסה לענות" ומצד שני תחשוף את הבנתו לגבי הנושא. אלו הן מגבלות לא פשוטות עבור כותב השאלה אבל הדוגמאות הבאות מראות שהדבר אפשרי.

דוגמה 1: הובלה עצמאים

איור של צמח עם שורשים. השאלות:

אם הצמח צריך מים? מניין הצמח מקבל מים, איך ננסים

המים לצמח (לسانן באיוור), מה קורה למייס בצמח?

איך מים יוצאים מהצמח?

היכן המים יוצאים מהצמח? (Barker, 1998).

דוגמה 2: אקלזוניה

מהו אפקט החממה (או: חור באוזן)? איך הוא נוצר? האם הוא מועיל או מזיק? איך אפשר

להקטינו/להגדלו? (Fisher 1998)

דוגמה 3: אבולוציה

• אם אדם בעל עור בהיר ושיער בהיר יעבור להtaggorו ביבשת אפריקה, מה יקרה לצבע עורו ולצבע שערו?

אם לזוג אנשים בהיר שיער ועור הגרים באפריקה במשך הרבה הרבה שנים يولדו ילדים מה תוכל לומר על

צבע עורם וشعרם של הילדים? (Brumby 1984)

• כאשר הוכנסו קווטלי חרקים לשימוש לפני כ-30 שנה הם היו יעילים מאוד בהדברת זבובים ויתושים. כיוון

חלק קטן בלבד מהחרקים מתים בעקבות ריסוס בקווטלי חרקים. הסבר מהי לדעטך הסיבה לכך. (Brumby 1979)

• במאה שעברה הוכנסו ארנבות לאוסטרליה מאנגליה. הם התרבו מאוד וגרמו נזק רב ליבולים החקלאיים.

כדי להתגבר על הבעיה הובא לאוסטרליה וירוס שגרם למوتן של ארנבות רבות. מספר שנים אחר כך

שוב גדלה מאוד אוכלוסיית הארנבות. בבדיקה נמצא שהוא עדיין קיים אולם הוא פחות אלים וגורם

למחלה קלה בלבד בארנבות. נסה לשער מהי הסיבה לכך. (Brumby 1979)

דוגמה 4 : גלגולי אנרגיה (מתאימה רק ל"آخرி למידה") :

מה הקשר בין החמצן הנקלט בריאות לבן תחילה הפקת האנרגיה המתרחש במיטוכונדריה?

אתני **אתני**

nymok shel higd nco

nymok shel higd nco doma leshala ptochah katra regila. habedel binnihon hoa sh"makkim" at ha'talmid be'pistat midu shanamar lo sheia nco. hoa matbeks lhosif m'shu at ha'sbar l'midu ha'nco. b'vechinut lehshlim ai'zusho pur or leh'sbir at ha'k'sar (habiologi cmoben) shbi'n ha'siba v'hata'za. meshima zo ha'ozua ba'ukbot ha'hisgim ha'nmocim ba'shalot ha'nmocim ba'bchinut ha'bgrot v'hi'a n'kallat ba'bchinut ha'chol motshn'it.

דוגמה (על פי שאלה 6, בחינת הבגרות בביולוגיה 5 י"ל, תשנ"ט) :

לתלמיד:

mdou pirot ha'nmocim batmisa'at socer morocot (dogma riba) aimim matkaklim?

af ul pi shnosach ha'shala nraha ul panu yishir v'pesot hri sheha midu shel ha'talmid lhosif, morccb l'modi v'omti'chus le'slosha ha'ibtim:

- ha'kkol ngrm ul ydi fu'ilot chiydkim,
- batmisa'at morocot ma'od (tmiyat ha'socer) m'ym yozaim matai chiydkim,
- tay chiydkim she'abdu myim aimim ykolim leh'ot fu'ilim.

ain hanich shlefni l'mida talmid yochal leh'ziv nymok morccb ak' ap'ser she'ho istafek batshuba ai'nto'atibit c'gon: ha'chiydkim matim, la'ohavim socer v'co'. lefni l'mida ap'ser lebrer ba'amatzot pr'it zo ha'at ha'talmidim b'khol urim le'ovda sh"kkol" ngrm ul ydi chiydkim.

אתי מודלים

לתלמיד:

A. Shrotta at ha'chromosomim bat'a shish lo 2n chromosomim. (bachr bat'a bo 2 = n)

B. Shrotta at ha'chromosomim bgemata shnuzra bat'hilk mi'zah bat'a zo.

(על פי Kindfield 1993)

אירועים חשופים

ai'reu choshf amor le'ur b'talmid t'hiah legvi ha'aminot shel ha'tpisa sheva hoa no'zik. ureu'v ha'amonah batpisa ha'kiyot, shngrom b'shel ai'reu choshf m'cuna konflikat kognitivi. b'machkor batpisot talmidim meshmatshim ba'ai'reuim choshfim bra'yonot aishim um talmidim. ha'shalot ha'ba'ot ushvi'ot le'gron konflikat kognitivi ac'al talmidim v'tshevotihim ykolot le'shem la'aitor tpiyot shgo'ot.

דוגמאות**לתלמיד:**

האם כל הצמחים שיצמחו מזרעים שנלקחו מאותו צמח יהיו זהים בצבע ובעובי?

- למה אמבה שהיא יוצר חד תא לא גדלה לתא ענק במצע גידול נזלי ומזין ובטמפרטורה מתאימה?

איך זה יתכן?

- למה סוכר באוויר (בחמצן) לא בוער מעצמו?

- האם כל אדם יכול לתרוםدم לאדם אחר?

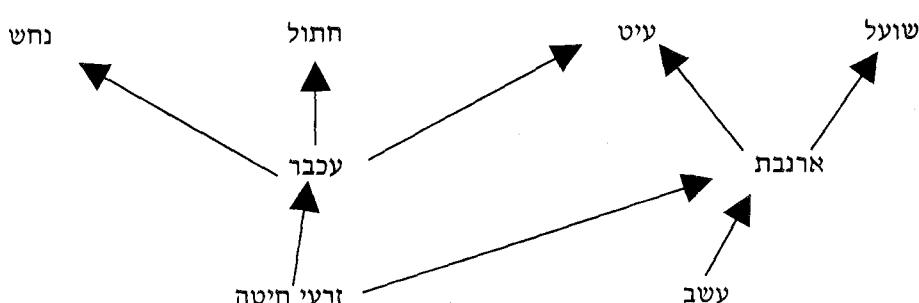
(Wright & Govindarajan 1992)

אתרי**שאלות מורכבות (גיטוח עיקומיים, סכימות וכו')**

משימות מורכבות דורשות בדרך כלל ידע מורכב, יכולת אנליזה, יכולת סינטזה, הבנה כמותית ויכולת קריית גרפים ונתונים. אי הצלחה במשימות כאלה יכול לנבוע מקיים של תפיסות שגויות אך גם מקשיים אחרים בכל אחת מהמיומנויות הקוגניטיביות. לכן חשוב לנתח בזיהירות את השאלות ולסייע לתלמיד להתמודד עם המושגים הקוגניטיביים האחרים שבשאלה.

דוגמאות**לתלמיד:**

לפניך מארג מזון:



בສרטוט של מארג המזון אפשר לראות מי אוכל את מי. ראש החץ מכונן כלפי האוכל. כך למשל הארנבת אוכלת גם שעב וגם זרעי חיטה, וה夷ט (עוף טורף) אוכל גם עכברים וגם ארנבות.

התבונן במארג וענה על השאלות הבאות:

- א. מה תהיה ההשפעה של הקטנה באוכלוסייה השוואלים על כל אחת מהאוכלוסיות האחרות? ציין והסביר.
- ב. אם תוכפל אוכלוסיות הארנבות מה תהיה ההשפעה על כל אחת מהאוכלוסיות האחרות? הסבר.

על פי (Barman & Griffiths 1995)

מהתשובה לשאלה זו אפשר ללמד התלמידים רואים את התמונה הכוללת של המארג וمبינים שניינו באוכלוסייה אחת משפייע לא רק האוכלוסיות הקשורות אליה ישירות (נאכלות או אוכלות) אלא גם על אוכלוסיות ב"ענפים" אחרים של המארג. סביר שאין מצב של אוכלוסייה שאינה מושפעת ממשינוי באוכלוסייה אחרת במארג.

המארג שבדוגמה הוא מסובך למדי אבל אפשר בקלות לבנות מארג דומה שככל רק 3-4 יוצרים בעיקר בשאלון לבדיקת ידע קודם.

ב.4. סיכום

בטבלה ש להלן סיכמנו את השיטות והאמצעים לברור הידע הקודם ולאיתור תפיסות שגויות וקשיים בהבנה שהוצעו בפרק זה. הטבלה כוללת המלצות לגבי התאמה של כל אחת מהשיטות לשימוש לפני לפניהם או אחרי למידה.
מקרה: + + מתאים מאד, + מתאים.

השיטה מתוארת בעמוד	השיטה מתואימה לברור ידע קודם (תפיסות שגויות)		השיטה
	אתלי	פער	
24		++	דיווח עצמי
26	++	+	הסבר או הגדרה של מושגים
27		++	סיעור מוחות
28		++	ארגון מושגים: אסוציאציות למושג
28	+	++	ארגון מושגים: מילון מושגים
29	++	++	ארגון מושגים: קישור זוג מושגים במשפט
30	++		ארגון מושגים: מפות מושגים
31	++	++	פריט רב בחירתי
32	++	+	nimok בפריט רב בחירתי
33	++	++	שאלות פתוחות קצרות
34	++	+	nimok של היגד נכון
34	++	+	ציר/מודול
34	+	++	אידוע חושף
35	++		שאלה מורכבת/סכימה

¹ מכאן ובהמשך נציין את התאמת הכלים לבדיקת ידע **פער**, למידה ו/או **אתלי** למידה

ג. שינוי תפיסתי: מתפיסה שגوية להבנה

ג.1. שינוי תפיסתי

התפיסות השגויות הרבות שנמצאו בקרב התלמידים והקשי לשנותן עוררו כמעט מידית את השאלה: מה ניתן לעשות? היה ברור שברוב המקרים הסבר ישיר של התפיסה המקובלת ושימוש בדרכי הוראה שגרתיות לא מועילים להתפתחות של תפיסה נכונה ומקובלת, שכן התפיסות השגויות נמצאו אצל תלמידים שלמדו בדרכים השגרתיות.

המודל המקיים שהוצע עוד בשנת 1982 על ידי קבוצת חוקרים (Posner et al 1982) נחשב גם היום למודל מוביל להשגת **השינוי התפיסתי** (Conceptual Change) בהוראת המדעים. חשיבותו היא בכך שהוא משלב גישה פילוסופית לגבי התפתחות הידע במדע עם תכונות הנוגעות להתפתחות הידע בתלמיד ולדרך הוראה (ראו גם: טבלה א-1 עמוד 6). לdeauxם של פוזנר וחובריו התפתחות הידע המדעי כמו גם התפתחות הידע אצל התלמיד הם תהליכי **שינוי תפיסתי**.



ג.2. המודל לשינוי תפיסתי (Posner et al 1982)

המודל של פוזנר וחובריו מתיחס בהרבה לשאלת: באלו תנאים יתרחש השינוי התפיסתי אצל התלמיד? בתשובה לשאלת זו טמון גם המהלך המרכזי להשגת השינוי התפיסתי.

בתהליך השינוי התפיסתי (=הלמידה) מבחינים בשני שלבים: שלב שבו התלמיד מתמודד עם המושגים החדשניים באמצעות הידע הקודם שלו ומטמיע אותם, קשור אולם למושגים קיימים בהכרתו. לעיתים קרובות אין לתלמיד ידע קודם מבוסס דיו לימוד המושגים החדשניים ואז הוא נדרש לשינוי מושגי מהותי יותר. על פי המודל, לידע הקודם של התלמיד חשיבות עצומה. רק באמצעותו יכול לתמוך ידע חדש, לשאול שאלות לגבי הידע החדש, ולהחליט מה מתוךו חשוב ורלוונטי. הוא יכול ללמידה ידע חדש, לשאול שאלות לגבי הידע החדש, ולהחליט מה מתוךו חשוב ורלוונטי. הידע הקודם שהוא מהותי ללמידה של ידע חדש מתואר באמצעות מושג ששאל מותוך הבiology: **אקולוגיה מושגית**. ראייה זו אינה שונה באופן מהותי מראיאיתו של אוטובל (1968) לגבי חשיבותו הידע הקודם (ראו סעיף בן).

ג.2.1. התנאים להתרחשות השינוי התפיסתי

על פי המודל לשינוי תפיסתי צריכים להתקיים אצל הלומד ארבעה תנאים בצדדי שיתרחש השינוי:

1. חוסר שביעות רצון מהתפיסה הקיימת
2. התפיסה החדשה חייבת להיות מובנת
3. התפיסה החדשה חייבת להיות סבירה והגיונית (מתתקבלת על הדעת)
4. התפיסה החדשה חייבת להיות פורייה.

ג.2. שינוי תפיסתי בהוראה

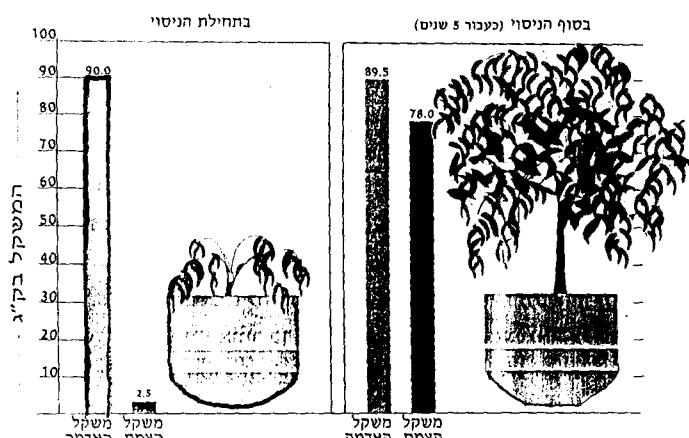
ארבעת התנאים הללו יכולים להיות מתרגמים לרצף הוראה.

נססה להציג את ארבעת התנאים הללו בהקשר לתפיסה השגויה:

הצמח מקבל את מזונו מהקרקע



1. חוסר שביעות רצון מהתפיסה הקיימת: יצירת חוסר שביעות רצון מתפיסה קיימת אמורה להמיחש לתלמיד שתפיסתו הקיימת (=השגויה) סותרת מצאי ניסויים ואינה טובה דיה כדי להסביר תופעות יומיות. האירוע החושף במקרה זה יכול להיות הניסוי שבע ואן-הلمונט במאה ה-17 ומוכר לנו.



איור ג-1: הניסוי של ואן-הلمונט

ברוב הספרים שבהם מתואר הניסוי של ואן-הلمונט מקדישים מקום לשאלת: מדוע הגיע ואן-הلمונט למסקנה שהיא (לאור הידע כיום) שגויה? לא תמיד מודגשת חשיבותו הרובה של הניסוי של ואן-הلمונט בהפרצת ההסבר המקבול עד ימיו והנפוץ גם היום. בקרב תלמידים: **הקרקע היא מקור החומרים (המזון) של הצמח.** הניסוי שערך ואן-הلمונט הוכיח באופן חד משמעי שמקור החומר הרב שבוץ הבוגר איןנו הקרקע!

ניסוי נוסף שיוכל לעורר בתלמיד חוסר שביעות רצון מהתפיסתו הקיימת הוא גידול צמח בתמיסת מיミית, ללא קרקע, ולהציגו באמצעות שקילה, מדי כמה ימים, את תוספת החומר גם ללא קרקע. ניסויים כאלה הם בבחינת **אירוע חושף** שמעורר אצל התלמיד **كونפליקט קוונטייבי** שסותר את תפיסתו הקיימת.

2. **התפיסה החדשה חייבת להיות מובנת:** התפיסה החדשה שלפייה חומרים נוצרים בתהליך **הפוטוסינזה** אינה מובנת מALLERY. איך נוכח תלמיד שהחומרם המוצקם הבונים עץ ענק





- ונצרו מנו (CO₂) הנמצא באוויר בكمיות זעירות (כ- 0.04%) וממים בלבד? CAN מדרשות פועלות במספר מישורים שהצלה תלויה בכמה גורמים כמו:
- הבנת תהליכי ברמה התאית שאין התלמיד יכול לראותם (יכולת חשיבה מופשטת),
 - הבנה של כימיה בסיסית (יסודות, אטומים, תרכובות, ביטוי תהליכי כימיים בנוסחה),
 - תפיסה נcona של מהות החומר (גס גז הוא חומר!) ושל מהות האנרגיה וצורותיה השונות (אנרגיית אור, אנרגיה כימית),
 - הבנה של מינימיות החקירה (השערות, משתמשים, בקרה, עיבוד נתונים והציגם, הסקת מסקנות).

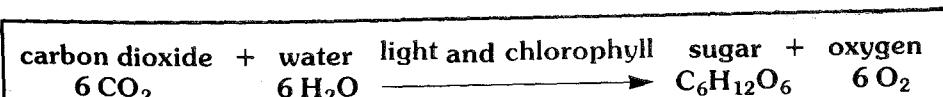
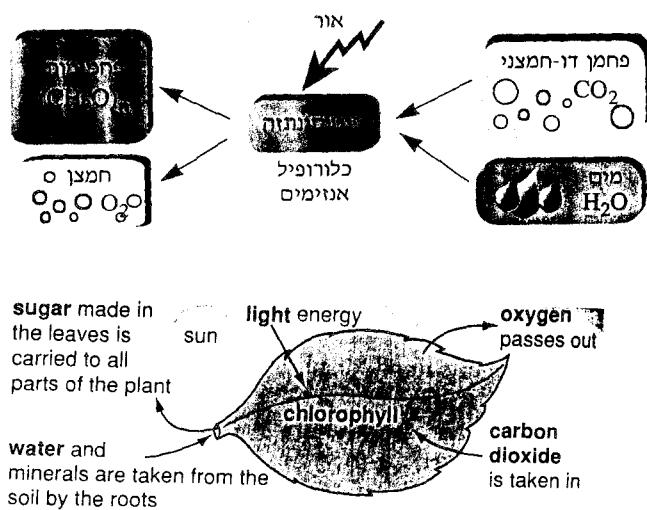
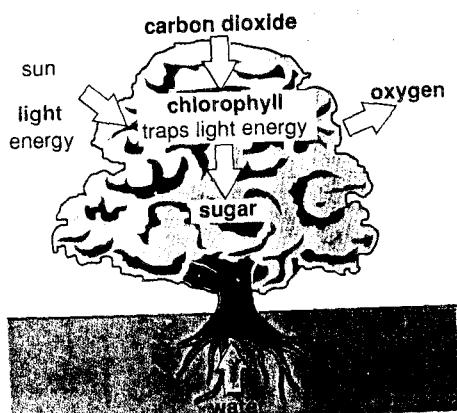
נראה שהבנת התפיסה המדעית אינה משימה פשוטה כלל ועיקר. במצב דומה מוצא את עצמו המורה לביולוגיה לא אחת כאשר הוא בא להסביר לתלמידיו תהליכי ביוכימיים מורכבים. אין ניתן לעזר בבניית ההבנה: הפעולות הנדרשות כאן אין בבחינת חידושים בהוראה עברו המורה, שכן הוא נוקט בפעולות כאלה לעיתים מזומנות. בהוראה לשם הבנה, חלק מתהליך השינוי התפיסתי, חשוב להבהיר לתלמיד מהי מטרת כל פעילות ומדוע היא מבוצעת דווקא כאן וعصיו.

בסוס ההבנה של התפיסה המדעית יכול להסתיע בפועלות כדוגמת:

- ברור התפיסות הקיימות (הידע הקודם) לגבי המושגים: גז, חומר, אנרגיה, מזון (Arnold & Simpson 1982),
- ייצוג התהליך במגוון של דרכי ייצוג: נוסחה כימית, סכימה,

איור (איור ג-2)

- ניסוי: בדיקת הווצרות עמיון בnockות CO₂ ובעהדר CO₂.



איור ג-2: ייצוגים שונים של תהליך הפוטוסינזה

3. התפיסה החדשה חייבת להיות סבירה והגיונית (מתקבלת על הדעת)

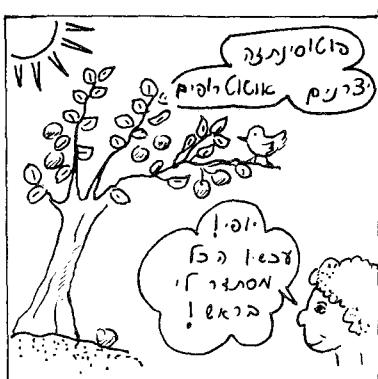
זהו תנאי ברור על פניו אך לא קל למשש אותו. כדי שהתלמיד יאמץ
הסביר חדש הוא חייב לא רק להבין את תחילה היפותזיזה (תנאי
2) אלא גם להשתכנע שהיפותזיזה היא הסבר סביר יותר לגידול
של צמח מההסביר הקודם (התפיסה השגوية, החלופית, הנאיבית)
שבו החזיק. מבחינות מסוימות התלמיד נמצא במצב דומה לזה של
aan-הلمונט. ואנו הלמונט Chi בתקופה שבה סברו שהעולם מורכב
מארבעה מרכיבים: מים, אש, אדמה ואוויר. הוא לא ידע דבר על
קיום של יסודות שלא לדבר על תהליכיים כימיים. לכן לא העלה
כל בדעתו שהצמח יכול משוחה מן האויר שביבו ולא בידד את
הצמח מן האויר. מסקנתו ש"רוב חומר העץ מקורו במים" תואמת
את ממצאי הניסוי כפי שהוא תכנן אותו אלום כמובן שהוא לא
תואמת את הידע הקיים היום.

קליטת CO_2 מהאוויר בתהיליך הפוטוסינטזה הוא ההסבר למשמעות של ואן-הلمונט ולכך שניתן לפחות חמיכים בתמיסה מימית לא רקע. ולא רק זאת, ההסביר החדש חייב להשתלב בהסביר הקודם ולהשלים אותו שהרי צמח מקבל דברים מאד חשובים מהקרקע, כמו מים ומינרלים. זהה הזרמנות מתאימה לחזור אל התפיסה השגואה: צמח מקבל את החומרים האורגניים מהקרקע ולהתיחס אליה באור חדש: גם בתפיסה הקיימת יש משהו סביר והגיוני והוא איננה שגואה לחלווטין: הצמח אכן מקבל מן הקרקע חומרים חשובים ביותר כמו מים, מגנזיום, חנקן וזורchan שבלעדיהם לא יתקיימו תהליכי ובהם גם פוטוסינטזה. בכך אנחנו נתונים לתפיסה הקיימת של התלמיד את מקומה הראווי והלגייטימי כנדבך ללימוד נוסף ולא שוללים אותה.



4. התפיסה החדשנית כחובה להיות פורייה

ה”פוריות” של התפיסה החדשה נמדדת לא רק בכך שהיא פותרת סתיות קודומות אלא. בזה שהיא מרחיבה את יכולתנו להסביר תופעות נוספות ולהבין את הקשר בין המושג החדש לבין מושגים מתחומים קרובים. כאן המקום לדון במשמעות המושג **מזון** ולהרחיבו מעבר למשמעות היום יומיות שלו באמצעות השאלה: מהו מזון לאור מה שיודיע על פוטוסינטזה? כמו כן חשוב לקשר את המושג פוטוסינטזה למושגים מתחום האקולוגיה: **שרשת מזון**, **אוטוטרופיות** ו**יצרניות**. אצל תלמידים רבים (אמיר 1991) יש נתק בין המושגים הנלמדים במסגרת לימודי אקולוגיה לבין המושג **פוטוסינטזה**. השינוי התפיסתי בגין למקור החומר ב策מים מקנה



משמעות רחבה ("פורייה") לחשיבות הצמחים במערכות האקולוגיות כיצרנים ראשוניים של החומרים האורגניים שבם משתמשים הם עצם ובן כל שאר היצורים במערכות. הדגמת פוריות התפיסה המדעית בדרך זו היא גם הזדמנות להתמודד עם תפיסה שגوية נוספת: חשיבותה העיקרית של הצמחים -יצרנים למערכות נוספת: חשיבותה היא שהם פולטים את החמצן החדש לשינה.



איור ג-2: תהליך הפוטוסינטזה מרחיב את המשמעות של מושגים אחרים

ג.3. יישום בהוראה של המודל לשינוי תפיסתי

הדגמה שהבאו לעיל לגבי תהליכי השינוי התפיסתי מדגימה את הקשר הדוק בין תהליכי השינוי התפיסתי לבין דרכי ההוראה. אין וכיות בקרב חוקרים ומורים שהטיפול הייסודי בתפיסות שגויות של תלמידים מחייב שינוי בדרכי ההוראה בכיתה. המודל מספק כיוונים ראשוניים לדריכים שבהם רצוי לנקוט והן מוכנות לרוב המורים. על פי הדוגמה לעיל, יישומו של המודל בכיתה אינו מחייב "מחפה" בדרכי ההוראה. די בארגון אחר של פעולות שמילא מתבצעות בכיתה, בהדגשת החשיבות של מרכיבים מסוימים בניסוי או בדיאן על מנת להפוך כל פעילות לחלק מתהליך של שינוי תפיסתי.

לסביר את מידה קונסטרוקטיביסטית התומכת בתהליכי לשינוי תפיסתי יש כמה מאפיינים ייחודיים המתאפיינים לכל מרכיבי המערכת:

התלמיד: התלמיד פעיל בלמידה, חושב בצוරה ופלקטיבית על התהליך שהוא עבר, מודע לידע הקיים אצלו.

המורה: מסיע בהבנויות הידע תוך אינטראקציה עם התלמיד ולא רק "מוסר" אותו, המורה משנה ומתאים את הפעולות על פי ה蟲ך, מתייחס בכבוד לידע הקיים אצל התלמיד (גם אם הוא שונה מהתפיסה המדעית), מכיר תפיסות שגויות העולות לימצא אצל תלמידיו.

הערכה: דרכי הערכה מותאמות למעקב אחר התהליך של השינוי התפיסתי. למשל תלמיד (פורטפוליו).

תכנית הלימודים: מדגישה את מהות המדע, את דרכי הידול בידע והנתפתחות ההסברים, את ההקשר הרלוונטי שבו נלמד הידע ואת הקשר בין ייחדות שונות בתכנית הלימודים.

דיווחים על היישום בשטח של המודל בשלמותו הם מעטים. רוב הממצאים של המודל ניסו רק מרכיבים אחדים שלו ובעיקר את השלב הראשון של בירור התפיסה הקיימת ויצירת אי שביעות רצון ממנה.

הערות

¹ על המודל של פוזנר וחבריו: נסבויים, י., יהיאלי, ת. (1998) תפיסות שגויות ו שינוי תפיסתי בהוראות המדעים, מכון מופית, תל-אביב. (עמודים 168-178).

ד: תפיסות שגויות בביולוגיה על פי הנושאים בתכנית הלימודים

הקדמה

חוקרים בתחום הוראת המדעים טוענים כי יכולת ההतמודדות של המורים עם תפיסות שגויות של תלמידיהם תלואה בהכרותם את התפיסות המקובלות והטפיסות השגויות בתחום התוכן אותו הם מלמדים, את מקורותיהן של התפיסות השגויות, את האמצעים לאייתורן של תפיסות שגויות ואת דרכי ההוראה המכוננות לגרימת שינוי תפיסתי. Tamir (1988) מצין שהזו חלק מהידע הפדגוגי התכני (Pedagogical Content Knowledge) שהוא על פי Shulman (1986) ידע ייחודי של מורים המבטא את התפתחותם המקצועית.

הידע שהצבר עד היום (וממשיך להצבר) לגבי תפיסות שגויות ביולוגיה הוא נרחב מאוד. אין דרך עילה להביא את שפע המידע הזה בפני הקוראים אלא בדרך של ארגון, סינון וקיצור בתקופה שהקורס יכול לבחור את המידע הרלבנטי עבורו ולהפיק תועלת ממנה זו. לפיכך, כולל פרק זה שלושה פרקי משנה:

ד.1. תפיסות שגויות שאוטרו באמצעות פרטיים רבי בחירה בבחינות הבגרות (3 ייל ו-5 ייל)

בשנתיים תשנ"ב-תשנ"ז.

ד.2. לקט של תפיסות שגויות ומקורן האפשרי, תפיסות נכונות והצעות למורה. בלקט זה מפורט מקור האפשרי של התפיסה השגوية, התפיסה הנכונה והמחסום שמהווה התפיסה השגوية להבנת נושא חשוב או רעיון מרכזי וכן הצעות לדגשים או פעילותות בהוראה שמלרתם שיפור הבנת התלמיד את הנושאים.

ד.3. רשיימה של תפיסות שגויות שדווחו בעיתונות המקצועית בהוראת המדעים.

ד.1. תפיסות שגויות שאוטרו באמצעות פרטיים רבי בחירה בבחינות הבגרות בשנים תשנ"ב - תשנ"ט

בפרק ב הוצגו דרכים אחדות לבורר ידע קודם ואיתור תפיסות שגויות וקשיים בהבנה וביןיהם, שימוש בפרטיים רבי בחירה. במחקר (HIRSH 1998) אשר התבבס על ניתוחים של תוצאות בחינות הבגרות בשנים תשנ"ב - תשנ"ז נבדקו תשובות תלמידים ל פרטיים רבי בחירה בבחינות הבגרות ביולוגיה בשנים אלה.

מציאי המחקר מספקים מידע על:

- שכיחות התפיסות השגויות בקרב האוכלוסייה כולה (תלמידי 3 יחל'ו - 5 יחל'ל),
- שכיחות התפיסות השגויות במשך פרק זמן של שש שנים.

הידע שנאסף מבחינות הבגרות מבוסס על פרטיים שנכתבו לצורך מדידה והערכתה של ידע, הבנה ויישום בתחום הדעת ולא לצורך איתור תפיסות שגויות ולכן לא קיימת לגבי הסכמה של הטיה אשר עלולה להיותו כאשר אוסףים נתונים עבור מחקר.

עם זאת יש לזכור כי: ציון המבוסס על פריטים רבិ בחירה נוthen הערכה מוטה כלפי מעלה בהשוואה לממצא אפשרי בשאלות נימוק (תמייר 1989).

במחקר הייתה התייחסות לפריטים רבិ הבחירה על פי שני מדדים:

1. תוכן הפריט.

למחקר נבחרו פריטים שמשמעותם (אחד או יותר) מבטאים תפיסות שגויות או שבחירה בהם מצביעה על קשיים בהבנה.

2. התפלגות תשובות הנבחנים.

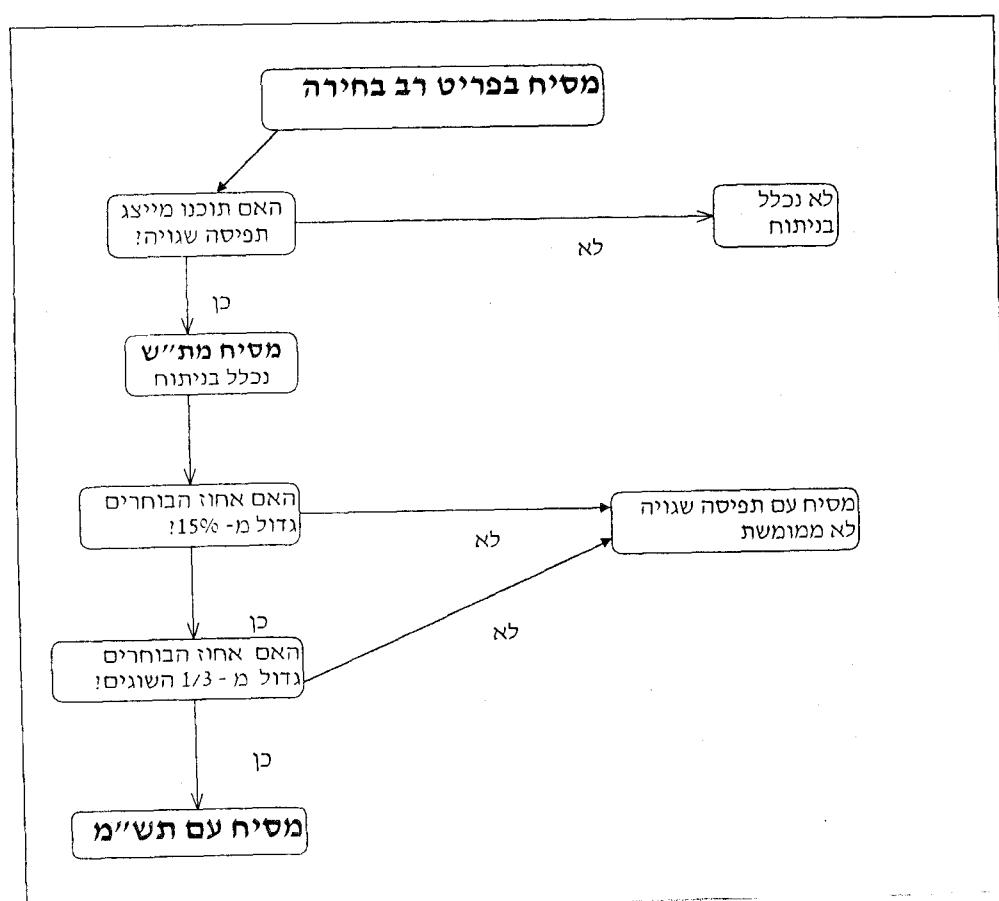
במחקר נבדק איזו הבוחרים בתשובה הנכונה ואיזו הבוחרים בכל אחד מהמשמעותם.

למחקר נבחרו פריטים שבהם היה מסיך שתכננו מבטא תפיסה שגوية ואשר בחרו בו למעלה מ- 15% מהמשיבים ואיזו זה היה גודל שלישי השוגים (מדד זה הומלץ ויושם במחקר של אמיר (1991).

בחירה זו אפשרה איתור תפיסות שגויות ו/או קשיים בהבנה הנפוצים באוכלוסייה והתמקדות במשיכים שלא נבחרו באקראי (בניחסו) על ידי המשיבים.

משמעותם שלגביהם התקיימו שני המדדים הללו הוגדרו כמשמעותם עם **תפיסה שגوية ממומשת**.

אופן ניתוח מסיכים של פריטים רבិ בחירה



טבלה דז: תפיסות שגויות שאוטרו באמצעות פריטים רבិ בחירה בבחינות הבגרות בשנים תשנ"ב - תשנ"ט, ממוננות על פי הנושאים בתכנית הלימודים

מקור		שנה	התפיסה השגויה / הקושי בהבנה	
פריט ומסיח	יח"ל			
ארכילוגם כספיות				
3 ג	5	תשנ"ב	העלאת ריכוז CO ₂ בכל מקרה מעלה את הפטו-סינזה (קושי הנבע מראיית תמונה חלקית)	
3 א	5	תשנ"ה	צמחים יודדים (כמו טחבים) הם ראשונים בסוקטציה	
1 ג	5	תשנ"ה	קושי בהבנת פירמידה אקולוגית ובהבנתה בין פירמידה אקולוגית לבין מרג' מזון	
1+3 ז	5	תשנ"ה	הגומחה היא מקום פיזי שבו חי היצור	
4 ג	3	תשנ"ו	זרעים הם גורם אבוטי	
3 ב	3	תשנ"ח	לרכנים שנויינים הביומסה הגדולה ביותר במערכות האקולוגיות	
3 א	5	תשנ"ט	יונק גדול מותאם יותר מיןון קטן לאזרורים קרים מפני שהמטבוליזם שלו גבוה	
3 ב	3	תשנ"ט	בביי גידול בהם יש שפע מים נפוצים צמחים בעלי מחזור חיים קצר	
1+2 א	3	תשנ"ט		
תפקידים וחיקוי מטה				
3 ח	3	תשנ"ב	אי הבחנה בין קרום תא לבין דופן תא / ייחוס תכונות של קרום תא לדופן תא בצמחים	
1 ז	5	תשנ"ב	חומר תמיד עובר מריכוז גובה לריכוז נמוך, ללא קשר לנוכחות קרום ברני או לתכונות המולקולה	
3 ד	3	תשנ"ג	פוטוסינזה היא נשימה של הצמח	
1+3 ח	5	תשנ"ג	חומרים עוברים תמיד מריכוזו, לחץ גובה לריכוזו, לחץ נמוך, ללא קשר לנוכחות קרום ברני או לתכונות המולקולה	
2 ט	5	תשנ"ג	קושי בהבנת גורם מגבל	
1+2 ז	5	תשנ"ד	דיפוסיה ואוסמוזה הן דרכי בלעדות להעברת חומרים בתא	
2 ד	3	תשנ"ה	ולקו הוא מקור אנרגיה הישיר להעברת פעילה בתא	
4 ה	3	תשנ"ה	במהלך תגובה אণומית יורד ריכוז האנזים עקב ניצולו	
1 ה	3	תשנ"ז	אי הבחנה בין קרום תא לבין דופן תא / ייחוס תכונות של קרום תא לדופן תא בצמחים	
1 ה	5	תשנ"ז		
1 ד	3	תשנ"ח	המשותף לתאי בע"ח, צמחים וחידקים הוא המזאות קרום וגם דופן	
1 ח	5	תשנ"ט	שימוש תא בתאים מתרחשת בклורופלטטים	
1 י	3	תשנ"ט	הבדל הריכוזים בין הסביבה התוך-תאיית לבין הסביבה החוץ-תאיית נשמר בעיקר הווזות לתכונות דופן התא	
ארכיקות מילוק ובוגר מ爱美, מויין וכגאנחים				
4 ח	3	תשנ"ב	הבנייה המושג מערכת סגורה כמערכת אוטומה	
4 טו	5	תשנ"ב		
2 ט	3	תשנ"ב	חומר תמיד עובר מתחמיסה מרוכזת לתמיסת מהולה (גם מים)	
2 ג	5	תשנ"ב		
1 ט	3	תשנ"ג	אי הבחנה בין חיסון פועל וחיסון סביל	
2 ט	3	תשנ"ד	אי הבחנה של הגורמים המשפיעים על הדיזוט: טמפרטורה בקרקע משפיעה על הדיזוט	
3 ז	3	תשנ"ה	קושי בהבנת סיבת - תוצאה ביחס מיים בצמחי	
3 ט	5	תשנ"ה		
1 ז	3	תשנ"ו	הדווקה מהיר ככל-scalable הדם קרוב לב	
1 יא	5	תשנ"ו		
1+3 ח	3	תשנ"ז	אי הבחנה בין חיסון פועל לבין חיסון סביל	
2 י	5	תשנ"ז	אי הבחנה של מגנון פתיחה פיזיוניות: ירידת טורגור גורמת לפתיחה הפיזיוניות	
2 ז	3	תשנ"ז	קושי בהבנה בין עורק לבן וריד	
2 יא	5	תשנ"ז		
2 ט	3	תשנ"ח	עדיף להשקות צמח במים המכילים סוכרים	
2 יא	3	תשנ"ט	השפעת הורמוניים על תאים נובעת מ"צורך" של התאים	

הtrapisa השגوية / הקשי בהבנה				מקור
פריט ומסיח	שנה	יח"ל	ייח"ל	מקור
תקופות ויסות ותאום ככרגע, חימם וכצנחים				תקופות ויסות ותאום ככרגע, חימם וכצנחים
1+2+4 י	3 תשנ"ה	3	תשנ"ז	קשי בהבנת תופעת מושב
1+2+4 י	3 תשנ"ז	3	תשנ"ה	קשי בהבנת עיקרונו הפעולה של הורמון: הורמון נמצא רק בתאי המטרה שלו
2 יג 1 יד	5 תשנ"ז	5	תשנ"ה	קשי בהבנת מטבוליזם / קשי בהבחנה בין סיבת ותוצאה
2 יג 1 יד	5 תשנ"ז	5	תשנ"ה	המצאות קבועה של טרנסמייטור בסינפסה מונעת מעבר דחפים עצביים
אפרען ככילה כצנחים וככרגע, מים, צב אג				אפרען ככילה כצנחים וככרגע, מים, צב אג
באקם				באקם
3+4 יד	3 תשנ"ג	3	תשנ"ג	וונקים החיים במים מותרים בהפריה חיצונית
טו 2 כא 3 טו 3 כה 4	3 תשנ"ג	3	תשנ"ג	אי הבחנה בין כרומוזום לבין כרומטידה
3+3+4 יג 1 יד	3 תשנ"ה	3	תשנ"ה	קשי בהבנה בין מיטוזה לבין מיטוזה
3+3+4 יג 1 יד	5 תשנ"ה	5	תשנ"ג	זרעים של אותו צמח הם כמו תוכרי רבייה וגנטטיבית, כלומר הם זהים גנטי
4 כד	5 תשנ"ד	5	תשנ"ד	אי הבחנה בין האבקה לבין הפריה
2+3+4 יג 1 יד	3 תשנ"ה	3	תשנ"ה	קשי בהבנה בין מיטוזה לבין מיטוזה
1+3+4 יג 1 יד	5 תשנ"ה	5	תשנ"ה	אי הבחנה בין הזדווגות לבין הפריה
3 יד 4 טו 4 כ	3 תשנ"ו	3	תשנ"ו	כל היצורים המתרבטים ברבייה מיינית מופרים בהפריה פנימית
3 יד 4 טו 4 כ	3 תשנ"ו	3	תשנ"ו	הספקת חמצן לעובר אדם ברחם מתבצעת דרך מערכת הנשימה שלו
יג 1 יד 1 יד	3 תשנ"ז	3	תשנ"ז	אי הבחנה בין מושג בוטני - מדעי (פרי) לבין מושג מחיי יום יום (ירק): מלפפון אינו פרי
יח 1 יח 2	5 תשנ"ז	5	תשנ"ט	קשי בהבנת תהליכי הביו
יח 1 יח 2	5 תשנ"ט	5	תשנ"ט	במיוזה נוצרים תאים חזויים זה לזה ב DNA
איקריוארכטואים				איקריוארכטואים
יח 4 כו 2 יז 1 כו 1	3 תשנ"ב	3	תשנ"ב	נגיפים אינם מכילים חלבונים / אי הבנת מטבוליזם של נגיף
יג 4 יז 1 כו 1	5 תשנ"ב	5	תשנ"ב	لتא חידק אין RNA
יג 4 יז 1 כו 1	3 תשנ"ג	3	תשנ"ג	בתנאים מסוימים תחנן בריאה ספונטנית
יג 4 יז 1 כו 1	5 תשנ"ג	5	תשנ"ג	למרקויז - מוטציה לעמידות מתפתחת בתוצאה מחשיפה לתוropaה,
יג 4 יז 1 כו 1	5 תשנ"ה	5	תשנ"ה	העמידות עוברת בתוropaה
יג 4 יז 1 כו 1	5 תשנ"ה	5	תשנ"ה	אי הבחנה בין חיסון פועל לבין חיסון סביל
יג 4 יז 1 כו 1	5 תשנ"ו	5	תשנ"ו	עיקור אינו פוגע בנגיפים - כי הם מעדימים
טו 2 יז 2 יז 3 יח 3	3 תשנ"ז	3	תשנ"ז	אי הבחנה בין קרום תא לבין דופן תא
טו 2 יז 2 יז 3 יח 3	3 תשנ"ז	3	תשנ"ז	תהליכיים הקשורים בהפקת אנרגיה מהיריים יותר בנסיבות חמצן
יג 4 יז 2 יז 3 יח 3	3 תשנ"ז	3	תשנ"ז	נגיפים הם תאים פרוקריוטים
יג 4 יז 2 יז 3 יח 3	5 תשנ"ז	5	תשנ"ז	ה DNA של נגיף החודר לתא חידק מחליף את זה של התא המותקף
יג 4 יז 2 יז 3 יח 3	5 תשנ"ז	5	תשנ"ז	לא רצוי להשקות רוקחות במיבוב עתיק מרפוי שהמיקרו-ארגוניים
יג 4 יז 2 יז 3 יח 3	5 תשנ"ט	5	תשנ"ט	שבמים אלה יגרמו לריקבון הריקוט
יג 4 יז 2 יז 3 יח 3	5 תשנ"ט	5	תשנ"ט	אונטיביוטיקה פועלת לא רק נגד חיידקים אלא גורמת גם לניטרול Hk
כלורי ומתיוארים פערונות אוגרים או אא אא פאיידים (אפאלויזיה)				כלורי ומתיוארים פערונות אוגרים או אא אא פאיידים (אפאלויזיה)
יט 3 לב 4 יא 3+4 יט 3+4 לא 4	3 תשנ"ב	3	תשנ"ב	קשי בהבנה בין התיאוריות של למרק ודוריון
יט 3 לב 4 יא 3+4 יט 3+4 לא 4	5 תשנ"ב	5	תשנ"ב	וונקים קדומים ונומו באמצעות זימים
יט 3 לב 4 יא 3+4 יט 3+4 לא 4	3 תשנ"ג	3	תשנ"ג	אי הבנת המושג כשירות
יט 3 לב 4 יא 3+4 יט 3+4 לא 4	5 תשנ"ד	5	תשנ"ד	trapisa למrikianit
יט 3 לב 4 יא 3+4 יט 3+4 לא 4	3 תשנ"ד	3	תשנ"ד	بيوت היא ספציאציה
יט 3 לב 4 יא 3+4 יט 3+4 לא 4	5 תשנ"ד	5	תשנ"ד	שינויי בסביבה, כמו מגיפה, גורם להתפתחות תכונות חדשות באורגניזומים
יט 3 לב 4 יא 3+4 יט 3+4 לא 4	3 תשנ"ה	3	תשנ"ה	קשי בהבנה בין התיאוריות של למרק ודוריון
יט 3 לב 4 יא 3+4 יט 3+4 לא 4	3 תשנ"ה	3	תשנ"ה	קשי בהבנה בין התיאוריות של למרק ודוריון
יט 3 לב 4 יא 3+4 יט 3+4 לא 4	3 תשנ"ה	3	תשנ"ה	trapisa למrikianit
יט 3 לב 4 יא 3+4 יט 3+4 לא 4	3 תשנ"ה	3	תשנ"ה	צרכים מפותחים איברים כדי לשפר את התאמתם לסביבה (קשי בהבנה הנובע מחשיבה טלאולוגית)
יט 3 לב 4 יא 3+4 יט 3+4 לא 4	5 תשנ"ה	5	תשנ"ה	שינויי בסביבה גורם ליצירת מוטציה לעמידות

				התפיסה השגויה / הקושי בהבנה
מקור	שנה	ייח"ל	פריינט ומסיח	
				א. קווין וגמיוארים פולאות אוזנת או גז גאנזים (אקסזים) – מנגנון
				קושי בהבנת התופעה אובלוציה כונסת / בהשפעת תנאי סביבה דומים יתפתח בנסיבות שונות אותו מין מחסום גיאוגרפי גורם גם מין מין מסתום להחצץ לשני מינים / אי הבחנה מהו תנאי הכרחי ומהו תנאי מספק ברחה טבעית פועלת רק על תכונות הנובעות ממוותציות מוותציה בתא סומטי יכולה לעבור לדoor הבא, אך לא ת透טט באפונטיפ
				מנגנון
1+3	3	תשנ"ז	כג 3	א. מוותציה החלה בתא סומטי עוברת לדoor הבא . קושי בהבנת התבטאות מוותציות באורגניזום
2	5	תשנ"ז	כה 5	אי הבחנה בין שכיחות אליל לשכיחות גנטיפ/ פונטיפ
2+2	5	תשנ"ז	כח 3	קושי בהבנה ויישום של כללי הסתברות הצמודות לדגם מוכר : כללן מנדל / אי קראיה ביקורתית של השאלה
2+2	5	תשנ"ח	כג 2	קושי בהסקה לגבי גנטיפ (או פונטיפ) של ההורה, לפי הוצאה וחורה אחר הצמודות לכללי מנדל והתעלמות מהתאזרזה למין ו/או קושי בהבנה ויישום של כללי הסתברות
2+4	5	תשנ"ד	כח 2	בל חומצת אמינית מקודדת על ידי צופן אחד בלבד
2+3	3	תשנ"ה	כג 2	קושי בהסקה על גנטיפ ההורם לפי גנטיפ היצאים / הסתברות לגנטיפ כלשהו בlijיות הבאות תלויות בשכיחות בlijיות הקודומות
4	3	תשנ"ד	כג 4	קושי בהסקה על גנטיפ ההורם לפי גנטיפ היצאים / הסתברות לגנטיפ כלשהו בlijיות הבאות תלויות בשכיחות בlijיות הקודומות/ 0% כי לא הופיע בlijיות הקודומות
2	3	תשנ"ו	כג 2	= רציבתי הצמודות לדוגמה מוכרת אל אשר שכיחותו באוכלוסייה היא 0.5, הוא קודומיננטי
4	5	תשנ"ו	לא 2	גנטיפ = תכונה / יש זהות בין תכונת החומר ההורשתי ובין הביטוי של התכונה
4	3	תשנ"ה	כג 4	קושי בהבנת הסתברות
4	5	תשנ"ז	לא 4	
4	3	תשנ"ז	כג 4	
				ב. סידף, איזוטopic, גלוקוז
				מקור החמצן הנפלט בפוטוסינטזה הוא ה CO_2
1	3	תשנ"ב	כג 1	ATP מתקבל מפירוק של רומר
4	3	תשנ"ג	כה 4	רוב המים הנקלטים עיי הצמח משמשים בפוטוסינטזה
4	3	תשנ"ג	כו 4	טיסחה הוא תהליך של פלייטת גז CO_2
2	3	תשנ"ג	כג 4	בטיסחה תמיד נוצר כוח (קשר אסוציאטיבי)
4	3	תשנ"ד	כו 4	ה-ק היא דרגת חומציותelenן הרבה חומצה גורמת ל-ה-ק נבוה
1	3	תשנ"ה	כה 1	קושי בהבנה בין חומר (חמצן) לבין אנרגיה / מערכת אקולוגית אין
1	5	תשנ"ה	לא 1	המרה לאנרגיית חום
2	5	תשנ"ה	לה 2	חמצן זהה מוגיב בתהליכיים מטבוליים, ככל שהטמפרטורה עולה נזול קצב התהליך וכך גם ציריכת החמצן / קושי בהבנה בין השפעת טמפרטורה לתהליכיים על קצב מטבולי בחומוטרמים ובפוקיולוגרמים / קושי בהבנת יחס הפוך בחמצן גלוקוז בתאים, כל האנרגיה המשחררת מומרת ל-ATP, אין
3	5	תשנ"ה	לו 3	המרה לזרם
2+4	3	תשנ"ו	כו 4	קושי הנובע מאי הבנה כימית של החומרים המעורבים : מקורות האנרגיה המוכרים (גלוקוז / ATP) הם הטוביים ביותר ככל מוסףם כמותה רבה ביותר של אנרגיה
1	5	תשנ"ו	לה 1	החמצן הוא מקור האנרגיה לתהליכיים בתא
2	5	תשנ"ו	לו 2	כשהטרוגרגר נזון הפייגניות נפתחות
3	3	תשנ"ז	כה 3	קושי בהבנה של מצב בו קיימים מספר גורמים מגבלים
1+4	3	תשנ"ז	כג 1	צמץ נושם רק בלילה
2	5	תשנ"ח	לד 2	אנרגייה מזוהה עם ATP ולא עם חומצה פירובית
3	5	תשנ"ח	לה 3	בנשימה תאיית לא נוצר חום
3	3	תשנ"ח	כה 3	מקור החומר האורגני בצמחים הוא בקרקע
1+2+3	3	תשנ"ט	כה 3	עሚיל' המזוי בפקעת תפוח אדמה מוקרו בתרוכבות פשוטות הנוצרות בקרקע, בשורשים ובפקעת

ד2. לקט תפיסות שגויות ומקורן האפראי, תפיסות נכונות, והצעות

למורה

נוסבויים ויחיאלי (1998) מציעים דרך למינן של תפיסות שגויות ל"מקומיות" לעומת "כוללניות" (ראו פרק א, עמוד 9). המינון הזה מכון גם את המאמץ ההוראי הדרוש להתמודדות אתן. אם מדובר רק בחומר ידע נקודתי (לדוגמא: כמה מים מאבדים בטליז הדיות לעומת המים בשימוש מטבולי) הרי שהטיפול יכול להיות פשוט, מיידי וקצר. לא כך הדבר כאשר מדובר בתקלה מהותית יותר בהבנה כמו חשיבה למרקיאנית בנושא אבולוציה. בין שתי הנקודות הקיצוניות האלה יש מרחב גדול של תפיסות שגויות אחרות שאין להן מאפיין ייחד ולן סביר לחשב שמקורותיהם שונים ויש יותר דרך אחות לטפל בהן.

בטבלאות שללן כלנו מבחר של **תפיסות שגויות** (מתוך אלה הרשומות בטבלאות שבתת-פרק ד) והתייחסנו אליהן בצורה מפורטת כאשר לגבי כל אחת מהתפיסות השגויות כלנו:

1. את התפיסה הנכונה בתמצות ובתקוצר רב,
2. את המקור המשוער של התפיסה השגوية,
3. השערה לגבי הקשיי הבניה של נושא או רעיון שהתפיסה השגوية יכולה לגרום לו,
4. הצעות לטיפול בתפיסה השגوية.

מתוך ההתייחסות המורכבת זו¹¹ אפשר לראות שרוב התפיסות השגויות בטבלאות שבמישך הן "כוללניות" על פי נוסבויים ויחיאלי (1998).

ברוב המחקרים שסקרנו אין החוקרים מזוחים על מקורות התפיסות השגויות או מצינים את הנושא שהן יכולות להיות מחסום לבנותו. لكن, רוב הנאמר בסעיף זה מבוסט על הבנתנו, והוא בוגדר הינה סבירה. את הבסיס לרעיונות שהבנו כאן אפשר למצוא בדיון שבפרק א.

בסעיף "מה ניתן לעשות" לוקטו מגוון הצעות לפעולות אפשריות כמו רעיון לתרגיל, ניתוי, מפת מושגים וכן הפניות למאמרים ולמקורות אחרים. ההצעות אלה מדגישות שנית שטיפול בתפיסות שגויות יכול להשתלב יפה בעבודה השותפת של המורה ולא בכל מקרה נדרש טיפול עמוק וייסודי כנון זה המתואר בפרק ג.

טבלה 2: ליקט תפיסות שגויות: היבטים נוספים

7	שרשות מזון לא כל מקרה כל מקרה מזון מתרילה בישראלים גם מרווחים במקומות) בזמנם ולא שרשות מזון לא כל ערך	השיבות היצרנים בנסיבות בטעו	מערכות אקליגניות מיוירות כמֵ בשרות השוכת, בשינוי שפה היצרן והא-סאנגיונט) או בעמקי האקו-ניום שהרטים הם	לזרו בשאלת מהו היצרן בשערשתה ספכית-תיכוננו מעלה אקליגניות בתאי שבבה מיחודים (למשל: בספוגית-הלי), קביעות מרכבי המושכת, דיוו, ואלו תנאים?
8	מספר היצרנים גדוֹל כרך לספר את צרכי האוכלוסין אותם	השיבה טלאו-גנט דוש בהרואה על הшибות הייצרנים בגנאי אנרגיה טבע	כינוסתיס. פירמידה של מספרים.	dogmas ותורתם של בעלי-עלים. דיים רביים כלומר מה שורב הוע הוא יכלהת הייצור של יצנים ולא מספרם.
9	במוצרת ישתיות מטפל היצרנים אק גדוֹל מטפל היצרנים אק יש ייאאמ מכל ה. גם מספר צדרים קסן יכול לספק גדוֹל של צרכנים.	יחס נומלין במאור מזון, השפעת האדם על מארג מזון	לכינוסתיס. השיבה לאירית, אי ינות לראות תמונה מורה בזון / אי ההנה בין ערכו של מאבו מינס.	לכינוסתיס. דיוו בערכם, תפוקדים, תורמותם ככיו היידקים, הרקדים, צמחיים מה קירה אם... ?
10	במוצרת מזון שנינו בגודל וכאלסיה אורת ישפיעך אללה שארען לשועgas ישירות אגלהת אן אכלותה)	ישירות אגלהת אן אכלותה לכל מין יש פרדר בערךת שהוא בה והאר או אוו לשטיור כי יש מינים שאין לחם תפקי בטנע.	לא כל המינים ראיים והיות משקק ומתקה לעמורת שליליות כל-כך חריקים ווציאים יהודים במהלך האבלוצואה באפק טבע.	ראו "מדע 2000, אביב 2000, מ-36-30 תבא" כל מינו התמים בדמיות נסמיות אללה שהארות בו והנטוטים בדיות/ נסמיות ידע על כמהו התמים הקדושים בדמותם להלעטה שבעה שנדודות בדמות המתים הפליטה תהיינה שבעה-הצמלה והצמלה הפליטה/ או טבלת תנינע".
11	רוב המים הנקליטים עיי האמת המשמשה במושינחה	אי הינה של תלולן חיות, אי רגיעה בין תפער וחושב לצמה (מיים)	מצחיאטוביים עלייך, רב המים הנקליטים עיי האמת המשמשה בדיות.	רבד המים הנקליטים עלייך, האמת המשמשה בדיות.
12	הלבון ביצה המזוק לך אם הוא מזוּן כי הוא מזוּן חקק מהסבירה הפגנית.	אי הינה סביבה חיצונית מערכת העיבול לביי הסביבה הպגנית (הדים).	כל לבון שהוא חיסיון מעור תונבה הייסוּת. רבבו שכנים למעצת ועכבל. אין חקק מהסבירה הפגנית.	לזרו ביצה המזוק לך כל לבון שהוא חיסיון מעור תונבה הייסוּת. רבבו שכנים למעצת ועכבל. אין חקק מהסבירה הפגנית.

13	מיקרוארגנוגנים בצליל וירידקים בפרט הם גורמי מחלה שיש להפטר מהם הקלן, בתהליכיים בתוכנוגנויים.	מיקרוארגנוגנים מוגרים בצליל חווגים בתחליכים בטבע במו מיהר וחמורים, קשיות הנק, בפרק נפש וועוד. שבהן על התמלדים לחתוך טיעונים בעוד וגוד מהון אינטנס מסויים.	מידע רפואיים ים, אמות מהלota והגינה, דוגמאות בהרואה הכלול המיקוריארגניים במחלה חומרם בטבע, תעשיה, בקבוע ורסוביי "עלם לא הידקם" , לדעת "ה" (ז), (ז-ז). פגימות בקבוצות שנהן על התמלדים לחתוך טיעונים בעוד וגוד	דיו: מה היה קורה אלם ???? ???? מאמר :
14	האזורים היא הסביבה. השנות בין הפסים הנבעת תגובהן נמשכת עבורה במורשה.	"רומר הגלים" של הבראה הסבירה באובליזציה היא השנות בין הפסים הנבעת ממטיצתו ומבריה מענית.	ניסיו חרים של שעוניים בהשעת הסבירה, תשובה למתקיינאייה.	דוגמאות סותרות: השפעת הרסיבירה על היצורים בטעות היהם אד' ליל רשתענאל הדורות הבאים (כמו שיאוף, ריסון, קטרקט), ברמת מיליה).
15	גם מומצאה בהאה חביבה עוברת במושת לאציגאים.	רק מומצאה בהאה חביבה עדת מומצאות, קשי באבחנה בין, תאים סטטוטים לבן תאי מיוי.	אובילציה, העשנות של יהום וקרינה על הארגוניותם.	דוגמאות סותרות: תכוביה דמוננטית אד' וגדרה באוכטסיה. שימש בשנותם של שכירות לbuat צד ובסנתה את עונת: אנגרם חפרעתה. שאלות הדוחשות בקצתות השונות. ולישב שכירותה האל בקצתות השונות.
16	האל הדומיננטי גפוי באובליזציה שלקציה לגונטוטי מסיים.	דומיננטות היא פועל ויצא של מגננים מולקלריים בהתקובבים התבונתאות הגו.	גטיקה של אוכלוסיות: שכירות אללים באוכלוסיות, קשי בניתוח ושוליות.	מומצאות של יהום וקרינה וגדרה דמוננטית. דוגמאות בהרואה. מולדים משמשים הרוכניות, "מעיט" (דמויין) אל תוך החומר התורשתי עז' שווים של מותחן הרהא.
17	א הבנה בינו מבנה האל הדומיננטי כפוי באובליזציה שלקציה לגונטוטי מסיים.	ריבוי מושגים לקלהה תא מהשנות התהיליכים בעת הליקת תא מהכבלת הרומר התורשתי עז' לקבלת התאי בת.	מושגים הקשרים להלאה ולמדים באנדרט מסרת "ההא", "תוהשה" וביביה".	דיקטט מומצאות הילך גוף המוחם "דפלאדי", ויפלאיריה" מותהיסים למסוף הערכות של רומרומים ולא לבונה הפלאייד.
18	סדרום הרים ייחוד או כפוי לבון המספר זיפלאיריה הפלאייד.	נטיטה של אל כלכומטיות, מחלת המוחוקורי שלם.	ריפורש הרים יומי והרומים של המלחים: דומיננטי = שלית, הסכבי = רסוג. קשר אוציאטיבי בין דומיננטי לבון חיבי ובו רצubi לבון שליל.	דיקטט מומצאות הילך גוף ההשרות של הפטטים וושאיל תכוונת מסימות תלולה בתנאי הסביבה ובנסיבות שלם.
19	מזו הצמה מקוור בקרול הכמה בעצם מיער חומרים אורוגנים מוחמיים איולוגנים. מהרקיע הוא קולט מים ומינרלים.	דיקטט מומצאות הילך גוף ההשרות של הפטטים וושאיל תכוונת מסימות תלולה בתנאי הסביבה ובנסיבות שלם.	דיקטט מומצאות הילך גוף ההשרות של הפטטים וושאיל תכוונת מסימות תלולה בתנאי הסביבה ובנסיבות שלם.	ריאו במשמעויות השוננות של המושג "מזרן" ריאו: פראקיום באקוילוגיה, עמידים (ז-ז) יסויים: אין המלנות (א): גולגול אונוגיה בצורות חים, עמודרים (ז-ז), גולדל צמחיים כלא קרלק.

<p>20 מוסינזונה היא נסימה של המשנה בתקופת אוניברסלי של המשנה ארגינה בתאום.</p>	<p>בתקופה הריאו מתרחשת דמיון בסרטאות ובחרימות המשתנהים (מגבים ותצראים) / דש על נסויים שביהם גמד רחלוף הגוזן בפטיס עיטה בשימה עצמאית.</p>
<p>21 התהליך שבה מזור מהרמן מופק ארגינה מכונה עיבוד בעיבול מפוקחות מילקולהות גדרלות למילוקאות קתנות וגיה תהליך צורן ארגינה.</p>	<p>אי הבנה של רמות הארגון (מערכת פונקציונית). הארגונים הוב-טאוי חיצונית, כבינה של התהליכים.</p>
<p>ברמת הארגנים בין אלה המתוחשים בדרכם התחנכה, תאנגי, פרוק, ספוגנו, נשיימה תאית, חלון גלים, רפקת ארגינה, תא. ארגוני המוחשיים בדרכם התחנכה.</p>	<p>"מטבע" של אטום פחמן בסידורי באוסף העכליים עד לניליטו כטוהר דו מטען, מפט מושגים הכלילת מושגים כמו: מראת עיכל, מצעי, פרוק, ספוגנו, נשיימה תאית, חלון גלים, רפקת ארגינה, תא. ארגוני המוחשיים בדרכם התחנכה.</p>
<p>22 גורם מגביל הארגון שבעל כמותו הגדילה או עצהו או עצמותו גובל יוכלו להשביע רך אינטראקציה בין גורמים המשפעים השפעה מושג "מנגייל" גורם מגבל הארגון שבעל כמותו הגדילה או עצהו או עצמותו גובל יוכלו להשביע רך כמותו גובל יוכלו להשביע רך לא מאט (מעבד) את התהליך.</p>	<p>אנו תורמים המגבילים גורמים אחדים המשפעים ביחס לעל התהליכים כשותה: מה יכול להו לאן תורמים המגבילים גורם מגבל גומם התהליך.</p>

ד. תפיסות שגויות מהספרות בהוראת מדעים

בספרות המחקר בהוראת המדעים התפרסמו (וממשיכים להתפרסם) מאות מחקרים הכוללים מידע רב על תפיסות שגויות שנמצאו אצל תלמידים בכל רמות הלימוד. מקום נכבד توفיטים המחקרים שבוצעו בישראל. המידע לטבלאות שלහן נאשף מהעתונות המקצועית בהוראת המדעים, מרשימה ביבליוגרפיה (Pfundt & Duit 1994) וממאגרי מידע ממוחשבים (כגון ERIC). מקור חשוב נוסף היו העבודות לתואר מוסמך ודוקטור שבוצעו במחלקה להוראת המדעים באוניברסיטה העברית בירושלים שבהו כוללות סקירות של מחקרים שבוצעו בעולם וכן ממצאים חדשים שנתרבו במחקריהם שבוצעו בארץ. בכך שהקורא יוכל להפיק תועלת מהמידע מיינו את התפיסות השגויות על פי הנושאים בתכנית הלימודים ובחורנו לחביא רק מקצת מהמצאים. ארגון הטבלאות על פי הנושאים שבתכנית הלימודים נועד להקל על המורה המבוקש להכיר את התפיסות השגויות שבוחן הוא עלול להיתקל בעת ההוראה של נושא מסוים. אין זה אומר שתפיסה שגوية כלשהי תיחשך רק במהלך לימוד של נושא מסוים ולא תיחשך בהזדמנויות אחרות. ההפך הוא הנכון: תפיסה שגوية עשויה להיחשך במגוון של נושאים ומצבי לימוד ויש להיות ערים לאפשרות זו.

התמקדנו בתפיסות שגויות שנמצאו בקרב תלמידים בוגרים, בחט"ב ובבית הספר התיכון. כמו כן, לא כללונו תפיסות שגויות שנחשפו במחקריהם שעסקו בתפיסות שגויות המופיעות בספרי לימוד או כאלה שנחשפו אצל המורים עצם.

בטבלאות שהמשק ניסינו לרכז תפיסות שגויות שהן רלוונטיות לתכנית הלימודים בארץ תוך שאנו משתמשים להמנע מכלול מממצאים שדווחו כ"תפיסות שגויות" אך יתכן שהם נובעים מאופי המטלה לתלמיד או מניסוח מסוים של שאלה ב מבחן או בראיון. חלק מהנושאים המוצגים בטבלאות כול מספר רב של תפיסות שגויות ובחורים - מעט. בספרות המחקר מתואר מספר גדול של תפיסות שגויות בנושאים אקולוגיה, אבולוציה וגלגלי אנרגיה, מצב שניינן להסבירו בקושי היחסי של נושאים אלה בהשוואה לנושאים אחרים וכן בעניין שגilio החוקרם בנושאים חשובים אלה. קרוב לוודאי שיש קשר מסוים בין הקושי של הנושא לבין העניין שמצוין בו החוקרם.

בטבלאות הובאו גם קשיים שבבנה שלא תמיד קל לבחין ביןיהם לבין תפיסה שגوية (חט סומנו בטבלה באות (ק). ברור למדוי שkösy במבנה יכול לגרום להתרפות תפיסה שגوية וגם להפץ. בעת התרגום מאנגלית לעברית השתדלנו להיות נאמנים לניסוח המקורי על אף התרומות הנדרש מהארון בטבלה. ככל המעניין להעמיק בתפיסה שגوية מסוימת מוצע לפנות אל המקור.

הערה נוספת חייבות להיאמר כאן. אף שניסינו לכטוט"מ מגוון נושאים שנבדקו במחקרים רבים אין ספק שמחקרים אחרים נשמרו מכאן. נשmach לקבל מהחוקרים הערות ותוספות.

טבלה 12: תפיסות שגויות שאוטרו באמצעות פריטים רבិ בחירה בבחינות הבגרות בשנים תשנ"ב - תשנ"ט, ממוינות על פי הנושאים בתכנית הלימודים

מקור				התפיסה השגوية / הקשיי בהבנה
פריט ומסיח	שנה	י"ל	ג'	
אקלריאם כספיתנו				
				העלאת ריכוז CO_2 בכל מקרה מעלה את הפוטוסינזה (קשיי הנובע מראיית תמונה חלקית)
3 א	5	תשנ"ה	תשנ"ב	צמחיים ירודים (כמו טחבים) הם הראשונים בסוקצציה
ג' 1	5	תשנ"ה	תשנ"ב	קשיי בהבנת פירמידה אקולוגית ובהבנה בין פירמידה אקולוגית לבין מארג מזון
1+3 ז	5	תשנ"ה	תשנ"ב	הגומחה היא מקום פיזי שבו חיה היצור
ג' 4	3	תשנ"ו	תשנ"ב	זרעים הם גורם אביוטי
ב' 3	3	תשנ"ח	תשנ"ב	לצריכנים שנינויים הבiomסה הגדולה ביותר במערכות האקולוגיות
א' 3 ב' 3	5 3	תשנ"ט תשנ"ט	תשנ"ב	יונק גדול מותאם יותר מיןוק קטן לאזורים קרים מפני שהמטבוליזם שלו גבוה
א' 2+1	3	תשנ"ט	תשנ"ב	בבטי נידול בהם יש שפע מים נפוצים צמחים בעלי מחזור חיים קצר
תפוגיים וחימר חואxis כתם				
ה' 3	3	תשנ"ב	תשנ"ב	אי הבנה בין קרום תא לבין דופן תא / ייחוס תכונות של קרום תא לדופן תא בצמחים
ז' 1	5	תשנ"ב	תשנ"ב	חומר תמיד עובר מריכוז גובה לריכוז נמוך, ללא קשר לתוכנות קרום ברני או לתוכנות המולקולה
ד' 3	3	תשנ"ג	תשנ"ג	פוטוסינזה היא נשימה של הצמח
ח' 1+3	5	תשנ"ג	תשנ"ג	חומרים עוביים תמיד מריכוזו, לחץ גובה לריכוזו, לחץ נמוך, ללא קשר לתוכנות קרום ברני או לתוכנות המולקולה
ט' 2	5	תשנ"ג	תשנ"ג	קשיי בהבנת גורם מגביל
ז' 1+2	5	תשנ"ד	תשנ"ד	דייפוזיה ואוסמוזה הן דרכי בלדיות להעברת חומרים בתא גלוקוז הוא מקור אנרגיה ישיר להעברת פאילה בתא
ד' 2	3	תשנ"ה	תשנ"ה	במהלך תזובה אণיזמיות יורד ריכוז האנזים עקב ניזולו
ג' 1	3	תשנ"ה	תשנ"ז	אי הבנה בין קרום תא לבין דופן תא / ייחוס תכונות של קרום תא לדופן תא בצמחים
ה' 1 ה' 1	3 5	תשנ"ז תשנ"ז	תשנ"ז	המושותף לתאי בע"ח, צמחים וחידקים הוא הממצאות קרום וגם דופן
ד' 1	3	תשנ"ח	תשנ"ח	נשימה תאית בצמחים מתארחת בכלורופלטטים
ח' 1	5	תשנ"ט	תשנ"ט	הבדל הרכזויים בין הסביבה החוץ-תאית לבין בן הבנייה החוץ-תאית
י' 1	3	תשנ"ט	תשנ"ט	נשמר בעיקר הוודאות לתוכנות דופן התא
ארכאות תיאוק וגאומטריה כząגי, חיימ' וכגאתים				
ח' 4 ט' 4	3 5	תשנ"ב תשנ"ב	תשנ"ב	הבנייה המושג מערכת סגורה כמערכת אוטומה
ט' 2 ג' 2	3 5	תשנ"ב תשנ"ב	תשנ"ב	חומר תמיד עובר מתמישה מרכזות לתמישה מהולה (גס מים)
ט' 1 ט' 2	3 3	תשנ"ג תשנ"ד	תשנ"ג	אי הבנה בין חיסון פעיל וחיסון סביל
ט' 3 ט' 3	3 5	תשנ"ה תשנ"ה	תשנ"ה	אי הבנה של הגורמים המשפיעים על הדיות: טמפרטורה בקרקע משפיעה על הדיות
ט' 1 ט' 3	3 5	תשנ"ו תשנ"ו	תשנ"ו	קשיי בהבנת סיבה - תוצאה ביחס מיים בצמחי
ט' 1 א' 1	3 5	תשנ"ו תשנ"ו	תשנ"ו	הדווקה מהיר ככל-scalable הדם קרוב ללב
ח' 1+3	3	תשנ"ו	תשנ"ו	אי הבנה בין חיסון פעיל לבין חיסון סביל
ט' 2 י'	5	תשנ"ו	תשנ"ו	אי הבנה של מגנון פתיחת פוניות: ירידת טורגור גורמת לפתיחה הפוניות
ט' 4 א' 4	3 5	תשנ"ז תשנ"ז	תשנ"ז	קשיי בהבנה בין עורק לבין וריד
ט' 2 י'	3	תשנ"ח	תשנ"ט	עדין לשיקות צמח במקרים נובעת מ"צורך" של התאים
ט' 1 י'	3	תשנ"ט	תשנ"ט	השפעת ההורמוניים על התאים נובעת מ"צורך" של התאים

מקור	התפיסה השגوية / הקושי בהבנה
מן 1999 Barman et al 1995, Griffiths & Grant 1985, Barman & Mayer 1994	שינויי בגודל אוכלוסיות נטרף לא משפיעו על גודל אוכלוסיות הטורף
Munson 1994	יש אורגניזמים לא חשובים שינוי באוכלוסיותם לא ישפיע על המערכת כלל
	יחס פינגיין
מן 1999 Marek 1986, Gallegos et al 1994	החרקים חשובים להאבקה ללא קשר לסוג הפרת טריטוריאלית מגבירה את התחרות בתוך הטריטוריה
מן 1999 Marek 1986	בשרות מזון החזק אוכל את החלש אורגניזמים אוכלים אורגניזמים אחרים כי זהו רצון האל, כדי לשמור את המין
	היגייניסטיים סימול וקט אובייקט סטטיקה
דנון 1997 Fisher 1998, Kovalidis & Christidov 1999	אי הבחנה בין התופעות "אפקט החממה" ו"חור באוזון"
Palmer 1997, Palmer 1999 Brumby 1982	לא כל המינים ראויים לשימור כי יש מינים שאין להם תפקיד בטבע (איןיהם חשובים/נחוצים) אורגניזמים קיימים לתועלת האדם בלבד
Palmer 1996	חשוב לשמר עצים גדולים ומינים של בעלי חיים גדולים

תהליכיים וחילוף חומרים בתא

מקור	התפיסה השגوية / הקושי בהבנה
	איסואלט זיפוזיה
Odom & Barrow 1995 Zuckerman 1994	מולקולות נעות מריכוז גבוה לנמוך מפני שהן נוטות לנوع עד שישתו הריכוזם, בשינויו ריכוזים התנועה תפסק
Odom & Barrow 1995 Zuckerman 1994	ככל שמספר הריכוזים גדול התנועה מהירה יותר מפני שה מולקולות רוצחות להתפזר
Okeke, Wood-robinson 1980	אוסמוזה ודיפוזיה הם תהליכי הופכים זה לזה
Friedler et al 1987. Arnold & Simpson 1982, Zuckerman 1994, Amir, Frankl, Tamir 1987	באוסמוזה מים נעים כדי להשווות ריכוזים
Odom & Barrow 1995	באוסמוזה המים עוברים מצד התמישה לצד המים הטהורים מפני שהם תמיד עוברים מריכוז גבוה של תמישה לריכוז נמוך.
	תפקידים מתא
Fisher 1985	תוצר של תהליך התרגום הוא : חומצות אmino
Yip 1998c	הטפרטורה האופטימלית לפעולתם של כל האנזימים בגוף האדם היא 37°C
דרייפוס ויונגירט 1993	יש תאים שמתמחים בחפקת אנרגיה ומספקים אותה לתאים אחרים,
דרייפוס ויונגירט 1993	התא מעכל חלבונים כי הם חומר זר, לא כל תא מייצר חלבון, ונוגדים מייצרים רק בתא שמייצר חלבון
דרייפוס ויונגירט 1993	חפקת אנרגיה : בתהליך העיכול מופקת אנרגיה, תאים נייחים אינם זוקקים לאנרגיה, הם מקרור אנרגיה לתא, חלבון הוא מקור אנרגיה
	תפקידים ואנאיים מתא
תmir וזהר 1990, הריש 1999	ב- 70°C מתפרק דופן התא
דרייפוס ויונגירט 1993	חלבון הוא מקור עיקרי לאנרגיה בתא
דרייפוס ויונגירט 1993	במים יש הרבה אנזימים, ביצים וחלב עשירים בחלבון אך לא כך תא הגוף, DNA הוא חלבון, מולקולות חלבון גודלות מהתא
דרייפוס ויונגירט 1993	תפקוד הקרום : התא מכניס רק דברים שנוחוצים לו, רק נוזל נכנס לתא
דרייפוס ויונגירט 1993	גרעין התא : גרעין התא הוא כמו המוח של התא, התא גדול עד שהוא מודיע לו להפסיק לגודל.
	חפקת מתא ואנאיות הכלואזום
Okeke, Wood-Robinson 1980	תאים הולכים וקטנים עם כל חילוקה
Kindfield 1994	בלבול בין מספר הכוּרמוֹזָוםִים והמבנה : גדייל כפול מקורו בשני החורומים, גדייל יחיד - תא פולואידי, סלייל כפול : תא דיפלאידי. הכפלת חלה במיזה, שחלוף חל לפני ההפלה.

הערות ותוספות

מערכות תיווך הובלה והכרה

מקור	התפיסה השגوية / הקושי בהבנה
	תגובה כ-3ח'ם
Barker 1998	המים נוכנים לצמח גם דרך העלים (ולא רק דרך השורשים), מים יוצאים מהצמח ורק דרך העלים (ולא דרך גבעולים, פרחים)
Barker 1998	1993 אמיר רוב המים הנקלטים על ידי הצמח משמשים בפוטוסינטזה
	1993 אמיר הדיזות היא חלק (שלב) בפוטוסינטזה.
	1990 Tamir וזוהר לצמח באור דרושים יותר מים ולבן באור הפיזיות פתרונות (טליאולוגיה),
	תגובה כ-4"ח
Arnaudin & Mintzes 1985	הדם הוא תמיישה אדומת,
Arnaudin & Mintzes 1985	הדם מורכב מטאימים בלבד (לא נוזל),
Arnaudin & Mintzes 1985	לב מורכב משלושה מדרורים,
Arnaudin & Mintzes 1985	לב יש גם תפוקדים נוספים מלבד שאיבת כמו ניקוי הדם, סינוו, יצירת דם, שמירת הדם,
Arnaudin & Mintzes 1985	האויר עבר בצלירות מהריאות אל הלב או אל הגוף,
Arnaudin & Mintzes 1985	מחזור הדם אינו סגור לחליות חלק מהדם עבר לתאים או עוזב את המערכת,
Yip 1988b	אויר נשף מכיל בעיקר CO ₂
	ארכטת החיסון
Amir, Frankl, Tamir 1987	חלבון ביצה שהזרק לדם אינו מעורר תגובה חיסונית כי הוא מזון גולדשטיין 1999
	ברנהולץ 1988, Hirsh 1999, גולדשטיין 1999
	אי הבחנה בין חיסון פעיל לבין חיסון סביל (למשל: חיסון סביל הוא נגיפים מוחלשים)
	ברנהולץ 1988 גולדשטיין 1999
	אי הבחנה בין נוגדן לבין אנטיגן חומרם אנטיביוטיים פוליליים כמו מגנון החיסון
	נוגדים נמצאים תמיד בדם אך פיעלים רק לאחר חשיפה לאנטיגן גולדשטיין 1999
	נוגדים נוצרים בתגובה לאחדירת נגיפים וחידקים בלבד ולא כל אנטיגן גולדשטיין 1999
	נוגדן הוא תא מהמערכת החיסונית גולדשטיין 1999
	נוגדים מעכבים פעילות ביוכימית גולדשטיין 1999
	חיסון סביל הוא נגיפים מוחלשים גולדשטיין 1999
	נוגדים ממשדים חידקים גולדשטיין 1999

תקשורת ויסות ותיאום

מקור	התפיסה השגوية / הקושי בהבנה
	ויסות סאכטורה
Buddingh 1996	טמפרטורת האדם היא קבועה $C^{\circ} 37$, הגוף מנסה לשמר עליה ולמנוע שינויים
Buddingh 1996	טמפרטורה משתנה רק כשהאדם חולה
Buddingh 1996 Westbrook & Marek 1992	אחרי פעילות גופנית מואצת אתה לא "מקבל חום", טמפרטורה עולה רק כשהחולם
Buddingh 1996	טמפרטורה הגופת לא משתנה בעקבות הזעה
Buddingh 1996	טמפרטורה גורמת להזעה
Westbrook & Marek 1992	פעילות גופנית גורמת להגברת קצב הלב וה נשימה כי: צריך יותר דם/יותר אנרגיה/יותר חמצן (חשיבה טיליאולוגית)
Westbrook & Marek 1992	זיהה היא תוצאה של הגברת פעולות הלב
Westbrook & Marek 1992	זיהה היא הפרשת פסולת

רבייה

מקור	התפיסה השגوية / הקושי בהבנה
	רפיה מתחים
Yip 1998 הירש 1999	גרגר אבקה = תא זרע
Wood-Robinson 1994	צמחים אינם מתרבים ברבייה מינית
פלד, אגרסט 1990	האבקה עצמאית יכולה להתארח גם בפרח חד זוויגי
Okeke , Wodd-Robinson 1980 חכימוזדה 1993	צמחים לא מתרבים ברבייה מינית
פלד, אגרסט 1990	צלקת גדולה ומסועפת היא התאמה לאבקה על ידי חרקים
פלד, אגרסט 1990	הנחolson מוצאו מהשלה
	רפיה מקצת
פלד, אגרסט 1990	דו צורתיות מינית קיימת אצל כל בעלי החיים בעונת הרבייה בלבד
פלד, אגרסט 1990	בלבול בין בוץ לבו ווסת
פלד, אגרסט 1990	רקבחריה פנימית מתאחד חומר תורשתי מהתא הזורי עם חומר מהתא הנקי
פלד, אגרסט 1990	ביבשה יש גם הרבייה חיונית וגם פנימית
פלד, אגרסט 1990	רקבחריה חיונית מתרחשת מוחץ לגוף הזכר(ק)
Yip 1998(a)	ביז' חל מיד לאחר הווסת
Okeke , Wodd-Robinson 1980	רפיה זהה להזדווגות
	רפיה קראת מתא
Kindfield 1991	סיליל כפול של DNA נוצר כתוצאה של מיזוג גטטה זכריות למגמה נקבית

מיקרואורגניזמים

מקור	התפיסה השגوية / הקושי בהבנה
ברנהולץ, 1988	אי הבחנה בין וירוס לבין חיידק
ברנהולץ, 1988	אי הבחנה בין מניעת מחלות לבין ריפויין
ברנהולץ, 1988	מיקרואורגניזמים בכלל וחידקנים בפרט הם גורמי מחלות שיש להיפטר מהם
Lucas 1987	וירוסים מותקפים על ידי אנטיביוטיקה

אבולוציה

מקור	התפיסה השגوية / הקושי בהבנה
אפקטיות האקזג'זיה והתאקה	
Bishop & Anderson 1990 Tamir & Ben -Perez 1988	הסיבה להשתנות תכונות היצורים היא הסבירה המנגנון שבאמצעותו הסבירה גורמת לשינוי באורגניזם: צורך (תכליתיות), או שימוש ואי שימוש באברים (למארקיזם)
Bishop & Anderson 1990 Deadman & Kelly 1978 Settlage 1994 פלד 1999	התאמאה הייתה תהליך פעיל, יצורים מתאימים את עצמם באופן פעיל
Bishop & Anderson 1990 Tamir & Ben -Perez 1988 Brumby 1979	התכוונות עצמן משתפרות מדור לדור (ולא שינוי בשיכחות הפרטים) באוכלוסייה שהם בעלי תכונה מסוימת
Bishop & Anderson 1990	כשירות=ביות, חזק חכמה
Deadman & Kelly 1978 Engel-Clough& Driver 1986	התאמאה: משחו שקורה בתגובה לשינוי בסביבה, לצורך, לשם שיפור
Wood-Robinson 1994 Engel-Clough& Driver 1986 פלד 1999	תכונות נרכשות עוברות בתרבות (למארקיזם) שינוי רצוי (מעיל) מתרחש בכל האוכלוסייה בו זמנית ועובר בתרבות לצאים
Brumby 1979 Jimenez Aleixandre 1995	תהליכי המתרחשים בטוחה חי הפרט (כמו חסינות) מסבירים תהליכי אבולוציוניים (למארקיזם)
Separator	
Bishop & Anderson 1990	לשונות בקרוב אוכלוסייה או להבדלים בין דורות אין שום תפקיד באבולוציה
Wood-Robinson 1994 פלד 1999 פלד 1999	שינוי בין מיני צמחים נגרמת על ידי הסבירה בלבד עליה במספר הפרטים פירושה גם עלייה בשונות שינוי פירושה השתנות במובן היום יומי
אנדרון	
Brumby 1979	שינוי בסביבה גורם למוטציה התורמת להתקופה לשינוי של בסביבה. תהליך ייצור מוטציות ולא השנות הקיימת היא עצם ראשוני באבולוציה
כגף	
Wood-Robinson 1994 פלד 1999 (ק)	תהליך האבולוציה מתיחס בעיקר לבנייה קושי בהבנת המושגים אברים הומולוגיים ואנלוגיים

תורשה

מקור	התפיסה השגوية / הקושי בהבנה
אפקט	
Pashley 1994, Lewis & Wood-Robinson 2000 a+b קוה 1997 חכימודה 1993 Heim 1991 Slack & Stewart 1989 Smith 1991 Mahadeva 1983 Albaladejo & Lucas 1988 תמייר וזוהר 1990 Pearson & Hughs 1988	גנים אלליים : גנים מカリים אלליים, אללים מカリים גנים, גנים=אלליים, בלבול בין גנים וקרומוזום הגנטיפ והוא התכונות הפנימיות ואילו הפלוטיפ הוא התכונות החברוניות של היצור דומיננטיות : היא תופעה של הכל או לא כלום, נובעת מ"יכוח מיסטוררי" ולא מגורמים פיזיולוגיים מולקולריים אלל דומיננטי הוא גם נפוץ קרומוזום=קרומטידה מוליציות הן תמיד מזיקות ותמיד רסציביות מוטציה היא שינוי כלשהו למשל: מטההורפוזה מוטציה גורמת לפגמים או לנכות תאייזה פירושה בכל מקרה הוא תאחיזה לוויין
אפקט	
Brown 1990 Brown 1990 Kindfield 1991 (אין ציון שנה) Westbrook & Marek נחמן וסיוון 1990 Lewis & Wood-Robinson 2000a+b	אללים שונים לאותה תוכנה נמצאים על קרומוזומים שונים ארבע הכרומטידות מחוברות בцентрומר יחיד אי הבחנה בין מבנה הכרומוזום (יחיד או כפול) לבין המספר של הקרומומרים (דיפלאידי והפלואידי) גן בניו M: קרומוזום/ מחומצות אמינואן/ מכرومטיין גנים נמצאים רק בתאי חרביה
תפקידים	
Mertens & walker 1992 Amir, Frankl & Tamir 1987 Longden 1982 תמייר וזוהר 1990 Slack & stewart 1989 Slack & Stewart 1989 נחמן וסיוון 1990 נחמן וסיוון 1990 נחמן וסיוון 1990 נחמן וסיוון 1990 Kargbo et al 1980 Lewis & Wood-Robinson 2000 דריפוס ויונגורייט 1993 Deadman & Kelly 1978	קושי בהבנת התפלגות בלתי תלויות גנים עוביים מהורים לצאצאים אך לא מסבא/ שבתא לנכים DNA מוכפל תוך כדי חלוקת התא (מיוזה או מיטוזה) תכוונה דומיננטית תמיד (בד"כ) תشد ותכוונה רצסיבית תכח להורים בעלי אותו פנטיפ, יהיו צאצאים בעלי פנטיפ זהה לזה של ההורים אם הגנטיפים שונים גם הפנטיפים שונים תכוונה תורשתית אינה מושפעת מהשביב תכוונה רסציבית אינה נראית ומתגלית רק בבדיקה כימית תכוונה רסציבית מתבטאת בהורים אך לא עברת לצאצאים תכוונה דומיננטית בהורים תמיד תמצאה בצאצאים טיפוח זנים בעלי תכונות נבחרות אפשר רק לגבי תכונות דומיננטיות האם תורמת את עיקר התכונות לצאצאים, בנוט יורשות מהאם ובנים מהאב אי הבחנה בין חלוקת תא לבין הפריה מידע תורשתי מועבר וمبرטא רק באירועים הקשורים לרבייה תכונות האב מבוטאות יותר בצאצאים מתכונות האם
תכלון יציבות	
Smith 1988	פתרונות בעיות הכלולות חישובי הסתברות (ק)

גלאלי אנרגיה

מקור	התפיסה השגوية / הקושי בהבנה
	אקרטיה
Trumper 1997 Anderson et al 1990 Eisen & Stavy 1988 Amir 1993	אנרגייה היא מהות קונקרטית (ולא רעיון מופשט) : חומר (מזון, אלקטרוניים, אויר חם), תחיליך (פוטוסינטזה), אנרגיה היא: מושג מופשט אחר (כוח, טמפרטורה, מתח شمال)
Barak et al 1997 Gayford 1986 Amir 1993	קושי ביחסות חוק שימור האנרגיה בהקשר ביולוגי אנרגייה נוצרת בתהליכים ביולוגיים ולא רק מומרת המרות אנרגיה \rightarrow חומר: חומר הופך לאנרגיה (בנשימה), אנרגיה נוצרת בפוטוסינטזה וב נשימה.
Sion, עובי קוה 1990 Songer & Mintzes 1994 Yip 1998 Sion, עובי קוה 1990	מקורות אנרגיה: ויטמינים, חומצות אmino, מים, וחמצן חלבון אינו יכול להיות מקור אנרגיה לגוף מגילודה ממשניים יותר מאשר מגבינה כחולה גם אם בגלידה יש פחות קלירות
	פוטוסינטזה והלמה בגאנים
Yip 1998, Amir & Tamir 1993 Turner, Zogza 1998 Leach et al 1996 a+b. Amir, Frankl, Tamir 1987, Simpson & Arnold 1982 . Barker 1985 Amir 1993, Sion, עובי קוה 1990	ריאקציית החילוץ מתרכשת רק בלילה או בחושך מזון הצמח מקורו בקרקע
Boschhuizen et al 1990 Bell 1985 Aiizon, יעקב, וסתוי תשמ"ה , Sion, עובי קוה 1990 Amir 1991 Eisen & Stavy 1988 Songer & Mintzes 1994 Stavy & Eisen 1987 ,Barker 1985 Haslam & Treagust 1986 Seymour & Longden 1991	צחים מקבלים מזון מן הסביבה, המזון של הצמח הוא כל דבר שנלקח מן הסביבה (מים אויר, מינרלים), (השקפה הטרוטרופית של הזנת הצמח) פוטוסינטזה היא הנשימה של הצמח
Hazel & Prosser 1994 Simpson & Arnold (1982) Simpson & Arnold (1982) Amir 1991 Aiizon, יעקב, וסתוי 1988 Amir 1991 1991 1991 1994	קושי בהבנת תהליכי ה"אור" וה"חשך" וכן לא מובן תפקיד ATP - NADPH (ק) תפקיד הצלורופיל הוא לקלוט CO ₂ מהאוויר מקור ה- CO ₂ אינו באוויר אלא מקור אחר פוטוסינטזה היא תחיליך של חילוף גזים בלבד החמצן שנפלט מקורו ב- CO ₂ תחיליך האור הוא פוטוסינטזה ותחיליך החושך הוא הנשימה בצמחים CAM הפוטוסינטזה מתרכשת בלילה
Sion (תשנ"ח) Sion (תשנ"ח) Sion (תשנ"ח) Lucas 1987	הפקת אקרטיה מתחאי
	ATP נוצר במזון המזון מתפרק וכך נוצר ATP שהוא מגיע לכל תא במזון אנרגיה אגורה בקשרים כימיים אחרים חלבון הוא מקור אנרגיה עיקרי לאדם

מקור	התפיסה השגויה / הקושי בהבנה
Eisen & Stavy 1988 Simpson & Arnold (1982 Eisen & Stavy 1991 Anderson et al 1990 Seymour & Longden (1991)	נשימה היא חילוף גזים
Stavy & Eisen 1987 Songer & Mintzes 1994 Seymour & Longden (1991) Haslam & Treagust 1986 1993	צמחים לא נשאים/ נשאים רק בלילה - בחושך**
Simpson & Arnold (1982	התחליך שבו המזון מוחמצן ומופקת ארגנטינה מכונה עיקול
Stavy & Eisen 1987	הנשימה חשובה לחיים, חמצן מהוויה את התאים, משמש לבניית הגוף
Songer & Mintzes 1994	חמצן מסתנן בריאות ו מגיע אל הלב
Seymour & Longden (1991)	נשימה (respiration) מתרחשת ביריאות
Seymour & Longden (1991)	יצורים נושמים רק בnocחות חמצן
Seymour & Longden (1991)	יש יצורים שנושמים רק חלק מהזמן
Haslam & Treagust 1986	הנשימה בצמחים היא רק בעלים כי רק שם יש פתרים לחילוף גזים
	ויסות ואבדות
Abimbola & Baba 1996	פיוקליאטורמי הם בעלי דם קר (כלומר טמפרטורת הדם שלהם נמוכה) הומיאוטרמיים הם בעלי דם חם.
	██████████
1993	גורם מגביל הוא גורם שבשל כמותו הגדולה או עצמתו הוא מאט את התחליך

תוספות והערות

מקורות (לפי פרקים)

פתח דבר

- נוסףים, י. (1985) מסגרות חלופיות של התלמיד - אתגר למורה ולחוקר. בתוכה: מאיר, א.מ., תמיר, פ. (עורכים): הוראת המדעים בישראל: מקורותיה, התפתחותה והישגיה. המרכז הישראלי להוראת המדעים ע"ש עמוס דה-שליט, האוניברסיטה העברית בירושלים. (עמודים 325-335).
- הירש, א. (1998) תפיסות שגויות בביולוגיה בבית הספר התיכון: תМОנות מצב. עבודה גמר לתואר מוסמך, החוג להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.

פרק א

- אייזון, י., סתווי, ר., יעקבוי, ד. (1985) כמה קשה להבין פוטוסינטזה? עלון למורי הביולוגיה 17-9, 103.
- דריפוס, ע., יונגנירט, א. (1993) מיוון תפיסות "לא תפקודיות" של תלמידים בראשית כיתה י' לגבי רעיון מופשט: התא החי. עלון למורי הביולוגיה 134, 60-75.
- VIDISLEBASKI, נ., יעקבוי, ד. (1994) השפעת רצף ההוראה פסיכולוגי על הבנת מושגי יסוד באבולוציה (5 ייל), עלון למורי הביולוגיה 141, 70-85. נוסףים, י., יחיאלי, ת. (1998) תפיסות שגויות ושינוי תפיסתי בהוראת המדעים, מכון מופ"ת, תל אביב.
- יעקובוי, ד. (1989) חשיבות רצף ההוראה בהבנת נשימה, פוטוסינטזה ושרשרת מזון. עלון למורי הביולוגיה 119, 44-64.
- נוסףים, י., יחיאלי, ת. (1998) תפיסות שגויות ושינוי תפיסתי בהוראת המדעים, מכון מופ"ת, תל אביב. (עמודים 168-178).
- פרידלר, י. (תשמ"ה) ראיון עם פרופ. א. פליינקוב-מייבר. ב: בתוכה: מאיר, א.מ., פרידלר, י. (עורכים) הוראת המדעים בישראל מקורותיה התפתחותיה והישגיה. המרכז להוראת המדעים ע"ש עמוס דה-שליט. האוניברסיטה העברית בירושלים. (עמודים 325-335).
- תכנית הלימודים בביולוגיה (תשנ"א), משרד החינוך והתרבות.
- תמיר, פ. (1971) החקיר וההוראת הביולוגיה. מודוליקה ג', המחלקה לפדגוגיה של אוניברסיטת תל אביב. עמודים 163-178.
- תמיר, פ. (1976) עשור לתוכנית הלימודים בביולוגיה. הلقה למעשה (1).

- Abimbola, I.O., Baba, S. (1996) Misconceptions and alternative conceptions in science textbooks: the role of teachers as filters. *The American Biology Teacher* 58 (1), 14-19.
- Ausubel, D. (1968) Educational Psychology. Holt, Rinehart & Winston. New York.
- Barak J., Gorodetsky, M., Chipman, D. (1997) Understanding of energy in biology and vitalist conceptions. *International Journal of Science Education* 19(1), 21-30.
- Brumby, M. (1979) Problems in learning the concept of natural selection. *Journal of Biological Education*. 13, 119-122.
- Doran, D.L. (1972) Misconceptions of selected science concepts held by elementary school students.

- Journal of Research in Science Teaching* 9, 127-137.
- Driver, R., Easley, J., (1978) Pupils and paradigms: A review of the literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education* 5, 93-101.
- Gilbert, T.K., Watts, D.M. (1983) Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in science education. *Studies in Science Education* 10, 61-98.
- Jungwirth, E. (1971) Content learning in a process-oriented curriculum: Some aspects of BSCS biology in Israel. *Science Education* 9, 361-368.
- Lawson, A.E., Thomson, L.D. (1988) Formal reasoning ability and misconceptions concerning genetics and natural selection. *Journal of Research in Science Teaching* 25, 733-746.
- Nussbaum, J., (1983) Conceptual change in school science: A revolutionary or evolutionary process. in: Novak, J.D., Helm, H. (1983) Proceedings if the International Seminar of Misconceptions in Science & Mathematics. Cornell University' Ithaca, NY. pp: 272-281.
- Pfundt, H., Duit, R. (1994) Bibliography: Stusents' alternative frameworks and science education. (4th Ed.). Kiel. IPN.
- Stavy, R., Eisen, Y. (1987) How students aged 13-15 understand photosynthesis. *International Journal of Science Education* 9(1), 105-115.
- Wandersee, G.H. (1986) Can the history of science help science educators anticipate students' misconceptions? *Journal of research in Science Teaching* 23, 581-597.

פרק ב

- אמיר, ר. (1991) בעיות בלמידה ובחבנה של המושג פוטוסינטזה אצל תלמידי תיכון ופיתוח דרכי לטיפול בהם בכיתה. חיבור לשם קבלת תואר דוקטור בפילוסופיה, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- אמיר, ר. (1995) פרקים באקולוגיה, המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- ברנהולץ, ח. (1985) פרקים ב邏輯וביולוגיה, המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- ברנהולץ, ח., אמיר, ר. (1985) מפות מושגים: מהן וכי怎 נשתמש בהן? עלון למורי הבiology 98, 8-19. המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- הירש, א. (1998) תפיסות שונות בביולוגיה בבית הספר התיכון: תומנות מצב. עבודה גמר לתואר מוסמך, החוג להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- חכימוזדה, ר. (1993) איתור קשיים ופתרונות שגויות בהבנת תורשה בקרב תלמידיתיכון, הצעת דרכי לטיפול ובדיקה יעילוֹתן של דרכי אלו. עבודה גמר לתואר מוסמך, החוג להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- מן, א. (1999) עדות של מורים להוראת אקולוגיה והשפעת גישות הוראה על הבנת מושגים ורעיוןּות באקולוגיה בחטיבת העלינה. עבודה גמר לתואר מוסמך, החוג להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- תmir, פ. (1989) הערכת השיגים לימודים במדעי הטבע. המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- תmir, פ., זוהר, ע. (1990) השימוש בנימוקים לתשובות בשאלות רבות בחירה. עלון למורי הבiology

- Ausubel, D. (1968) Educational Psychology - A cognitive view. New York: Holt, Reinhart & Winston.
- Barker, M. (1998) Understanding transpiration - more than meets the eye. *Journal of Biological Education* 33(1), 17-20.
- Barman, C. R., Griffith, A.K., Okebukola, A. O. (1995) High school students' concepts regarding food chains and food webs: a multinational study. *International Journal of Science Education* 17(6), 775-782.
- Brumby, M. (1979) Problems in learning the concept of natural selection. *Journal of Biological Education* 13(2), 119-122.
- Brumby, M.N (1984) Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. *Science Education* 68, 493-503.
- Fisher, B. (1998) Australian students' appreciation of the greenhouse effect and the Ozone hole. *Australian Science Teaching Journal* 44(3), 46-55.
- Hamrick, L., Harty, H., Ault, C. (1987) Concept Structure interrelatedness competency (ConSic): A tool for examining and promoting cognitive structure. *School Science & Mathematics*. 87(8), 655-664.
- Kindfield, A.C.H. (1993) Assessing understanding of biological processes: Elucidating students' models of meiosis. Presented at the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies. Cornell University, Ithaca, August, 1993.
- Pashley, M. (1994) A-level students: their problems with gene and allele. *Journal of Biological Education* 28(2), 120-126.
- Schaefer, G. (1979) Concept formation in biology: The concept "growth". *European Journal of Science Education* 1(1), 87-101.
- Tamir, P. (1971) An alternative approach to the construction of multiple choice test items. *Journal of Biological Education* 5, 105-115.
- Wright E.L., Govindarajan, G. (1992) Stirring the biology teaching pot with discrepant events. *The American Biology Teacher* 54(4), 205-210.
- Young, D., Tamir, P. (1977) Identifying what student know, *The Science Teacher* 44, 27-28.

פרק ג

אמיר, ר. (1991) בעיות בלמידה ובהבנה של המושג פוטוסינטזה אצל תלמידי תיכון ופיתוח דרכי לטיפול בהם בכתינה. חיבור לשם קבלת תואר דוקטור בפילוסופיה, האוניברסיטה העברית בירושלים.

נוסבויים, י., יהיאלי, ת. (1998) תפיסות שגויות ושינויי תפיסתי בהוראת המדעים, מכון מופ"ת, תל אביב. (עמודים 178-168).

Ausubel, D. (1968) Educational Psychology - A cognitive view. New York: Holt, Reinhart & Winston.

Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., Gerzog, W.A. (1982) Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*. 66(2): 211-227.

Simpson, M., Arnold, B. (1982) Availability of prerequisite concepts for learning biology at certificate

level. Journal of Biological Education 16, 65-72.

פרק ד

- אייזון, י., יעקבוי, ד., סתווי, ר. (תשמ"ה) כמה קשה להבין פוטוסינטזה: עלון למורי הבiology 103, 17-9.
- אמיר, ר. (1991) בעיות בלמידה ובהבנה של המושג פוטוסינטזה אצל תלמידי תיכון ופיתוח דרכיהם לטיפול בהם בכתה. חיבור לשם קבלת תואר דוקטור בפילוסופיה, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- אמיר, ר. (1993) הוראת הפוטוסינטזה למורה. המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- ברנהולץ, ח. (1988) פרקים במיקרוביולוגיה למורה. המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- גולדשטיין, ח. (1999) מחקר ופיתוח בנושא ביולוגיה מרכיב - הזדמנויות למידה בחיסון. חיבור לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- דנון, ר. (1996) היבטים בשילוב של מאגר מאמרים ממוחשב בהוראת המדעים. חיבור לשם קבלת תואר מוסמך להוראת המדעים, החוג להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- דרייפוס, ע., יונגويرט, א. (1993) מיוון תפיסות "לא תפקודיות" של תלמידים בראשית כתה י' לגבי רעיון מופשט: התא חמי. עלון למוריbiology 134, 75-60.
- הירש, א. (1998) תפיסות שגויות בביולוגיה בבית הספר התיכון: תמונות מצב. עבודה גמר לתואר מוסמך, החוג להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- חכימזדה, ר. (1993) איתור קשיים ותפישות שגויות בהבנת תורתה בקרב תלמידיתיכון, הצעת דרכים לטיפול ובדיקה יעילהן של דרכים אלו. עבודה גמר לתואר מוסמך, החוג להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- מען, א. (1999) עדות של מורים להוראת אקולוגיה והשפעת גישות הוראה על הבנת מושגים ורעיונות באקולוגיה בחטיבת העליונה. עבודה גמר לתואר מוסמך, החוג להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- נהמן, ב., סיון, ע. (1990) שיפור חומר לימודים בתורשה בעקבות ניתוח פריטי מבחן. בתוך: סיון, ע. (עורכת) ניתוח פריטי מבחן ופיתוח חומר ליידת בביולוגיה. משרד החינוך והתרבות, המינהל הפדגוגי, האגף לתוכניות לימודים, ירושלים (עמ. 9-32).
- סיון, ע. (תשנ"ח) האומנס הביטוי "אנרגייה נוצרת" מעיד על העדר תפיסת שימורו? הלכה למעשה בתכנון לימודים 13, 272-257.
- סיון, ע., עורבי, נ., קווה, ד. (1990) ידע והבנה של מושגים בנושא: הזנה ביצורים חיים. בתוך: סיון, ע. (עורכת) ניתוח פריטי מבחן ופיתוח חומר ליידת בביולוגיה. משרד החינוך והתרבות, המינהל הפדגוגי, האגף לתוכניות לימודים, ירושלים (עמ. 33-64).
- פלד, ל. (1998) למידה משמעותית של תורת האבולוציה, בתיכון, באמצעות ספר לימוד הבנוי באסופה של מאים וקטעים מספרי לימוד, ופעליות ממוחשבות. חיבור לשם קבלת תואר

- דוקטור בפילוסופיה, האוניברסיטה העברית בירושלים.
 פلد, ר., אגרסט, ב. (1990) פרקים ברבייה- הערכה מעכבות. בתוך: סיון, ע. (עורכת) ניתוח פרייתי מבחן ופיתוח חומרי למידה בביולוגיה. משרד החינוך והתרבות, המינהל הפדגוגי, האגף לתוכניות לימודים, ירושלים (עמ. 116-65)
 Tamir, P., Zohar, U. (1990) השימוש בנימוקים לתשובות בשאלות רבות בחירה. עלון למורי הביולוגיה 87-67. ,122

Abimbola, I.O., Baba, S. (1996) Misconceptions and alternative conceptions in science textbooks: the role of teachers as filters. *The American Biology Teacher* 58 (1), 14-19.

Adeniji, E.O. (1985) Misconceptions of selected ecological concepts held by some Nigerian student. *Journal of Biological Education* 19(4), 311-316.

Albaladejo, C., Lucas, A.M. (1988) Pupils' meaning of "mutaion" *Journal of Biological Education* 22(3), 215-219.

Amir, R., Tamir, P. (1989) When does a factor become a limiting factor?- a study of students' misconception. *Journal of Biological Education* 23(2) 129-134.

Amir, R., tamir, P. (1993) The "light" and "dark" reaction of photosynthesis - Terminology as a source of misconceptions. Paper presented at the 3rd International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. Cornell University, Ithaca, NY.

Amir,R., Frankl, D.R., Tamir, P.(1987) Justifications of answers to multiple choice items as a means for identifying misconception. Paper presented at the 2nd International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. Cornell University, Ithaca, NY.

Anderson, C.W., Sheldon, T. H., Dubay, J. (1990) The effects of instruction on college nonmajors' conceptions of respirations and photosynthesis. *Journal of Research in Science Teaching* 27(8),761-776.

Arnaudin, M. N., Mintzes, J.J. (1985) Students' alternative conceptions of the human circulatory system: A cross age study. *Science Education* 69, 721-733.

Arnold, B., Simpson, M. (1982) Concept development and diagnostic testing - Osmosis in 'O' level biology. Aberdeen College of Education, (research report, ACE, Aberddn, Scotland)

Barak, J., Gorodetsky, M., Chipman, D. (1997) Understanding of energy in biology and vitalistic conceptions. *International Journal of Science Education* 19(1), 21-30.

Barker, m. (1985) Teaching and learning about photosynthesis. Working papers no. 220-229. Science Education Research Unit. University of Waikato, New Zealandsnd.

Barker, M. (1998) Understanding transpiration - more than meets the eye. *Journal of Biological Education* 33(1). 17-20.

Barman, C. R., Griffith, A.K., Okebukola, A. O. (1995) High school students' concepts regarding food chains and food webs: a multinational study. *International Journal of Science Education* 17(6), 775-782.

Barman, C.R., Mayer, D. A. (1994) An analysis of high school students' concepts & textbook

- presentations of food chains & food webs. *The American Biology Teacher* 56(3), 160-163.
- Bell, B. (1985) Students' ideas about plant nutrition: What are they? *Journal of Biological Education* 19(3), 213-218.
- Bishop, B.A., Anderson, C.W. (1990) Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching* 27(5), 415-427.
- Boschhuizen, R., Lakeman, M.H., Wokke, P., Brinkman, F.G. (1990) The influence of teaching the concepts "substances and energy in food cycles" on the development if the concept of "plant nutrition". Paper presented at he 15th ATEE Annual Conference 26-31 August, 1990, Limmerick, Ireland.
- Brown, C.R. (1990) Some misconceptions in meiosis shown by students responding to an Advanced level practical examination question in biology. *Journal of Biological Education* 24(3), 182-185.
- Brumby, M. (1979) Problems in learning the concept of natural selection. *Journal of Biological Education* 13(2), 119-122.
- Brumby, M.N. (1982) Students' perceptions of the concept of life. *Science Education* 66(4), 613-622.
- Buddingh, J. (1996) Working with personal knowledge in biology classrooms on the theme of regulation and homeostasis in living systems. in: Fisher, K.M., Kirby, M.R. (Eds.) *Knowledge Acquisition, Organization, and use in Biology*. Springer Verlag: Berlin. (pp:126-134).
- Deadman, J.A., Kelly, P.J. (1978), What do secondary school boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics? *Journal of Biological Education* 12(1), 7-15.
- Eisen, Y., Stavy, R. (1988) Students' understabding of photosynthesis. *The American Biology Teacher* 50(4), 208-212.
- Eisen, Y., Stavy, R. (1991) How to make the learning of photosynthesis more relevant. Paper presented at the 64th Annual Meeting of National Association for Research in Science Teaching (NA?RST), Lake Geneva, Wis. April 1991.
- Engel Clough, E., Driver, R. (1986) A study of consistency in the use of students' conceptual frameworks across different task contexts. *Science Education* 70(4), 473-496.
- Eyster, L.S., Tashiro, J.S. (1997) Using manipulatives to teach quantitative concepts in ecology. *The American Biology Teacher* 59 (6), 360-364.
- Fisher, B. (1998) Australian students' appreciation of the greenhouse effect and the Ozone hole. *Australian Science Teaching Journal* 44(3), 46-55.
- Fisher, K.M. (1985) Amino acids and translation. *Journal of Research in Science Teaching* 21, 53-62.
- Friedler, Y., Amir, R., Tamir, P. (1987) High school students' difficulties in understanding osmosis. *International Journal of Science Education* 9,(5) 541-551.
- Gallegos, L. et al, (1994) Preconceptions and relations used by children in construction of food chains. *Journal of Research in Science Teaching* 31(3), 259-272.
- Gayford, C.G. (1986) Some aspects of the problems of teaching about energy in school biology. *European Journal of Science Education* 8(4), 443-450.
- Griffiths, A.K., Grant, B.A (1985) Highschool students' understanding of food webs: idetification of a learning hierarchy and related misconceptions. *Journal of Research in Science Teaching* 22(5),421-436.

- Haslam, F., Treagust, D.F. (1987) Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of Biological Education* 21(3), 203-211.
- Hazel, E., Prosser, M. (1994) First year university students' understanding of photosynthesis, their study strategies and learning context. *The American Biology Teacher* 56(5), 274-279.
- Heim, W. G. (1991) What is a recessive allele? *The American Biology Teacher* 53(2), 94-97.
- Jimenez Aleixandre M.P. (1996) Darwinian and Lamarckian models used by students and their representation. in: Fisher, K.M., Kirby, M.R. (Eds.) *Knowledge Acquisition, Organization, and use in Biology*. (pp:65-77) Springer Verlag: Berlin.
- Kargbo, D.B., Hobbs, D.F., Erickson, G.L. (1980) Students' beliefs about inherited characteristics. *Journal of Biological Education* 12(1), 7-15.
- Kindfield, A.C.H. (1991) Confusing chromosome number and structure: A common student error. *Journal of Biological Education* 25, 193-200.
- Kindfield, A.C.H. (1994) Understanding a basic biological process: expert and novice models of meiosis. *Science Education* 78(3), 255-283.
- Kovlaidis, V., Chirstidov, V. (1999) Models of students' thinking concerning the GH effect and teaching implications. *Science Education* 83, 559-576.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P., Wood-Robinson, C. (1996a) Children's ideas about ecology 2: ideas found in children aged 5-16 about the cycling of matter. *International Journal of Science Education* 18(1), 19-34.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P., Wood-Robinson, C. (1996b) Children's ideas about ecology 3: ideas found in children aged 5-16 about the interdependence of organisms. *International Journal of Science Education* 18(21), 129-141.
- Lewis, J., Leach, J., Wood-Robinson, C. (2000a) All in the genes?- Young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education* 34(2), 74-?
- Lewis, J., Wood-Robinson, C. (2000b) Genes, chromosomes, cell division & inheritance - do students see the relationship? *International Journal of Science Education* 22(2), 177-195.
- Longden, B. (1982) genetics - are there inherent learning difficulties? *Journal of Biological Education* 16, 135-140.
- Lucas, A.M. (1978) Public knowledge of biology. *Journal of Biological Education* 12(1), 41-45.
- Mahadeva, (1983) Misconceptions and myth masquerading as biological facts. in: Novak, J.D., Helm, H. (1983) *Proceedings of the International Seminar of Misconceptions in Science & Mathematics*. Cornell University, Ithaca, NY. pp: 266-271.
- Marek, E.A. (1986) They misunderstand but they will pass. *The Science Teacher* December 1986, 32-35.
- Munson, B.H. (1994) Ecological misconceptions. *Journal of Environmental Education* 25(4), 30-34.
- Odom, A.L., Barrow, L.H. (1995) Development and application of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of diffusion and osmosis after a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching* 32(1), 45-61.
- Okeke, EAC., Wood-Robinson, C. (1980) A study of Nigerian pupils' understanding of selected

- biological concepts. *Journal of Biological Education* 14(4), 329-338.
- Palmer, D. (1999) Exploring the link between students' scientific and non-scientific conceptions. *Science Education* 83(6), 639-653.
- Palmer, D. H. (1996) Students' application of a biological concept: Factors affecting consistency. *Research in Science Education* 26(4), 409-419.
- Palmer, D. H. (1997) Students' application of the concept of interdependence to the issue of preservation of species: Observations on the ability to generalize. *Journal of Research in Science Teaching* 34 (8), 837-850.
- Pashley, M. (1994) A-level students: their problems with gene and allele. *Journal of Biological Education* 28(2), 120-126.
- Pearson J.T. Hughs, W.J. (1988). Problems with the use of terminology in genetics education: 2, Some examples from published materials and suggestions for rectifying the problem. *Journal of Biological Education* 22, 267-274.
- Settlage, J. (1994) Conceptions of Natural Selection: A snapshot of the sense-making process. *Journal of Research in Science Teaching* 31(5), 449-457.
- Seymour, J., Longden, B. (1991) Respiration - that's breathing isn't it? *Journal of Biological Education* 25(3), 177-183.
- Shulman, L.S. (1986) Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher* 15(2), 4-14.
- Simpson, M., Arnold, B. (1982) The inappropriate use of subsumers in biology learning. *European Journal of science Education* 4, 173-182.
- Slack, S., Stewart, J. (1989) Improving student problem solving in genetics. *Journal of Biological Education* 23, 308-312.
- Smith, E., Anderson, C.W. (1986) Alternative student conceptions of matter cycling in ecosystems. Paper presented at the 59th Annual meeting of NARST, San Francisco, CA.
- Smith, M. (1988) Successful and unsuccessful problem solving in classical genetic pedigrees. *Journal of Research in Science Teaching* 25(6), 411-433.
- Smith, M.U. (1991) Teaching cell division: student difficulties and teaching recommendations. *Journal of College Science teaching* 21, 28-33.
- Songer, C., Mintzes, J. J., (1994) understanding cellular respiration: An analysis of conceptual change in college biology. *Journal of Research in Science Teaching* 31(6), 621-637.
- Stavy, R., Eisen, Y. (1987) How students aged 13-15 understand photosynthesis. *International Journal of Science Education* 9(1), 105-115.
- Tamir, P. (1988) Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching & Teacher Education* 4, 99-110.
- Tamir, P., Ben Perez, M. (1988) High school biology in two countries. *The American Biology Teacher* 50 (2), 91-96.
- Trumper, R. (1997) A survey of conceptions of energy of Israel pre-service high school biology teachers. *International Journal of Science Education* 19(1)
- Turner, S., Zogza, V. (1998) Teaching about energy in biological systems: A comparative study across

- Europe. Paper presented for the Eridob Conference, Gothenburg November 1998.
- Vogel, S. (1994) Dealing honestly with diffusion. *The American Biology Teacher* 56 (7), 405-407.
- Westbrook, S., Marek, E. A. (1992) A cross age study of student understanding of the concept: homeostasis. *Journal of Research in Science Teaching* 29(1), 51-61.
- Westbrook, S., Marek, E. A. (no date) A cross age study of student understand of two formal biology concepts: homeostasis and gene function. University of Oklahoma.
- Westbrook, S., Marek, E. A. (no date) A cross-age study of student understanding of fundamental biology concepts: Diffusion and the cell. University of Oklahoma.
- Wood-Robinson, C. (1994) Young people's ideas about inheritance and evolution. *Studies in Science Education* 24, 29-47.
- Yip, D-Y. (1998a) Childrens' misconceptions on reproduction and implications for teaching. *Journal of Biological Education* 33(1), 21-26.
- Yip, D-Y. (1998b) Erroneous ideas about the composition of exhaled air. *School Science Review* 80(290) , 55-62.
- Yip, D. (1998c) Identifiaktion of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning. *International Journal of Science Education* 20,(4) 461-477.
- Zuckerman, J.T. (1994) Problem solvers' conceptions about osmosis. *The American Biology Teacher* 56(1),22-25.

נספח: רשימות בנושא תפיסות שגויות והבנת מושגים שהופיעו בעלון

למורים הביולוגיים

- העלון למורים הбиולוגיה הוא אוצר בלום של מידע למורים, רעיונות והצעות. מעט מן המופיע בו, שהוא רלוונטי לנושא החוברת, הבאנו בנספח שלפניכם.
- aberham, r. (1993) אתור קשיים בהבנת מושגים הקשורים بواسות טמפרטורת הגוף אצל תלמידי תיכון. *עלון למורי הביולוגיה* 146, 63-73.
- aiyzen, i., stotz, r. (1991) האם ניתן לשפר את ההבנה של נושא פוטוסינטזה? *עלון למורי הביולוגיה* 47-36, 126.
- aiyzen, i., stotz, r., yakobi, d. (1985) כמה קשה להבין פוטוסינטזה? *עלון למורי הביולוגיה* 103, 9-17.
- amer, r. (1987) ניתוח תשובות תלמידים לשאלת "הנבייטה" (מתוך בחינת הבגרות 2, 3, 4, י"ל, תשמ"ה) *עלון למורי הביולוגיה* 109, 30-37.
- amer, r. (1992) בעיות בלמידה ובהבנה של פוטוסינטזה. *עלון למורי הביולוגיה* 133, 61-74.
- amer, r. (1994) מנגנון CAM בצמחים- סיכום מצאים ולקחים מתשובות תלמידים בבחינות הבגרות תשנ"ג. *עלון למורי הביולוגיה* 139, 36-26.
- amer, r., bshon, n., chosson, u., shpr, i. (1998) רעיונות מרכזיים והמחשתם בהוראת הנושא גלגלי אנרגיה ביצורי סחרים. *עלון למורי הביולוגיה* 154, 74-75.
- amer, r., bshon, n., shpr, i. (1999) תפישה שגوية של הקשר בין חומר לבין אנרגיה. *עלון למורי הביולוגיה*, 158, 111-114.
- amer, r., hirsch, a. (2000) תפיסות שגויות: מפריטים רבים בחירה ועד לשינוי תפיסתי. *עלון למורי הביולוגיה* 161, 70-75.
- amer, r., tamir, p., frankel, d. (1987) ניתוח תוצאות בחינת הבגרות בביולוגיה בכתב ובמעבדה, תשמ"ז. *עלון למורי הביולוגיה* 109, 53-70.
- bar-yaakov, a. (1988) מקורות לתפיסות מוטעות של הסברים מדעיים המוצאים בהסבירים האישיים. *עלון למורי הביולוגיה* 116, 11-14.
- bernholz, ch. (1987) ניתוח תשובות תלמידים לשאלת ה"צראט". *עלון למורי הביולוגיה* 110, 54-64.
- bernholz, ch., tamir, p. (1992) שימוש במפות מושגים כאמצעי להערכת דיאגנוסטיבית ומסכמת. *עלון למורי הביולוגיה* 132, 107-117.
- bernshtain, u. (1998) מארכי מזון - מה ניתן למדוד מהם? *עלון למורי הביולוגיה* 153, 55-61.
- brak, i. (1996) הקשר בין הבנת מושג האנרגיה לתפישת הביולוגיה כמדע. *עלון למורי הביולוגיה* 145, 114-116.
- drayfus, u., yonigerit, a. (1991) "מיקרו, מקרו, אנלוגיות וצרות אחרות בהוראת ביולוגיה בכיתה ט". *עלון למורי הביולוגיה* 129, 1-15.
- drayfus, u., yonigerit, a. (1993) מיוון תפיסות "לא תפקודיות" של תלמידים בכיתה יי. *עלון למורי הביולוגיה* 134, 60-75.
- vidalski, n., yakobi, d. (1994) השפעת רצף פסיכולוגי על הבנת מושגי יסוד באבולוציה 5 י"ל. *עלון למורי הביולוגיה* 141, 70-85.
- yitnoff, n. (1989) בעקבות המבחן במעבדה 2/י"ל תשמ"ח. *עלון למורי הביולוגיה* 119, 15-25.

- חדר, א. (1996) המחתת מושגים בגנטיקה (מיוזה, תרגום) במשחק תפkidim ובדגם. עלון למורי הבiologyה 149, 85-84.
- חכימזודה, ר. (1994) איתורו קשיים ותפישות שגויות בהבנת תורתה. עלון למורי biologyה 137, 71-84.
- יעקובזון, י. (1999) תופעת החיים והחוק השני של התרמודינמיקה. עלון למורי biologyה 159, 54-56.
- יעקובבי, ד. (1989) חשיבות רצף ההוראה בהבנת נשימה, פוטוסינטזה ושרשתת מזון. עלון למורי biologyה 119, 64-44.
- פנסו, צ. (1985) איתורו קשיי למידה של תלמידים הלומדים ביולוגיה בהיקף של 2 י"ל. עלון למורי biologyה 101, 21-10.
- צורן-עוז, י. (1996) איך ללמד אבולוציה? עלון למורי biologyה 148, 47-45.
- קווה, ד. (1999) לא על הגנים לבדם. עלון למורי biologyה 158, 118-115.
- קיסר, א. (1996) "יחס שטח פנים נפח" - רעיון מרכזי בביולוגיה. עלון למורי biologyה 149, 62-63.
- שור, א., כרמל, נ., וולק, ר. (1991) הסבionario המואבקים על ידי הרוח. עלון למורי biologyה 129, 26-23.
- שור, א., כרמל, נ., וולק, ר. (1991) על תכונות ובעלי תכונות. עלון למורי biologyה 128, 17-12.
- שרוני, א. (1988) טעות לעולם חזרת. עלון למורי biologyה 115, 20-17.
- תמייר, פ. (1989) איתורו מושגים מוטעים באמצעות ניתוח התוצאות של חלק א' בבחינת הבגרות. עלון למורי biologyה 118, 86-85.
- תמייר, פ., זוהר, ע. (1990) השימוש בנימוקים לשאבות בשאלות רבות בחירה. עלון למורי biologyה 122, 87-67.