

תצפיות על דרכי הוראת הביולוגיה בבתי הספר התיכוניים בישראל

פנחס תמיר

גיליון 3, 1980

הקדמה

התכנית החדשה בביולוגיה - התכנית של הבי.אס.סי.אס - הוכנסה לראשונה לבתי הספר התיכוניים בשנת 1965. מימיה הראשונים לוותה תכנית זאת במערכת מעקב והערכה. המעקב נעשה בדרך של ביקורים בכיתות ושל שיחות עם המורים, התלמידים, המנהלים, המפקחים ועוד. תוצאות מעקב זה הן, מעצם טבען, פרי התרשמות, ולכן אין לראות בהן הערכה שיטתית פורמלית. נוסף על כך נעשתה גם הערכה שיטתית פורמלית. הערכה זו נעשתה בשלושה מחזורי ניסוי והתמקדה בעיקר במדידת ההישגים הלימודיים ועמדותיהם של התלמידים. ממצאיה של הערכה זו פורסמו בספרות המקצועית והובאו לידיעת ציבור המחנכים בארץ בדרכים שונות (במפגשי מורים, ובפרסום במעלות, בעלון למורי הביולוגיה, במתודיקה ועוד).

לאחר שסוכם ממצאי המבחנים השונים, נתגלו הישגים חשובים מחד גיסא ושטחי תורפה מאידך גיסא. מאמצי ההערכה כווננו אפוא לאתר את הגורמים להצלחות ולכישלונות. בשנים הראשונות התרכזו ההערכה הפורמלית בבדיקת התוצאות, תוך תגובה למתרחש בכיתה כל "קופסה אפלה" Black (box) כלומר, מבלי לבדוק את תהליכי הלמידה ויחסי הגומלין בכיתה. בשלב שני, ובמסגרת המאמץ לאתר את הגורמים לתוצאות אלה, פנינו, בין היתר, לבדוק את המתרחש בכיתה.

אפשר להבחין בשתי דרכי מחקר עיקריות של יחסי הגומלין בכיתה:

א. מחקר המתבסס על איסוף נתונים בעזרת שאלונים שונים, שאותם ממלאים המורים והתלמידים. שיטה זו חסכונית מכיוון שהתלמידים והמורים נמצאים ממילא בכיתה, ויתרונה בכך שהיא חושפת את תגובותיהם ואת עמדותיהם של מושאי המחקר (המורה והתלמיד). חסרונה בכך שהיא משקפת, מעצם טבעה, תגובות סובייקטיביות של הנבדקים ואיננה מתארת ישירות את המתרחש. היא משקפת פירושים של הנבדקים בנוגע למצב הנבדק.

ב. מחקר המתבסס על איסוף נתונים בתצפיות ישירות - אם בנוכחות צופים מאומנים בזמן השיעור ואם בהקלטה של השיעורים, באמצעות רשם קול או וידאוטייפ וניתוחם לאחר מכן. ניתוח הנתונים נעשה בעזרת מכשירים מתאימים ולפי מפתח קבוע, כך שאפשר לדווח על נתוני התצפיות עצמן בלי לחייב את הקורא לקבל את פירושי של הכותב לתצפיות אלו.

המחקר הנוכחי נעשה בדרך השנייה, כלומר: הוא מבוסס על תצפיות ועל הקלטות. אפשר להבחין בשלושה סוגים עיקריים של מכשירים לניתוח התצפיות:

א. מכשירים לדיווח ישיר (low inference). מכשירים המודדים התנהגויות פשוטות שקל להגיע להסכמה מלאה בין צופים שונים בנוגע אליהן. לדוגמה: מספר השאלות המוצגות בשיעור, משך הזמן שבו מדבר המורה בלבד, משך הזמן שבו הוא מקרין סרט, משך הזמן שבו עסוקים התלמידים בעבודה במעבדה.

ב. מכשירים שבהם ההתנהגות הנצפית פשוטה, אולם הצופה נדרש לתת פירוש או הערכה (intermediate inference). למשל, כשעל הצופה לקבוע, נוסף למספר הכולל של השאלות בשיעור, גם את השכיחות של השאלות לפי רמות שונות (ראו להלן), או לקבוע מהי השכיחות של רמות שונות בסוגים שונים של דברי המורה (מסירת עובדות, מתן הסבר, ניתוח ושיפוט). הן בקבוצה א' והן בקבוצה ב' נמדדות שכיחויות.

ג. מכשירים להערכה כוללת (high inference). מכשירים אלה אינם מבוססים, כמו הקודמים, על מדידת שכיחויות, אלא על דירוג השכיחות של התנהגויות או של אירועים מסוימים על פני סולם של 5 או 7 דרגות. דוגמאות לכך הן מידת ההתלהבות של המורה, או מיקומו של השיעור על פני הרצף "מוחשי - מופשט".

במחקרים רבים נהוג להשתמש במכשיר תצפית אחד בעל מערכת קטגוריות מוגדרת, כגון המכשיר של פלנדרס (Flanders), שהוא המוכר והנפוץ ביותר. המידע המופק משימוש במכשיר אחד מוגבל בדרך כלל, ופירושו צמוד לממצאים של מחקרים אחרים שהסתייעו באותו מכשיר. נראה לנו, שבשל המאמץ הרב המושקע באיסוף הנתונים, רצוי לנצל אותם ולנתחם בעזרת מכשירים שונים ועל ידי כך לקבל תמונה מקיפה יותר של יחסי הגומלין בכיתה. לכן בחרנו בכמה מכשירים ושיטות לצורך מחקרנו זה. חיפשנו מכשירים שבהם השתמשו חוקרים שונים לניתוח תצפיות בשיעורים בביוגיה והתאמנו אותם לצרכינו, בהתחשב במטרותיה של תכנית הלימודים בביוגיה בארץ. בדרך זו נקבעו מכשירי המחקר המתוארים להלן. מטעמים של חוסר ציוד ותקציב, מבוסס מחקר זה על תצפיות ישירות ועל הקלטות קול, ללא וידאוטייפ. את מרבית המכשירים שבהם השתמשנו אפשר לכלול בקבוצה ב המתוארת לעיל, מקצתם בקבוצה א ובקבוצה ג.

מטרת המחקר

אפיון דרכי ההוראה של הביוגיה בכיתה י' בבית ספר תיכון בישראל בשנים 1972-1973.

מהלך המחקר

נבחר מדגם של מורים המלמדים ביוגיה בכיתה י' (פירוט להלן) ונערכו ביקורים בשיעורים ובמעבדות של אותם המורים. בזמן השיעור רשם הצופה תיאור שוטף של המתרחש ומיד לאחר השיעור מילא גיליון הסתכלות מסכם.

נערכו הקלטות על סרט של רשם קול, ואלו נותחו מאוחר יותר על-פי כמה שיטות (ראו להלן).

בזמן השיעור מילא הצופה טופס ובו רשם, על כל דקה, את הנתונים האלה:

1. הנעשה בכיתה (נושא, כתיבה על הלוח, פעילויות מיוחדות).
2. המדבר: בעיקר המורה, בעיקר התלמידים, המורה והתלמידים במידה שווה, אף לא אחד.
3. מקום המורה (נרשם רק במעבדה): מסתובב בין התלמידים או נשאר עומד ליד הלוח.

4. ציוות: אם התלמידים עובדים כל אחד לחוד, בזוגות או בקבוצות. במחקר השתתפו שני צופים, שהתאמנו עד שהגיעו לדרגה גבוהה של הסכמה (ראו להלן).

המדגם כלל 22 מורים ומורות: 18 מורות ו-4 מורים. 17 מהם לימדו לפי ספרי הבי.אס.סי.אס. ו-5 לפי ספריו של ברטוב.¹ 20 מהם לימדו בבתי ספר עירוניים ו-2 בבתי ספר של ההתיישבות העובדת.

בחרנו לבקר בשיעורים ובמעבדות העוסקים בשני נושאים:

1. נושא מעולם החי - עיכול.
 2. נושא מעולם הצומח - פוטוסינתזה.
- אלה הם שני נושאים מרכזיים בלימוד הביולוגיה, ולכן הם נלמדים גם בכיתות הלומדות ביולוגיה במסגרת מצומצמת. כוונתנו הייתה לבקר בשני שיעורים ובמעבדה אחת בכל נושא. מסיבות טכניות לא תמיד עלה הדבר בידינו. לעתים לא ערכנו את כל שלושת הביקורים בנושא מסוים, ובכיתות אחדות ביקרנו בשיעורים ובמעבדות העוסקים רק באחד משני הנושאים. מתוך 22 המורים, אצל 11 ביקרנו בשני הנושאים, אצל 7 ביקרנו רק בנושא העיכול ואצל 4 רק בנושא הפוטוסינתזה. להלן מסוכמים הנתונים על ממוצע ביקורינו בשיעורים ובמעבדות בכל אחד משני הנושאים.

לוח 1: ממוצע הביקורים בשיעורים ובמעבדות בכל אחד משני הנושאים

הנושא	סה"כ מורים	סה"כ שיעורים	היחס: שיעורים/מורים	סה"כ מעבדות	היחס מעבדות/מורה
עיכול	18	37	2.0	24	1.3
פוטוסינתזה	15	26	1.8	21	1.4
סה"כ	22	63	3.0	45	2.0

בממוצע נערכו אצל כל מורה ביקורים ב-3 שיעורים (150 דקות) וב-2 מעבדות (100-150 דקות), כלומר: 250-300 דקות של תצפיות והקלטות.

בסך-הכול נצפו והוקלטו 10 שיעורים ומעבדות.

ניתוח השיעורים ותיאור המשתנים

שיעור הוא, למעשה, מערכת המורכבת מכמה גורמים. ניסינו לנתח כמה מהם ולהתבסס על מכשירים מסוגים שונים. להלן נפרט את הנתונים שאליהם התייחסנו ונתאר את דרך מדידתם.

א. דף דיווח מהשיעור

1. הנעשה בכיתה - סעיף זה שימש לעזר בעת שמיעת ההקלטות מהשיעורים, אך לא נעשה כל חישוב סטטיסטי בנוגע לו.
2. דיבור - חישבנו את ההתפלגות באחוזים של סוגי הדיבור בכיתה: דיבור מורה בלבד, דיבור תלמידים בלבד, דו-שיח. אחוז הדיבור הכללי של המורה חושב כחיבור הזמן של דיבור המורה בלבד + מחצית הזמן של הדו-שיח.
3. מיקום המורה - גם כאן חישבנו את ההתחלקות באחוזים (מכלל משך השיעור) בין משך הזמן שבו המורה עמד ליד הלוח לבין הזמן שעמד ליד שולחנו.
4. ציוות - בדרך כלל התלמידים מתפקדים בשיעורים כיחידים, ובמעבדות הם מתפקדים בזוגות. אצל מורה אחד פגשנו עבודה בזוגות גם בשיעורים. אצל מורה אחר עבדו התלמידים במעבדה כל אחד לחוד, ואילו אצל שלושה מורים עבדו במעבדה בקבוצות של שלושה תלמידים לפחות.

ב. סרטי הקלטה

המקור העיקרי השני היה סרטי הקלטה שנעשו בשיעורים. הצופים האזינו לסרטי ההקלטה ורשמו על פיהם את אופי ההוראה, מספר השאלות וסוגיהן, טכניקות ההוראה ודרכי ההוראה. אופי ההוראה דורג על 3 סולמות, ואילו ביתר המשתנים חושבה ההתפלגות. תיאור ארבעה משתנים אלה יובא להלן.

1. אופי ההוראה

את רוב הסיטואציות של הוראה-למידה אפשר לאפיין על ידי הצבתן במקום כל שהוא בין שני קצוות של רצף אחד או יותר. שלושה רצפים כאלה מובאים כאן, מתוך ההנחה שיש להם משמעות בהוראת תלמידים בעלי רמות יכולת שונות. הצופה סימן היכן ברצף נמצא השיעור שבתצפית. מכשיר זה נמנה עם קבוצה ג (ראו הקדמה).
סוגי רצף של הוראת למידה:

(א) מוחשי - מופשט

בקצה המופשט של הרצף המורה משתמש במילים ובסמלים כתובים, בעוד שבקצהו השני, המוחשי, הוא משתמש בעצמים

ראליים. בין הקצוות יופיעו מודלים, תמונות ודיאגרמות. רצף זה נוגע לשיטת התקשורת שבה משתמש המורה להקניית ידע והבנה.

(ב) מעשי - תאורטי

בקצהו האחד, המעשי, של הרצף, המורה משתמש ביישום עקרונות בנוגע לחומר המצוי, מתוך ניסיונו של הלומד ולשימוש. בקצה השני מוצג חומר תאורטי. אם לא מזכירים או כמעט שאין מזכירים תאוריה או עקרונות מדעיים - השיעור נחשב מעשי. אם אין מזכירים יישום מעשי - השיעור הוא תאורטי.

(ג) מכוון - לא מכוון

רצף זה שייך רק לפעולות התלמיד, והוא מתאר עד כמה מכוון המורה באופן פעיל את פעולתם של התלמידים. בקצה אחד, המכוון, המורה נותן הוראות ברורות מאוד, לרוב בכתב. בשני - התלמיד חופשי לפעול כרצונו.

כל רצף חולק ל-5 דרגות, כלהלן, ולפיהן חושב מקומו של השיעור על הרצף.

מוחשי	5	4	3	2	1	מופשט
מעשי	5	4	3	2	1	תאורטי
מכוון	5	4	3	2	1	לא מכוון

2. מספר השאלות וסיווגן

בעת שמיעת ההקלטה שנעשתה בשיעור, נרשמו כל השאלות ששאל המורה. השאלות סווגו על פי שמונה קריטריונים, שנקבעו בעיקר על-סמך שני מקורות: האחד - מאמרו של וילסון (Wilson, 1969) המתבסס על הטכסונומיה של בלום ובו מסווגות השאלות לפי 6 התפקודים השכליים שמתוכם בחרנו שלושה. השני - פישלר וצימר (Fischler and Zimmer, 1967-8). המשתמשים בחמישה קריטריונים ספציפיים ללימוד מדעי הטבע - שבכולם השתמשנו גם אנו. בסך-הכול קיבלנו שבעה קריטריונים (הסעיף "זכירה" מופיע בשני המקורות).

הוספנו סעיף שמיני - "הערכה ושיפוט" המתאים לתפקוד השכלי הגבוה בטכסונומיה של בלום, וסידרנו את הקריטריונים בסדר עולה על פי הרמה הקוגניטיבית שלהם:

1. ידע וזכירה (וילסון + פישלר-צימר)
2. הוכחת כישור (וילסון)
3. עריכת תצפיות (פישלר-צימר)
4. הבנה (וילסון)
5. ראיית יחסים (פישלר-צימר)
6. בניית היפותזה (פישלר-צימר)
7. בחינת היפותזה (פישלר-צימר)
8. הערכה ושיפוט - קריטריון נוסף

כאשר התלבטנו לאיזה משני סעיפים שייכת שאלה מסוימת, סיווגנו אותה בסעיף המייצג את הרמה הגבוהה יותר. היות וניתוח השאלות נראה לנו בעל חשיבות מיוחדת למורה, נביא להלן תיאור מפורט של דרך סיווג השאלות, בלויית דוגמאות אופייניות מתוך המחקר.

סיווג השאלות

כדי לנתח את השאלות לפי רמתן, ניסינו להבין מהם התהליכים המחשבתיים המתרחשים אצל התלמיד לפני שהוא עונה על שאלה. מכאן, שבניתוח זה התחשבנו גם בתשובה שנתן התלמיד.

ידע וזכירה

כאן נכללות שאלות הדורשות מהתלמיד להוכיח ידיעת חומר שכבר נלמד בכיתה או בבית. עליו לזכור פרטים ועובדות ולהראות זאת בתשובתו. למשל:

1. מה מכיל מיץ הקיבה?
 2. כיצד מזהים סוכרים?
 3. איך קוראים לרקמה המצויה מתחת לאפידרמיס?
- בסעיף זה נכללת גם זכירה של הסברים שנלמדו בשיעור הקודם. למשל:
1. מה זה חמצון - חיזור?
 2. מה קורה בשלב האור?
 3. לשם מה דרוש O_2 בגוף?
- אילו לא נלמדו ההסברים בשיעור הקודם, אפשר היה לסווג שאלות אלו כשאלות הבנה.

כמו כן נכללת כאן זכירה של תצפית שנעשתה בשיעור או במעבדה. למשל:

1. איזה אורך גל ראינו שכלורופיל בולע?
2. איך נראו תאי אפידרמיס במעבדה?

לא נכלל כאן המקרה, שבו החומר אמנם כבר נלמד בשיעור הקודם, אך על התלמיד להפעיל שנית את הבנתו כדי לענות על השאלה. כמו כן **לא** נכלל כאן המקרה, שבו התלמיד צריך לסדר את המידע בסדר שונה מזה שלמד לראשונה.

הוכחת כישור

שאלות שבהן התלמיד נדרש להוכיח יכולת כלשהי, למשל:

א. יכולת לאזן משוואה

1. כיצד אפשר לאזן את משוואת הפוטוסינתזה?
2. מה היחס בין C ל-O בנוסחה $C_6H_{12}O_6$?
- ב. יכולת להתבונן בטבלה ולפרש את המוצג בה
 1. מה מתעכל בקיבה (לפי טבלה בספר)?
 - ג. יכולת להתבונן בדיאגרמה או בסכמה ולהבין
 1. לאילו חומצות מתפרק החלבון בשלב השלישי? (על סמך סכמה)

ד. יכולת לעקוב אחר הכתוב בטקסט ולהבינו: מה אתם צריכים להוסיף לאחר שהוספתם את הראגנט פהלינג? (על סמך טקסט בנושא זה)
ה. יכולת של ראייה מרחבית: כיצד תיראה פיונית אם נעשה חתך רוחב בעלה?

עריכת תצפיות

שאלות שכדי לענות עליהן על התלמיד להתבונן במשך אותו שיעור בתצלום, בציור, בדגם, בתכשיר, בסרטון, בשקופיות, בתוצאות ניסוי ובהדגמה. אם התצפית נערכה בשיעור קודם, השאלה אינה מסווגת בסעיף זה.

1. תצלום .1 מה יש בקיפול המוריג?
2. ציור .2 במה מבחינים בחתך רוחב בעלה?
3. דגם .3 היכן נמצא וריד השער של הכבד?
4. תכשיר .4 איזה גוון יש לתאים הסמוכים לפיונית?
5. תכשיר .5 האם כל עורקי העלה שווים בגודלם?
6. סרטון .6 היכן הסתדרו הבקטריות כאשר הספירוגירה הוכנסה לתמיסה?
7. שקופיות .7 מה אתם רואים בחתך רוחב במעי הדק?
8. ניסוי .8 לכמה צבעים נפרד הכלורופיל על נייר הכרומטוגרפיה?
9. ניסוי .9 מה קורה לפיונית כאשר שמים את פיסת העלה בתמיסת מלח?
10. הדגמה .10 אילו צבעים מתקבלים בעת שבירת האור במנסרה?

הבנה

- בסעיף זה נכללות תשובות לשאלות מהסוגים האלה:
- א. שאלות שהתשובות להן מחייבות הפעלת היגיון, למשל:
1. מאיזה צד כדאי לקלוף אפידרמיס כדי לראות פיונית?
 2. מי זקוק להספקת חלבונים טובה יותר, תינוק או מבוגר?
 3. באיזה חלק של הצמח נעבוד כדי לבדוק פוטוסינתזה?
 4. מדוע חסרה קוטיקולה מעל לפיונית?
- ב. שאלות הדורשות מהתלמיד להבין תהליכים ואת הגורמים המשפיעים על תהליכים אלה, למשל:
1. מדוע פתח הפיונית נסגר כאשר המים יוצאים החוצה?
 2. מתי תהיה עצמת הפוטוסינתזה הכי חזקה?
 3. מה קורה כאשר מחוץ לפיסת העלה יש תמיסת NaCl?
 4. מה קורה במולקולת כלורופיל כאשר פוגעת בה קרן אור?
- ג. שאלות הדורשות מהתלמיד להבין תופעות:
1. מדוע הנשימה אינה מורגשת במשך היום?
 2. מדוע גוף נראה בצבע מסוים?
 3. מדוע חממה בצבע ירוק אינה יעילה?
 4. כאשר ציירנו שני קווים משני צדיה של זכוכית נושאת, מדוע ראינו במיקרוסקופ אחד ברור ואחד מטושטש?

- ד. שאלות יישום (שאלות בנושאים שכבר דנו בהם בעבר, אך עתה על התלמיד לראותם בהקשר אחר):
1. איך הייתם משתמשים בחיידקים אוהבי חמצן לצורכי הניסוי?
 2. לשם מה אנחנו זקוקים לגלוקוזה?
 3. באיזה מקום בגוף אנחנו רואים בצורה בולטת שיש כל הזמן התחדשות תאים?
 4. מהי הבקרה בניסוי זה?
- ה. פירושים ותרגומים:
1. מה פירוש המילה פוטוסינתזה?
 2. מה פירוש הטרוטרופיים?
 3. מה זה פרוטאזה?

ראיית יחסים

- א. התלמיד נדרש למצוא או לגלות גורמים המקשרים בין תהליכים או תופעות. חשוב להדגיש שהגורם או הקשר החסר הם תוצרים שעליהם חשב התלמיד בצורה עצמאית.
1. איך יכול להיות שהכלורופלסט משחרר O_2 , והמוטנט השלם אינו משחרר?
 2. מדוע אפידרמיס צריך להיות שקוף?
 3. מדוע חלבון הביצה לא יתאים לתאים שלנו?
 4. מה יקרה למזון אם נאכל ונעמוד על הראש?
- ב. התלמיד מתבקש להשוות ולמצוא הבדלים.
1. מה ההבדלים בין צורת העיכול של הסנדלית לצורת העיכול של ההידרה?
 2. איזה סוג עיכול מפותח יותר מבחינה אבולוציונית: עיכול חוץ-תאי או עיכול תוך-תאי?
 3. מה ההבדל בין מזון של בעלי חיים למזון של צמח?
- ג. התלמיד מתבקש להסיק מסקנות ולהסביר כיצד הגיע למסקנות אלו.
1. מה תהיה המסקנה אם העיניים לא יתרבו בקרקע המזון?
 2. כיצד הגעת למסקנה שתהליך הפוטוסינתזה לא יצא לפועל בחלקים חסרי פיגמנט?

בניית היפותזה

- התלמיד נדרש לשער השערה. התשובה היא השערה אמתית, אם תלמיד אחר יכול לשער השערה אחרת ועל סמך מה שנלמד עד כה בכיתה אי-אפשר לפסוק איזו משתי ההשערות מייצגת את ההסבר הנכון.
1. מה יכולות להיות הסיבות שלא קיבלנו כתמים כחולים בכרומוטוגרפיה של תוצרי פירוק חלבון?
 2. מהן ההשערות היכולות להסביר מדוע החיידקים גדלים דווקא בשוליים?
 3. איזו היפותזה יכולה לקשר בין הפוטוסינתזה והצבע הירוק?

בחינת היפותזה

התלמיד נדרש להציע דרך ניסויית כדי לבדוק השערה כלשהי.

1. איך אפשר למדוד את עצמת הפוטוסינתזה במעבדה?
2. איך אפשר לבדוק את השפעת PH על עיכול בסנדלית?
3. איזה ניסוי עלינו לעשות כדי לבדוק אם צבעים אלה בלבד (אדום, כחול, צהוב) הם הפעילים בפוטוסינתזה?

הערכה ושיפוט

על התלמיד להעריך עובדה או הסבר לתופעה המוצגים לפניו.

1. מה דעתכם על הרעיון שהאדם זקוף מטבעו ולכן המזון היה יורד ממילא, ומשום כך השרירים בוושט מנוונים?
2. מה דעתכם על הרעיון שבאפידרמיס לא רואים את הכלורופלסטים כי הם בעומק התא?
3. מה היה לא תקין בניסוי של אייל? (מובן שפרטי הניסוי מוצגים לפני הנשאל).

3. דרכי ההוראה

ניתוח דרך ההוראה נעשה בעקבות גלגהר (Gallagher, 1967). השיעור הרשום והמוקלט מחולק ליחידות נושא; בממוצע יש 15-25 יחידות כאלה בשיעור. היחידות סווגו לפי שני קריטריונים: 1. המטרה 2. הרמה והסגנון.

(א) המטרה

1. **תוכן** - כשהמטרה מקנה ידע מסוים. לפני התלמיד מוצגים רעיונות ומושגים ועליו לקלוט אותם.
2. **כישור או מיומנות** - מטרת הלימוד כאן היא להקנות לתלמידים כישורים, שיסגלו אותם לעמוד בעתיד בהצלחה במצבים חדשים. כישורים כאלה הם: הדרכה בקריאה, כללי דקדוק, דרכי פתרון בעיה מתמטית וכו'. כן יוקנו מושגים רחבים יותר, כמו מרכיבי החקר המדעי, דרכי תכנון ניסוי וביצועו, כיצד להשתמש בנתונים וכו'. (היות ובמקרים רבים יש חפיפה בין תוכן וכישור יכול הסכום הכולל של יחידות הנושא הנוגעות למטרות לעלות על 100%).

(ב) הרמה והסגנון

1. **תיאור נתונים, עובדות ומושגים** - כולל ציון עובדות ונוסחאות. מקורות הידע הם ספרים או המורה. לדוגמה: מהי נוסחת המים או איך מודדים דופק של חיית מעבדה.
2. **השוואה והכללה** - כולל אינטרפרטציה, ציון יחסים, הערכה, הכללה; וכן השוואות, מיון, תרגום, הסבר, אסוציאציות. לדוגמה: התלמיד מתבונן בנבטים משני טיפוסים וקובע מהו הדמיון ביניהם, או התלמיד מציין מה אופייני לעקומת צמיחה.

3. **העמדת בעיה** - כולל ציוני דרך לזיהוי בעיה, הבהרת מצב בעייתי במשפטים שיגדירו את מהות הבעיה ומידותיה. הפעילות יכולה להיות: מורה או תלמיד מתאר את הבעיה, מוסיף לה גורמים, מתמקד בצד מסוים שלה, מחפש עזרה בעיצוב הבעיה או ממיין את טיפוס הבעיה מאיזו שהיא בחינה (כמו הקושי שלה, השכיחות, החשיבות, אופן החקירה).
4. **חיזוי ותכנון** - כולל שיחה בדבר שיטה אפשרית או כיוון המחקר בעתיד, בניית קשר בין רעיונות והשלכה לאפשרויות חדשות, חיזוי, תוצאות ותכנון.
- כאן מתאימים משפטי "אם-אז", לדוגמה: אם הצמח ימשיך בקו גידול זה - אז הוא יכפיל את גובהו בתוך שבוע.
5. **דיווח, הסבר וניתוח תהליכי חקר וממצאים** - זהו דיון בחקר הכולל מידע על טבעו של החקר, ניתוח שלבי החקר, דרכי חקר שונות ויישום שלהן לבעיות, יעילות של שלבי חקר שונים.
6. **הערכה ושיפוט** כולל שיפוט איכותי וכמותי עד כמה הנוהל, החומרים והידע מספקים את הדרישות לפתרון הבעיה, וכן הערכה של דרכי ביצוע. קטגוריה זו כוללת קריטריונים על הנתונים או הדרכים להגיע אל הנתונים, התאמה של ההנחות, הכללה והסקת מסקנות, הצדקת השיטות, יישום התוצאות ומשמעות המחקר.
- גם כאן חישבנו את אחוז היחידות השייכות לכל סעיף מתוך כלל היחידות שהיו בשיעור.

טכניקות ההוראה

בטכניקות הוראה הכוונה לפעולות שבהן המורה מנהל ומכוון את הלימוד בכיתה. הניתוח שלהן נעשה בצורה דומה לזו שעשו פישלר וצימר (Fischler and Zimmer, 1967-1968). תוך שמיעת סרט ההקלטה חולק השיעור לפרקי זמן בני דקה אחת. סיווג הפעולות נערך לפי שני קריטריונים: א. צורת הביטוי - מילים או מעשים; ב. מידת השתתפותם של התלמידים. לא תמיד היה קל לתחום את הפעילות לקבוצה אחת. במקרה כזה בחרנו את הטכניקה הדומיננטית באותו פרק זמן. לא נרשמה יותר מטכניקה אחת לפרק זמן יחיד (אלא אם שתי קבוצות בכיתה עבדו בנפרד).

רשימת טכניקות ההוראה בשיעור²

1. רק המורה מדבר
- א. **נותן הוראה** - המורה נותן הוראות ספציפיות להמשך המשימה או לביצוע תרגיל או ניסוי.
- ב. **פתיחה והרצאה** - פתיחה: המורה פותח את השיעור או חלק ממנו, בהצגת המטרה או האובייקט באומרו לתלמידים מה לחפש (כמו בהדגמה או בתרגיל מעבדה); הרצאה: המורה מדבר אל הכיתה זמן ממושך (כולל שאלה שמציג תוך כדי הרצאה).

- ג. **סיכום** - המורה מסכם נקודות עיקריות של השיעור או של מקצתו או של תשובות לסדרה של שאלות שיש ביניהן קשר.
- ד. **הבהרה** - המורה מנסה להבהיר פירוש או מושג שאינם מובנים לתלמידים. בקטגוריה זו המורה מסביר מפני שלדעתו התלמידים לא הבינו, ולצופה צריך להיות ברור שזו הסיבה להסבר.
2. גם המורה וגם התלמידים מדברים
- א. **שאלות ביזמת המורה** - המורה מציג שאלות (בעיקר שאלות זכירה) ומבקש תשובות מהתלמידים או שמבקש מהם לשאול שאלות - ועונה עליהן.
- ב. **שאלות ביזמת התלמידים**
- ג. **דיון** - משא ומתן בין המורה לתלמידים. התלמידים שואלים שאלות וגם עונים עליהן. הם תורמים מידע מרצונם. לרוב, המורה מנהל את הדיון. אפשר להבחין בין סעיף השאלות לסעיף הדיון בכך שבדיון המורה מאפשר ליותר מתלמיד אחד להשיב על שאלה. בדרך כלל השאלות בדיון הן יותר מטיפוס היחסים וההיפותוזות ופחות מטיפוס הזכירה.
3. המורה עושה משהו נוסף על דיבור
- א. **המחשה והדגמה** - המחשה: המורה משתמש בעזרי לימוד אודיו-ויזואליים; הדגמה: המורה מראה לתלמידים תהליך, עיקרון או אופן פעולה של משהו תוך כדי הפעולה או ביצוע של ממש.
- ב. **עזרה לתלמיד** - עזרה אינדיבידואלית של המורה לתלמידים מסוימים. זה אפשרי רק כאשר התלמידים עוסקים בעבודה עצמית.
4. התלמידים עושים משהו
- א. **תלמיד פועל לפני הכיתה** - תלמיד יחיד או קבוצה קטנה מוסרים לכיתה דו"ח, פותרים תרגיל על הלוח או קוראים באזני הכיתה מתוך ספר.
- ב. **עבודה עצמית** - כל התלמידים עובדים באופן אינדיבידואלי או בקבוצות קטנות. הכוונה אינה למצב שבו התלמידים רושמים בזמן שהמורה מדבר.
- ג. **עבודת מעבדה** - כל התלמידים עושים עבודה מטיפוס מעבדתי, כגון תרגיל או ניסוי - לרוב על שימוש בחומרים ובציוד. במחקרנו התייחסנו למעבדות בנפרד (ראו להלן).
- סיווג זה נוגע לטכניקות ההוראה בשיעור.
- לניתוח הטכניקות במעבדה השתמשנו בקבוצות 1 ו-2 דלעיל, ובמקום קבוצות 3 ו-4 הכנסנו את הקבוצות האלה:

1. פעולות המורה

- א. **מבצע** את עבודות התלמיד.
- ב. **מדריך** תלמיד או קבוצה.

2. פעולות תלמידים

- א. **הכנות** וסידורים.

ב. **בדיקות** ותצפיות מיקרוסקופיות.

ג. עבודה **במיקרוסקופ**.

ד. **ניסוי**.

ה. **רישום** תוצאות ודיווחן.

ו. **מחקר** עצמאי.

חישבנו את אחוז הדקות השייכות לטכניקה מסוימת מתוך כלל הדקות בשיעור.

בדיקת מהימנות שיטות הניתוח

בניתוח השיעורים עסקו שני צופים. הם ניתחו בצוותא עד שהגיעו להתאמה של 75%-80%, ובהמשך כל אחד ניתח לבד.

המהימנות של שיטות הניתוח נבדקה לפי נוסחת מתאמי הדירוג של ספירמן. את הניתוחים עשה אותו מנתח בהפרשי זמן גדולים. בנוגע לכל שאלון נבדקו שלושה שיעורים ושתי מעבדות.

תוצאות בדיקת המהימנות הן כדלהלן:

מהימנות הניתוח (ערכי tho לפי ספירמן)

המשתנה	שיעורים	מעבדות	שיעורים ומעבדות יחד
סוג השאלות	93	88	91
טכניקות ההוראה	92	92	92
המטרה	93	93	93
הרמה והסגנון	97	69	88

מדד נוסף למהימנות הוא מידת ההתאמה הגבוהה בין הטופס שמילא כל צופה באורח שוטף בזמן השיעור לבין ניתוח טכניקות ההוראה לפי ההקלטות. בשני השאלונים היחידה הנבדקת היא דקה אחת. להלן התוצאות המסכמות של כל 108 השיעורים והמעבדות שנבדקו, המבוטאות באחוזים מזמן השיעור (או המעבדה):

התחלקות טכניקות ההוראה בשיעור (באחוזים)

על-פי הטופס על-פי ההקלטות

30.0	35.9	דיבור המורה
32.0	35.0	דו-שיח בין המורה לתלמידים
5.5	3.9	דיבור התלמידים
		שקט או עיסוקים
32.5	25.2	שאינם קשורים ללמידה
100.0	100.0	סך-הכול

הממצאים

הממצאים המתוארים להלן נוגעים לשיעורים ולמעבדות במשותף. בהמשך תובא השוואה בין השיעורים לבין המעבדות.

1. אופי ההוראה

לוח 1: אופי ההוראה על סולם בן 5 דרגות

האפיון	ממוצע	סטיית תקן
מוחשי - מופשט	3.1	1.5
מעשי - תאורטי	1.9	1.0
מכוון - לא מכוון	4.8	0.6

כשבוחנים את דרך ההוראה בשיעורים ובמעבדות יחד, אין מוצאים נטייה לצד המוחשי או המופשט, אלא שילוב שניהם במידה כמעט שווה. חומר הלימוד הוא בדרך כלל תאורטי, ורק לעתים משתלבים בו גם נושאים מעשיים.

פעילות התלמידים מכוונת, וכמעט אין מקרים שבהם מאפשרים לתלמיד פעילות בלתי מכוונת.

2. מספר השאלות וסוגיהן

בממוצע נרשמו 28.3 שאלות בשיעורים ובמעבדות. סטיית התקן (19.9) מעידה על שוני רב בין השיעורים.

לוח 2: התפלגות סוגי השאלות (באחוזים)

סטיית תקן	ממוצע	סוג השאלות
18.1	35.4	ידע-זכירה
5.8	2.6	כישור
10.5	5.7	תצפית
12.8	28.0	הבנה
13.2	18.9	ראיית יחסים
2.3	0.9	בניית היפותזה
5.1	2.8	בחינת היפותזה
0.5	1.0	הערכה ושיפוט
	4.8	אחר
	100.0	סה"כ

בממוצע הוצגו, כאמור, 28 שאלות. לשאלות ידע וזכירה המשקל המרבי (35%), אחר כך שאלות הבנה (28%) ולאחריהן שאלות של ראיית יחסים (19%).

המורים מרבים לבחון היפותזות יותר משהם עוסקים בבנייתן. שאלות שיפוט והערכה נדירות. ראוי לציין ש-65% מהשאלות אינן שאלות זכירה.

3. דרכי ההוראה

המספר הממוצע של "יחידות נושא" בשיעורים ובמעבדות הוא 9.8 (סטיית תקן 4.5). המטרות העוסקות בתוכן הן 73% (סטיית תקן 18.9) ומטרות הכישור 27% (סטיית תקן 29.5). השוני בין השיעורים באשר לשכיחות מטרות הכישור, גבוה יחסית לזה של מטרות התוכן. מסתבר, שיש הבדלים גדולים יותר בין המורים בטיפולם במטרות כישור. גם בנוגע לרמה ולסגנון בולטת שונות גדולה יותר, יחסית, בנוגע לרמות הגבוהות: העמדת בעיה, חיזוי ותכנון, דיווח וניתוח, הערכה ושיפוט (ראו לוח 3).

לוח 3: התפלגות קטגוריות הרמה והסגנון (באחוזים)

סטיית תקן	ממוצע	הרמה והסגנון
19.6	24.7	תיאור עובדות
22.6	51.0	השוואה והכללה
6.7	1.9	העמדת בעיה
11.0	8.5	חיזוי ותכנון
11.4	10.3	דיווח וניתוח
4.1	3.6	הערכה ושיפוט
	100.0	סך-הכול

מבחינת הרמה והסגנון, למעלה מ-50% מהיחידות שייכות לרמה של השוואה והכללה וכ-25% לתיאור עובדות. ב-10% מהשיעורים והמעבדות התלמידים עוסקים בתצפית ובדיווח, ובקצת פחות (כ-8%) - בחיזוי ובתכנון. מעט מאוד עוסקים בניתוח ובשיפוט ובהעמדת בעיה.

4. טכניקות ההוראה

לוח 4 מציג התפלגות השיעורים והמעבדות לפי טכניקות ההוראה.

לוח 4: שכיחות טכניקות ההוראה (באחוזים)*

סטטיית התקן	ממוצע	הטכניקה
5.4	6.0	הוראות
11.7	12.2	פתיחה והרצאה
5.7	4.9	סיכום
4.6	2.4	הבהרה
22.0	27.3	שאלות ביזמת המורה
10.9	5.6	שאלות ביזמת התלמידים
10.0	6.0	דיון
10.3	6.6	הדגמה והמחשה
6.7	3.6	ביצוע עבודת התלמיד
9.3	5.2	הדרכת תלמידים
6.1	6.0	הכנות וסידורים
9.1	2.6	בדיקות ותצפיות
18.3	10.2	עבודה במיקרוסקופ
25.7	30.4	ניסויים
8.0	3.6	דיווח תוצאות
3.4	0.7	מחקר עצמאי

* סך-הכול עולה על 100% מכיוון שהחישוב למעבדות שונה מהחישוב לשיעורים (מקצת מהסעיפים נוגעים למעבדות בלבד).

בולט האחוז הנמוך יחסית של דיבור המורה: 25% בלבד, כולל הוראות, הרצאה, סיכום והבהרה. שאלות ותשובות ביזמת המורה הוא הנוהג השכיח ביותר. אף כי לשאלות ביזמת התלמידים, לדיון ולהמחשה - שכיחות נמוכה, הרי בעצם קיומם אפשר לראות הישג נכבד. בסעיפים אחרונים אלה רב, יחסית, השוני בין המורים (ראו סטיות התקן).
עד כאן דיווחנו על התוצאות שנתקבלו בשיעורים ובמעבדות יחד וכן בשני הנושאים (עיכול ופוטוסינתזה) יחד. נוסף על כך ערכנו השוואה בין השיעורים למעבדות, בין נושא העיכול לבין נושא הפוטוסינתזה, וכן בדקנו את האינטראקציה בין שני משתנים אלה. בלוחות נביא רק את ההשוואות שבהן נמצאו הבדלים מובהקים מבחינה סטטיסטית.

5. שיעורים ומעבדות

לוח 5 מציג את כל הסעיפים שבהם נמצאו הפרשים מובהקים בין השיעורים והמעבדות.

לוח 5: הפרשים מובהקים בין השיעורים והמעבדות

ההמתנה	הפריט	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן	ערך t
אופי ההוראה	מוחשי-מושפט	4.4	0.8	2.1	1.0	12.9
	מעשי-תאורטי	2.1	1.3	1.8	0.9	2.2*
התחלקות הדיבור	דיבור מורה	27.8	20.2	44.0	20.6	-4.1
	דו-שיח	16.6	16.6	48.2	20.8	-8.8
	דיבור מורה-כללי	35.3	20.9	66.9	13.6	-8.7
מספר השאלות	מספר השאלות בשיעור	15.4	13.0	37.1	17.8	-7.4
	ידע וזכירה	29.4	21.0	39.4	14.9	-2.8
	תצפית	12.0	13.6	1.3	3.4	5.2
	ראיית יחסים	16.6	15.1	20.8	11.2	2.0*
	הערכה ושיפוט	0.0	0.0	0.2	0.7	-2.0*
טכניקות ההוראה	הוראות	9.1	6.3	3.7	3.0	5.3
	הרצאה	6.2	9.2	17.1	11.3	-5.4
	סיכום	2.8	5.4	6.6	5.5	-3.6
	הבהרה	1.3	2.3	3.2	5.8	-2.4*
	שאלות ביזמת המורה	10.7	14.3	40.3	17.7	-9.5
	שאלות ביזמת תלמידים	3.2	13.4	7.5	8.4	-1.9*
	דיון	1.9	3.2	9.2	12.2	-4.5
דרך ההוראה	מספר יחידות נושא	8.5	10.9	12.2	3.5	2.7*
	תוכן	78.1	26.7	97.5	6.3	-5.6
	כישור	52.4	31.6	19.8	17.9	6.8
הרמה והסגנון	העמדת בעיה	27.7	23.6	4.5	12.2	6.6
	חיזוי ותכנון	46.9	20.4	10.7	11.4	*11.8

* בערכים אלה $P < 0.05$, בכל היתר: $P < 0.01$.

הממצאים הבולטים בלוח 5 הם אלה:
לשיעורים אופי מופשט ולמעבדות אופי מוחשי. לשיעורים אופי מעשי פחות מאשר למעבדות.
בשיעורים המורה מדבר יותר וכן מתנהל דו-שיח ממושך יותר מאשר במעבדות.
מספר השאלות הנשאלות בשיעור גבוה ממספר השאלות הנשאלות במעבדה. בשיעורים נשאלות יותר שאלות ידע, זכירה, ראיית יחסים והערכה מאשר במעבדות. לעומת זאת, במעבדות נשאלות יותר שאלות תצפית.
במעבדה ניתנות הרבה יותר הוראות מאשר בשיעורים. בשיעורים המורה מרצה, מסכם ומבהיר הרבה יותר מאשר במעבדות. בשיעורים נשאלות יותר שאלות הן על ידי המורה והן על ידי התלמידים - כמו כן, נערכים בשיעורים

דיונים ארוכים יותר מאשר במעבדות. דיווח תוצאות נעשה במידה רבה יותר במעבדה מאשר בשיעורים.
 מספר יחידות הנושא בשיעור רב ממספרן במעבדה. רוב היחידות במעבדות עוסקות בהקניית כישור. יחידות שמטרתן העמדת בעיה, חיזוי ותכנון שכיחות במעבדות יותר מאשר בשיעורים.
 נוסף על כך נמצא שב-95% מזמן המעבדה התלמידים עובדים בזוגות או בקבוצות ורק ב-5% מהזמן הם עובדים לחוד. בשיעורים המצב הפוך: רק ב-5% מהזמן נצפתה עבודה בקבוצות.

6. פוטוסינתזה לעומת עיכול

לוח 6 מציג את הסעיפים שבהם נמצאו הפרשים מובהקים בין שני הנושאים שנבדקו. הבדיקה נערכה לגבי השיעורים והמעבדות יחד.

לוח 6: הפרשים מובהקים בין פוטוסינתזה ועיכול

המשתנה	הפריט	פוטוסינתזה		עיכול	
		ממוצע** סטיות תקן	סטיות תקן	ממוצע** סטיות תקן	סטיות תקן
התחלקות הדיבור	דיבור המורה	43.4	21.6	32.5	21.6
דיבור מורה-כללי	דיבור מורה-כללי	57.1	20.7	48.4	24.4
סוג השאלות	ידע וזכירה	40.0	17.8	29.1	18.7
טכניקות ההוראה	שאלות ותשובות	32.4	23.9	21.8	19.2
דרך ההוראה	כישור	27.2	30.6	42.8	27.7
הרמה והסגנון	תיאור עובדות	31.1	19.5	22.6	21.4
חיזוי ותכנון	חיזוי ותכנון	6.6	9.4	11.0	12.0

* $P < 0.05$, ביתר המקרים $P < 0.01$.

** כל הממוצעים מייצגים שכיחות באחוזים (ארבעת הראשונים במשך השיעור, שלושת האחרונים - מיחידות הנושא).

להלן סיכום ההבדלים:

כמות הדיבור של המורה בנושא העיכול רבה מכמות דיבורו בנושא הפוטוסינתזה. שאלות ידע וזכירה שכיחות יותר בנושא העיכול. המורים משתמשים בטכניקת הוראה של שאלות ותשובות במידה רבה יותר בנושא העיכול. בנושא הפוטוסינתזה, האחוז של יחידות הכישור, מכלל יחידות הנושא, גבוה יותר.

יחידות נושא ברמה של תיאור עובדות מופיעות יותר בנושא העיכול. לעומת זאת, יחידות נושא ברמה של חיזוי ותכנון שכיחות יותר בנושא הפוטוסינתזה. עד כאן - השוואת שני הנושאים בשיעורים ובמעבדות יחד.

להלן נציג את ההבדלים בין שני הנושאים בנפרד בשיעורים (לוח 7) ובנפרד במעבדות (לוח 8).

לוח 7: הפרשים מובהקים בין השיעורים בפוטוסינתזה לבין השיעורים בעיכול

המשתנה	הפריט	שיעורי פוטוסינתזה		שיעורי עיכול	
		ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן
סוג השאלות	ידע וזכירה	32.6	13.6	43.9	15.7
טכניקות ההוראה	שאלות ותשובות	33.0	14.7	46.6	18.0
דרך ההוראה	מספר יחידות נושא	11.2	3.6	13.7	4.7
	תוכן	71.9	14.3	85.8	17.8
	כישור	28.1	16.7	14.2	18.4
הרמה והסגנון	העמדת בעיה	4.5	9.6	6.5	18.2
	ניתוח ושיפוט	9.8	14.0	3.4	13.8

* $P < 0.05$, ביתר המקרים $P < 0.01$.

בלוח 7 אפשר לראות שבשיעורי עיכול נשאלות יותר שאלות של ידע וזכירה והמורה משתמש יותר בטכניקת הוראה של שאלות ותשובות. ההבדל הרב ביותר מתבטא בדרך ההוראה: מספר יחידות הנושא רב יותר בשיעור עיכול מאשר בשיעורי פוטוסינתזה. בפוטוסינתזה אחוז היחידות השייכות לכישור רב יותר מאלו השייכות לתוכן, ואילו בעיכול - אחוז היחידות השייכות לכישור נמוך מאלו של תוכן.

בשיעורי עיכול יש יותר יחידות נושא הדורשות להעמיד בעיה מאשר בשיעורי הפוטוסינתזה, ואילו בשיעורי פוטוסינתזה שכיחות יותר יחידות הנושא של ניתוח ושיפוט.

לוח 8: הפרשים מובהקים בין מעבדות פוטוסינתזה לבין מעבדות העיכול

שם הפריט	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן	ערך t
----------	-------	-----------	-------	-----------	-------

אופן ההוראה	מעשי-תאורטי	1.8	1.2	2.6	1.2	-2.1*
התחלקות הדיבור	דיבור המורה-כללי	26.9	17.2	42.6	20.1	-2.8
מיקום המורה	מורה ליד הלוח	31.3	23.4	59.1	19.9	-4.2
טכניקות ההוראה	עבודה במיקרוסקופ	16.7	20.9	3.4	11.6	2.0*

* $P < 0.05$, ביתר המקרים $P < 0.01$.

בלוח 8 אפשר לראות, שבמעבדות הפוטוסינתזה עוסקים בנושאים תאורטיים יותר מאשר במעבדות העיכול. במעבדות העיכול המורה מדבר יותר, עומד בסמיכות ללוח ביותר ממחצית זמן המעבדה, ואילו במעבדות הפוטוסינתזה המורה מרבה להסתובב בין התלמידים. ייתכן שיש קשר בין העובדה שבשיעורי הפוטוסינתזה המורה מרבה להסתובב בין התלמידים ובין העובדה שבשיעורי הפוטוסינתזה רבה יותר העבודה במיקרוסקופ אשר מחייבת, בדרך כלל, את המורה לבקר ולבדוק מקרוב את עבודת התלמידים.

דיון

התבוננות בכלל התוצאות מראה, שבחלק מהפריטים סטיית התקן גדולה מהממוצע, כלומר: יש פיזור רב סביב הממוצע, או במילים אחרות: יש הבדלים ניכרים בין המורים השונים. התופעה מתבטאת, למשל, בסעיפים של דיבור התלמידים, בניית היפותזות, דיווח על התוצאות.

ממצאינו בעניין זה תואמים ממצאים של חוקרים אחרים, ובמיוחד את אלה של גלגהר (Gallagher, 1967) שמצא כי מורים שונים, המלמדים אותה תכנית לימודים ואותו נושא, נוקטים גישות שונות ויש להם סגנון הוראה אישי. על אף עובדה זו אפשר לבחון את כלל המורים שבמדגם כקבוצה ולנסות לאפיין בעזרת התצפיות שערכנו כמה ממאפייני הוראת הביולוגיה בנושאים שנבדקו.

אופי ההוראה

ההוראה בביולוגיה נוטה להיות תאורטית ומכוונת על ידי המורה. בממוצע, של הדגשה שווה של המוחשי והמופשט, אך יש הבדלים בתחום זה בין השיעורים למעבדות וכן בין עיכול ופוטוסינתזה: ההשוואה בין שיעור ומעבדה מראה כי המעבדה הרבה יותר מוחשית מהשיעור - עובדה שאפשר היה לצפות מראש על סמך אופיה המיוחד של המעבדה. עוד הבדל בין השיעור למעבדה הוא בסעיף מעשי-תאורטי: מסתבר שהמעבדה יותר מעשית מהשיעור. הבדל זה אינו צפוי בהכרח, מכיוון שגם בשיעור אפשר לעסוק בנושאים מעשיים.

הבדלים בין מעשי ומופשט יש גם בין מעבדות עיכול ומעבדות פוטוסינתזה. בנושא העיכול עסקו בדברים מעשיים לעתים קרובות יותר מאשר בנושא הפוטוסינתזה. ייתכן שהדבר נובע מכך שהעיכול נוגע ישירות לכל אחד מהלומדים ונוגע לחיי יום-יום.

דיבור מורה ותלמידים

במחקרנו מצאנו שהמורה והתלמידים מדברים בממוצע 75% מזמן השיעורים והמעבדות, כאשר משך הדיבור הממוצע בשיעורים הוא 90% ובמעבדות 45%.

בשיעורים מדבר המורה כ-70% מהזמן והתלמידים כ-20%.

במעבדות מדבר המורה כ-35% מהזמן והתלמידים כ-10%.

מנתונים אלה מסתבר שיש יחס דומה בין דיבור התלמידים לדיבור המורה בשיעורים ובמעבדות, והוא עומד על 1: 3.5 או 0.29.

פרח (Parakh, 1969) מצא, שהמורה מדבר בממוצע 79% מהזמן והתלמידים 16% (יחס של 1: 4.5). גלגהר (Gallagher, 1967) מצא, שדיבור המורה בשיעור נע בין 66% ל-95%. קמפבל (Campbell, 1972) מצא, שהיחס בין דיבור התלמידים לדיבור המורה בשיעורים היה 0.22, או 1: 4.5.

נראה אפוא שיש דמיון בעניין זה בין המורה לביוולוגיה בישראל ובארצות-הברית, אף כי, יחסית, ניכרת נטייה להשתתפות רבה יותר של התלמידים בישראל. מעניין ההבדל שנמצא במחקרנו בין מידת דיבורו של המורה בנושאים השונים: מסתבר שכאשר מלמדים את נושא העיכול, מדברים המורים יותר מאשר בנושא הפוטוסינתזה ובמיוחד נכון הדבר במעבדות. ייתכן שמעבדות הפוטוסינתזה מאפשרות יותר עבודה עצמאית של התלמידים ללא עזרת המורה.

מספר השאלות וסוגיהן

ניתוח השאלות שהמורים שואלים נחשב כאחד האמצעים הרגישים ביותר לאבחון דרך ההוראה. אפשר לדון בשני קריטריונים: מספר השאלות בדקה ורמתן של השאלות.

וילסון (Wilson, 1969) מצא, שמורי התכניות החדשות שואלים יותר שאלות מהמורים המלמדים לפי תכניות מסורתיות. מרי באד ראו (row, 1974) מצאה שבבתי ספר יסודיים רבים הגיע מספר השאלות שהמורה שואל בשיעורי מדע ל-7-8 בדקה. לאחר אימון מתאים, שכתוצאה ממנו הגיעו המורים לזמן המתנה אופטימלי לאחר הצגת השאלות, ירד מספר השאלות ל-0.4 בדקה. מסתבר, שעצם העובדה שמורה שואל יותר שאלות איננה בהכרח סמן חיובי, כפי שהציע וילסון. "הפצצה" תכופה מדי בשאלות מאפיינת, כפי שציינה מרי באד ראו, הוראה המדגישה ידע וזכירה.

במחקרנו נמצא שמספר השאלות הממוצע בדקה בשיעורים הוא 0.7 ובמעבדות 0.3. מרי באד ראו מצאה, שבשיעורים שבהם מספר השאלות נמוך מ-1 לדקה, רמת השאלות ורמת החקר גבוהות במידה ניכרת בהשוואה לשיעורים שבהם מספר השאלות גדול יותר.

לד ואנדרסון (Ladd and Anderson, 1970) מצאו, שתלמידים של מורים השואלים יותר שאלות חקר, מגיעים להישגים גבוהים יותר מחבריהם הלומדים אצל מורים השואלים יותר שאלות זכירה בבחינות בין הן מורכבות

משאלות "גבוהות חקר" בין משאלות "נמוכות חקר". במילים אחרות, שאלות המחייבות חשיבה מביאות להישגים גבוהים יותר גם בזכירה. וילסון מצא, שמורים "קונבנציונליים" שואלים יותר שאלות זכירה, ואילו מורים המלמדים לפי תכניות לימודים חדשות שואלים יותר שאלות של ניתוח, הערכה ושיפוט. התפלגות השאלות לפי קטגוריות אלו, אצל המורים המלמדים לפי תכניות חדשות במחקרו של ויסלו, דומה לזו שנמצאה במחקרנו. לעומת זאת, זהה אחוז שאלות הכישור והתצפית במחקרנו לזה של מורי התכניות המסורתיות במחקרו של וילסון (לוח 9). אפשר להסביר זאת בכך שאת שאלות הכישור והתצפית שואלים מורי הביולוגיה בישראל בעיקר במעבדה, ובמחקרנו היו המעבדות רק 40% מכלל השיעורים שנבדקו, בעוד שבמחקרו של וילסון לא הייתה הפרדה בין שיעורים ומעבדות. הממצא הבולט ביותר הוא האחוז הגבוה של שאלות הבנה, ניתוח והערכה בשיעורי הביולוגיה בישראל, אף כי ברבע מהשיעורים והמעבדות שנתחו נלמדה תכנית מסורתית.

לוח 9: השוואת תוצאות מחקרנו לאלו של וילסון

המחקר הנוכחי	מחקר וילסון		סוג השאלות
	תכניות חדשות	תכניות מסורתיות	
35.4	25.4	60.6	ידע וזכירה
8.3	24.9	8.3	כישור ותצפית
51.6	48.5	31.0	הבנה, ניתוח והערכה
4.8	0.2	0.1	אחר
100.0	100.0	100.0	סך-הכול

נראה שהוראת הביולוגיה בישראל מצטיינת בשכיחות וברמה של שאלות המצביעה על הוראה בדרך החקר. נוסף על כך אפשר להצביע על עוד כמה ממצאים מעניינים: המורים מרבים, יחסית, לבחון היפותזות ורק לעתים רחוקות מבקשים מהתלמידים להעמיד בעצמם את ההיפותזות ולנסחן. בנושא העיכול המורה שואל בממוצע יותר שאלות ידע וזכירה, ואילו בנושא הפוטוסינתזה שכיחות יותר שאלות של בניית היפותזה. המעבדה מעצם טיבה עוסקת בתצפיות, ולכן היא עשירה בשאלות מסוג זה. בדרך כלל שואלים במעבדה פחות מבישעור שאלות של ידע, הבנה והערכה. ניתוח השאלות במחקרנו נערך בצורה יסודית מאוד, והדוגמאות המובאות לעיל עשויות לשמש מדריך יעיל לכל המעוניינים למיין את שאלותיהם של המורים ולדרגן, כולל המורים עצמם.

טכניקות הוראה

מובן מאליו שיש הבדלים בטכניקות ההוראה בין שיעור למעבדה. במעבדה המורה מרבה לתת הוראות. כמו כן מוקדש חלק נכבד מהזמן במעבדה לדיווח של תוצאות.

שתי נקודות מעניינות: בנושא העיכול, ובעיקר בשיעורים, המורה משתמש בטכניקות של שאלות ותשובות יותר מאשר בנושא הפוטוסינתזה. ייתכן שנוהג זה נובע מכך שהמורים מניחים קיום ידע מוקדם רב יותר בכל הנוגע לעיכול ומשתדלים להפיק את הידע הזה מתלמידיהם בשאלת שאלות. הנקודה השנייה: במעבדות פוטוסינתזה משתמשים במיקרוסקופ יותר מאשר במעבדות עיכול. ממצא זה אפשר להסביר בכך שבכיתות רבות נלמד המבנה האנטומי של העלה ובמיוחד של הפיוניות בהקשר לפוטוסינתזה.

דרכי ההוראה

בשיעורים מספיקים לדבר על יותר נושאים מאשר במעבדה. המעבדה מנסה להקנות כישורים ובשיעור עוסקים בעיקר בלימוד תכנים. הרמה הגבוהה של הוראת הפוטוסינתזה מתבטאת ברמת השיעור ובסגנונו. כ-30% מהשיעור בנושא העיכול מתנהל ברמה של תיאור עובדות, ואילו בפוטוסינתזה רק ב-20% מהשיעור מתנהל ברמה זו והשאר נעשה ברמות גבוהות יותר, כמו למשל: חיזוי ותכנון או ניתוח ושיפוט.

מעניינת ההשוואה בין התוצאות שקיבל גלגהר במחקרו לבין התוצאות שנתקבלו במחקר הנוכחי. בשני המקרים נבדקה הוראת נושא הפוטוסינתזה בכיתה י' והניתוח בוצע באמצעות קריטריונים זהים (לוח 10).

לוח 10: השוואת תוצאות המחקר הנוכחי לתוצאות של גלגהר (1967)*

המחקר הנוכחי (22 מורים)	מחקר גלגהר (6 מורים)	הפריט
10	17	מספר הנושאים הממוצע בשיעור
73	87	המטרה: תוכן

27	13	כישור
25	18	הרמה והסגנון : נתונים, עובדות ומושגים
61	74	הסבר, השוואה, הכללה
14	8	הערכה ושיפוט

* פרט למספר הנושאים, המספרים מייצגים אחוזים מזמן השיעור.
מההשוואה נראה שמספר הנושאים הממוצע בשיעור גבוה יותר בארצות-הברית.

המורים בישראל מדגישים יותר מעמיתיהם בארצות-הברית את פיתוחם של כישורים, לימוד עובדות ומושגים והערכה ושיפוט. לעומת זאת, המורים שנבדקו בארצות-הברית מרבים בהסברים, בהשוואות ובהכללות.

בדומה למחקרים אחרים, נמצאה גם במחקר הנוכחי שונות רבה בסגנון ההוראה של מורים שונים. עם זאת אפשר לאפיין את דרך ההוראה של כלל המורים ואת סגנון הוראתם ולהגיע למסקנות האלה:

- א. יש הבדלים בהוראה של נושאים שונים על ידי מורים שונים.
- ב. רמת החקר בהוראת הביולוגיה בישראל אינה נופלת מזו של מורים המלמדים לפי תכניות חדשות בארצות-הברית.
- ג. פעילותם המילולית של התלמידים בישראל אינה נופלת בממוצע והיא אף עולה על פעילותם של התלמידים בארצות-הברית.
- ד. בהוראת הביולוגיה בארץ מושם דגש רב על לימוד חומר תאורטי ודגש מועט בלבד על השימוש המעשי בחומר הנלמד.
- ה. על-פי רוב, את הוראת הביולוגיה מכוון המורה ורק במקרים נדירים ניתנת לתלמידים ההזדמנות לתכנון בעצמם את לימודיהם ולכוונם.

להלן שאלות אחדות שכדאי היה לבדוק במחקר אחר:

- א. מהו הקשר בין המשתנים השונים שנבדקו במחקר הנוכחי?
- ב. כיצד משפיעים דרך ההוראה וסגנונה על הישגי התלמידים?
- ג. מהם הגורמים המשפיעים על דרך ההוראה של המורה ועל סגנונה?
- ד. האם אפשר לשנות את דרך ההוראה של המורה ואת סגנונה ולכוונן? כיצד?
- ה. האם עשויה מודעותו של המורה לדרך ההוראה שלו ולסגנונה לעזור לו בעבודתו?

הערות

1. ברטוב: **ביולוגיה כללית**; **ביולוגיה חדשה**; **גוף האדם**; **חסרי חוליות**; **בעלי חוליות**; **בוטניקה**.
2. הפילוג מבוסס בעיקרו על זה של פישלר וצימר, בשינויים קלים: כל אחד מהסעיפים 1, 2, 3, א, 3, א היו במקור שני סעיפים נפרדים שאותם איחדנו; גם הוספנו את סעיף 2 שאינו מופיע אצל פישלר וצימר.

ביבליוגרפיה

Campbell, J.R.A., (1972). "Longitudinal Study in the Stability of Teacher's Verbal Behavior", **Science Education**, **56**, pp. 89-96.

Fischler, S.A. and Zimmer, G., (1967-1968). "The Development of an Observational Instrument for Science Teaching", **Journal of Research in Science Teaching**, **5**, pp. 127-137.

Gallagher, J.J., (1967). "Teacher Variation in Concept Presentation in BSCS Curriculum Program", **BSCS Newsletter**, **30**, pp. 8-19.

Ladd, G.T. and Anderson, H.O.,(1970). "Determining the level of Inquiry in Teachers' Questions", **Journal of Research in Science Teaching**, **7**, pp. 395-400.

Parakh, J.S.A. (1969). Study of Teacher-Pupil Interaction in High School Biology Classes", **Journal of Research in Science Teaching** **6**; pp. 284-292.

Row, M.B., (1974). "Wait-time and Rewards as Instructional Variables, Their Influence on Language, Logic and Fate Control: Part I-Wait-Time", **Journal of Research in Science Teaching**, **11**, pp. 81-94.

Wilson, J.H., (1969). "The 'New' Science Teachers Are Asking More and Better Questions", **Journal of Research in Science Teaching**, **6**, pp. 49-53.

הבעת תודה

תודתי ללאה וולדווסקי על איסוף הנתונים ועל עזרתה בניתוחם וכן לאוניברסיטת בן-גוריון ולמרכז להוראת המדעים שסייעו במימון המחקר.