

יצירתיות בהעלאת שאלות כמנוף לשיפור החשיבה המדעית בניסויי חקר בכימיה



צילה ארן, גיא אשכנזי*
החוג להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית ירושלים

הוראה ישירה של חשיבה - הוראה של מיומנויות חשיבה ללא תלות במקצועות לימוד. מיומנויות החשיבה נלמדות בשיעורים אלו תוך שימוש בדוגמאות שאינן קשורות לתכנית הלימודים.

לדעת דה-בונו, תמצית היצירתיות היא הנכונות להקדיש מאמץ למציאת חלופות נוספות, ולא להסתפק באפשרויות הקיימות. האפשרות הגלויה והטריוויאלית אינה בהכרח האפשרות הסבירה ביותר, כי ייתכן שתהיינה אפשרויות מוצלחות יותר - אם רק ייעשה המאמץ הסביר למצוא אותן.

החיפוש המכוון אחר חלופות, אפשרויות, ברירות - **חא"ב** - הוא כלי המסוגל להעביר את התלמיד אל מעבר לדפוסי החשיבה שהוא רגיל בהם. כלי זה הוא בבחינת תרופה לתגובה רגשית. בכל עת שנדמה שהתלמיד מתבונן בנושא כלשהו בדרך קשיחה וצרה, ניתן לבקשו לעשות חא"ב. בתחילה יעלה התלמיד מספר קטן של חלופות, הנובעות בדרך כלל מתוך דפוסי החשיבה המכונים "השטף הראשוני". אולם לאחר שהונחה לכך, יתאמץ התלמיד ויחפש אחר חלופות נוספות. חלופות אלו מכונות "השטף המשני".

מטרת שלב זה:

- **אימון** - אימון במיומנויות חשיבה - חא"ב.
- **מודעות** - להביא את התלמיד למודעות לכך שישנן חלופות נוספות, "השטף המשני".

שלב שני - גישת המיזוג Infusion (Swartz & Parks, 1984)

"כנגד ארבעה בנים דיברה התורה... ואחד שאינו יודע לשאול"

(מתוך ההגדה של פסח)

מבוא |

מורים רבים, במיוחד בתחום הוראת המדעים, שואלים את עצמם את השאלה הבאה:

מדוע התלמידים, ואף המוכשרים שבהם, אינם מצליחים לשאול שאלות רבות, מגוונות ומקוריות?

אחת התשובות לכך היא, שהתלמיד חושב באופן אוטומטי ומציע פתרונות מוכנים המאוחסנים בזיכרונו.

לאור זאת, נראה שאם התלמיד ילמד לחשוב באופן יצירתי, אזי יוכל בעת הצורך לנטוש את דפוסי החשיבה הקיימים ולשאול שאלות באופן מסתעף.

הייחודיות של מחקר זה הוא שימוש בכלי חשיבה גנריים להשבת מיומנות החקר של העלאת שאלות בניסויי חקר בכימיה.

לקראת מחקר זה פותחה תכנית להוראת חשיבה יצירתית המבוססת על גישות שונות מתחום החשיבה Swartz. (Perkins. de Bono).

התכנית להוראת חשיבה יצירתית

התכנית מבוססת על שתי גישות: האחת - הוראה ישירה של חשיבה, והשנייה - גישת המיזוג.

שלב ראשון - הוראה ישירה של חשיבה (דה-בונו 1995)

*צילה ארן, דוקטורנטית בחוג להוראת המדעים באוניברסיטה העברית בירושלים בהנחייתו של ד"ר גיא אשכנזי, סגנית ראש המחלקה לחינוך במכללה, ירושלים ומורה לכימיה בבי"ס תיכון א, ד, רוטשילד, ירושלים.

*ד"ר גיא אשכנזי, מפתח תכניות לימודים בעמותה למצויינות בחינוך, ומורה לכימיה בתיכון למדעים ואמנויות, ירושלים.



באמצעות מארגן חשיבה הגרפי, מיינו התלמידות את השאלות לסוגים (וכפי שנראה להלן במארגן הגרפי), הוסיפו שאלות נוספות לכל סוג, הציעו סוגים נוספים ויצרו צירופים חדשים כדי ליצור סוגים חדשים.

- למארגן חשיבה גרפי יש את היתרונות הבאים:
- מאפשר להתמקד בכל אחד משלבי החשיבה בתורו.
- מנחה את המשתמש במהלך תהליך החשיבה.
- מאפשר למשתמש לרשום בצורה מסודרת מידע שאלמלא כן היה עליו לזכור אותו.
- מציג בצורה ברורה יחסים חשובים בין מרכיבי מידע ושלבי חשיבה שונים.

לדוגמה: מארגן חשיבה גרפי.

בשלב השני של התכנית: בוצעה הוראת חשיבה יצירתית המבוססת על גישת המיזוג.

לכל שיעור המועבר בגישת המיזוג יש מטרה כפולה: העמקת ההבנה של התכנים, וטיפול מיומנות חשיבה. בכך נבדלת גישת המיזוג מהגישות האחרות.

בשלב זה של התכנית למדו התלמידות להעלות שאלות בדרך מיומנת, תוך ביצוע מעבדות חקר, וכל זאת באמצעות מארגן חשיבה גרפי שפותח לצורך מחקר זה. במארגן חשיבה זה קיימת התייחסות מפורשת, הן למיומנות חשיבה מסדר גבוה – העלאת שאלות באופן יצירתי, והן לתחום תוכן מדעי – ניסויי חקר בכימיה. בעקבות זאת, התלמידים ממוקדים בדרכי חשיבתם, תוך שהם מעמיקים ומעשירים את הידע שלהם בכימיה.

מארגן חשיבה גרפי – מס' 1

תיאור הניסוי

הסבר

העלאת שאלות

על מה שלא יכולים לראות

שאלות על ההסבר
התיאורטי

על מה שלא רואים

שאלות ברמת
ההכללה

על מה שרואים

שאלות ברמת
התופעה

שאלות על מה שרואים

שאלות על מה שלא רואים (שאלות המתחילות ב: אילו, לו, מה היה קורה לו)

שאלות על מה שאין יכולים לראות (שאלות על ההסבר המשוער)

המחקר

מטרות המחקר הן לבדוק:

האם בעקבות הוראת החשיבה היצירתית יתחוללו שינויים:

1. ביכולת התלמידים לשאול שאלות בניסויי חקר בכימיה.

ובעקבות כך:

2. ברמת החשיבה היצירתית שתלמידים מפגינים בהקשר למדע.

אוכלוסיית המחקר

כ-100 תלמידות בכיתה ט', הלומדות בבית ספר תיכון אינטגרטיבי בירושלים.

מערך המחקר

1. Pretest - בדיקת יכולת התלמידים לשאול שאלות.

2. בדיקת יכולת החשיבה היצירתית במדע.

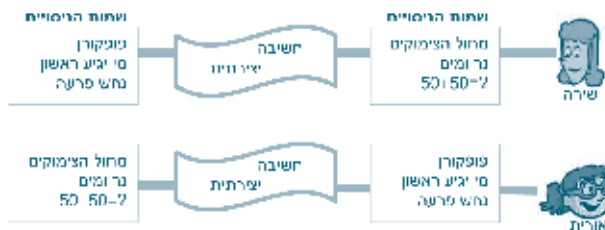
התערבות - הוראת חשיבה יצירתית

1. Posttest - בדיקת יכולת התלמידים לשאול שאלות.

2. בדיקת יכולת החשיבה היצירתית במדע.

דוגמה להתנהלות המחקר

שירה ואורית ביצעו שלושה ניסויים לפני למידת חשיבה יצירתית ושלושה אחרי הלמידה.



השאלות שהתלמידות שאלו במהלך המחקר נבדקו באמצעות 12 משתנים. במאמר זה אתייחס לשלושה משתנים מתוכם.

1. שטף: מספר השאלות ששאלה כל תלמידה על ניסוי נתון.
2. הכללה: מספר השאלות שהתלמידות שאלו על מה שלא ראו במהלך הניסוי - שאלות המובילות להכללה.
3. נימוק: מספר התלמידות שנימקו באופן מדעי את בחירת שאלת החקר.

דוגמאות לשאלות ששאלה אורית הניסוי "מי יגיע ראשון" - לפני הוראת חשיבה יצירתית

The image shows a handwritten list of questions on a piece of paper. The text is in Hebrew and includes:

- נסחי כמה שיותר שאלות בעקבות הניסוי שנתן.
- שימו לב שהשאלות תהיינה מסוגים שונים, וקשורות לניסוי שבוצע.
- 1. האם אפילו אלו?
- 2. האם זה יהיה המובנה באפילו האפילו?
- 3. האם יקרה אפילו אם נשים 50:50?
- 4. האם זה יקרה באפילו בין 50:50?

 Below the list, there are two bullet points:

- בחרי אחת מתוך השאלות שכתבת בסעיף הקודם, אשר את יכולה לענות עליה באמצעות ניסוי שתערכי בתמי מעבדה בבית הספר.
- מתי השאלה האם יקרה אפילו אם נשים 50:50?
- כתבי מדוע בחרת בשאלה זו. ב. האם אפילו אפילו זה יהיה נראה שאלה אלה ימנעו חלקי ימנעו חלקי.

מדגם של 3 משתנים מתוך 12 משתנים שנבדקו במחקר:

שטף - 4 שאלות

הכללה - שאלה מספר 3

נימוק - נימוק סתמי

הניסוי "נר זמים" - אחרי הוראת חשיבה יצירתית

The image shows a handwritten list of questions on a piece of paper. The text is in Hebrew and includes:

- נסחי כמה שיותר שאלות בעקבות הניסוי שנתן.
- שימו לב שהשאלות תהיינה מסוגים שונים, וקשורות לניסוי שבוצע.
- 1. האם זה יהיה המובנה באפילו האפילו?
- 2. האם יקרה אפילו אם נשים 50:50?
- 3. האם זה יקרה באפילו בין 50:50?
- 4. האם יקרה אפילו אם נשים 50:50?

 Below the list, there are two bullet points:

- בחרי אחת מתוך השאלות שכתבת בסעיף הקודם, אשר את יכולה לענות עליה באמצעות ניסוי שתערכי בתמי מעבדה בבית הספר.
- מתי השאלה האם יקרה אפילו אם נשים 50:50?
- כתבי מדוע בחרת בשאלה זו. ב. האם אפילו אפילו זה יהיה נראה שאלה אלה ימנעו חלקי ימנעו חלקי.

שטף - 11 שאלות

הכללה - שאלות 4,8,9,10,11

נימוק - מדעי



תוצאות

ניתוח התוצאות מבוסס על השוואת המשתנים בין Posttest ל- Pretest.

שטף - מספר השאלות ששאלה כל תלמידה בממוצע

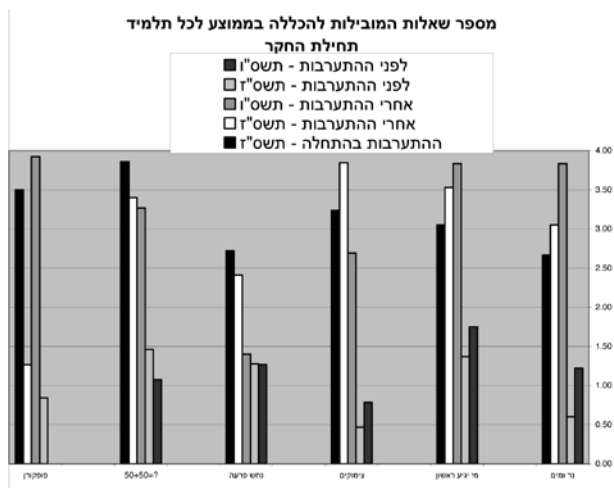
נערכה השוואה בין מספר השאלות ששאל כל תלמיד לפני הוראת חשיבה יצירתית ואחריה. התוצאות מסוכמות באיור מס' 1.

משתנה נוסף:

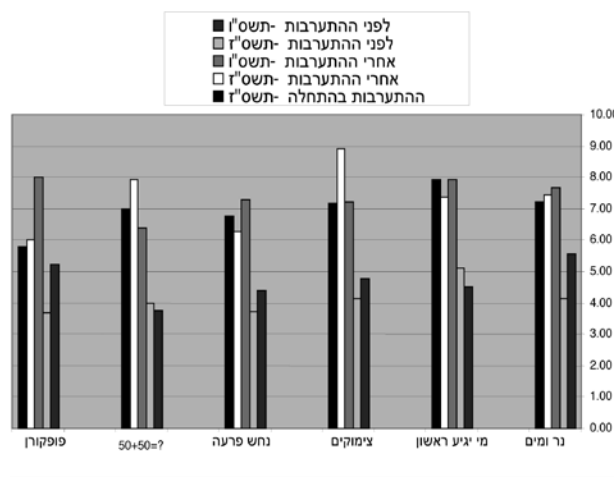
הכללה - מספר השאלות המובילות להכללה

דוגמאות לסוג זה של שאלות:

1. מה יקרה אם נחליף את המים המזוקקים בכוהל?
2. אם נשים את חומר A על B, האם נקבל פס צהוב?
3. מה היה קורה לו היינו שמים 2 נרות?
4. לו היינו שמים נפח גדול יותר מכל נוזל? התוצאות מסוכמות באיור מס' 2.



מספר שאלות התחלתי -ממוצע עבור כל תלמיד



הציר האנכי מתאר מספר שאלות.

הציר האופקי מתאר את סוגי הניסויים שנערכו: נר ומים, מי יגיע ראשון, מחול הצימוקים, נחש פרעה, 50+50=? ופופקורן.

מתרשים זה ניתן לראות:

- לפני הוראת חשיבה יצירתית: בכל הניסויים, מספר השאלות המובילות להכללה נע בממוצע בטווח שבין 0.5 עד 1.5 שאלות בממוצע.
- לאחר הוראת חשיבה יצירתית:

* ניתן לראות שמספר השאלות המובילות להכללה עלה באופן מובהק בעקבות הוראת חשיבה יצירתית, הן כאשר ההוראה היצירתית התרחשה בתחילת מחזור (עמודה בצבע שחור) והן כאשר ההוראה היצירתית התרחשה לאחר ביצוע שלושה ניסויי חקר (עמודה לבנה).

* ניתן לראות בבירור שסוג הניסוי אינו מהווה גורם משמעותי לעלייה במספר השאלות המובילות להכללה. השינוי העיקרי במספר השאלות מתרחש, כאמור, בעקבות ההתערבות.

הציר האנכי מתאר מספר שאלות.

הציר האופקי מתאר את סוגי הניסויים שנערכו: נר ומים, מי יגיע ראשון, מחול הצימוקים, נחש פרעה, 50+50=? ופופקורן.

מתרשים זה ניתן לראות:

- לפני הוראת חשיבה יצירתית: התלמידות שאלו בממוצע כ-4-5 שאלות על כל ניסוי וניסוי.
- לאחר הוראת חשיבה יצירתית:

התלמידות שאלו בממוצע כ-7 שאלות על כל ניסוי וניסוי. ניתן לראות שמספר השאלות עלה באופן מובהק בעקבות הוראת חשיבה יצירתית, הן כאשר ההוראה היצירתית התרחשה בתחילת מחזור (עמודה בצבע שחור) והן כאשר ההוראה היצירתית התרחשה לאחר ביצוע שלושה ניסויי חקר (עמודה לבנה).

ניתן לראות בבירור, שסוג הניסוי אינו מהווה גורם משמעותי לעלייה במספר השאלות. השינוי העיקרי במספר השאלות מתרחש, כאמור, בעקבות ההתערבות.



משתנה נוסף

נימוק – מספר התלמידים שנימוקו באופן מדעי את בחירת שאלת החקר.

נימוקי התלמידות נחלקו לשלושה סוגים:

א. נימוקים **סתמיים** המסבירים את בחירת שאלת החקר.

לדוגמה: מעניין אותי. כך בחרנו.

ב. ללא נימוק כלל.

ג. נימוקים מדעיים המסבירים את בחירת שאלת החקר.

לדוגמה: **בניסוי: נר ומים**

שאלת החקר של התלמידה: לו הייתי שמה כוהל במקום מים, האם הנר היה נכבה?

נימוק: כי הכוהל הוא חומר דליק ואני רוצה לדעת אם האש תמשיך לדלוק.

בניסוי: $50 + 50 = ?$

שאלת החקר של התלמידה: מה היה קורה לו היינו שמים מים קרים?

נימוק: כי החלקיקים נעים יותר לאט.

נימוקים אלו מעידים על יצירת חיבור או ניסיון חיפוש של ידע קודם כדי להסביר את התופעה שהתרחשה.

במסגרת משתנה זה התקבלו הן נימוקים שגויים והן נימוקים נכונים מבחינה מדעית.

התוצאות מסוכמות באיור מס' 3.

הציר האנכי מתאר מספר התלמידים באחוזים. הציר האופקי מתאר את סוגי הניסויים שנערכו: נר ומים, מי יגיע ראשון, מחול הצימוקים, נחש פרעה, $50+50=?$ ופופקורן.

מתרשים זה ניתן לראות:

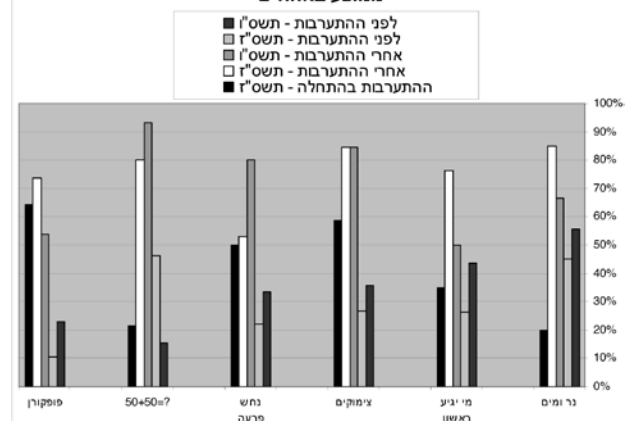
* מספר התלמידות המנמקות באופן מדעי עלה באופן מובהק בעקבות הוראת חשיבה יצירתית. הן כאשר ההוראה היצירתית התרחשה בתחילת מחזור (עמודה בצבע שחור) והן כאשר ההוראה היצירתית התרחשה לאחר ביצוע שלושה ניסויי חקר (עמודה לבנה).

* ניתן לראות בבירור שסוג הניסוי אינו מהווה גורם משמעותי לעלייה באחוז התלמידות המנמקות באופן מדעי. השינוי העיקרי באחוז ההסברים המדעיים מתרחש, כאמור, בעקבות ההתערבות.

מסקנות עיקריות מהמחקר

1. תלמידים אשר לומדים חשיבה יצירתית מפגינים רמה גבוהה יותר של מיומנות חקר ושאלת שאלות, הבאים לידי ביטוי **בשאלת שאלות רבות יותר, מסוגים שונים ובתחומים מגוונים**.
2. הוראת חשיבה יצירתית הביאה בעקבותיה שיפור במשתנים שנבדקו. המשתנה הראשון מראה על שיפור בחשיבה היצירתית בכלל. המשתנה השני מראה על שיפור בחשיבה היצירתית במדע. המשתנה השלישי מראה על שיפור בחשיבה המדעית.
3. במחקר זה נראה שביצוע ניסויי חקר ללא התערבות מכוונת אינו מבטיח שיפור של החשיבה המדעית.
4. איכות החקר אינה מושפעת מתוכני הניסויים, אלא מיכולת התלמידות לבצע חקר באופן מעמיק, באמצעות יצירתיות בחשיבה.

מספר תלמידים שנימוקו באופן מדעי את בחירת שאלת החקר ממוצע באחוזים



ביבליוגרפיה

דה-בוננו, אדוארד. (1993). **למד את ילדך לחשוב**. (תרגום מאנגלית דליה שרון). בהוצאת מכון ברנקו וייס לטיפוח החשיבה והאגף לתכניות לימודים במשרד החינוך.

דה-בוננו, אדוארד. (1995). **יצירתיות רצינית – שימוש בחשיבה לאטרלית ליצירת רעיונות חדשים**. (תרגום מאנגלית דליה שרון). בהוצאת מכון ברנקו וייס והאגף לתוכניות לימודים במשרד החינוך.

טישמון, שרי. פרקינס, דיוויד. ג'יי, איילין. (1996). **הכיתה החושבת – למידה והוראה בתרבות של חשיבה**. (תרגום מאנגלית דליה שרון). בהוצאת מכון ברנקו וייס לטיפוח החשיבה והאגף לתכניות לימודים במשרד החינוך.

שור, רלי. (2002). **כימיה בגישה חוקרת**. על כימיה, יוני 2002, המחלקה להוראת המדעים מכון ויצמן, המרכז הישראלי לחינוך מדעי טכנולוגי ע"ש עמוס דה-שליט, האגף לתכנון תכניות לימודים, משרד החינוך, האוניברסיטה העברית ירושלים – המרכז להוראת המדעים. עמודים 52-60.

שרון, דליה. (עורכת) (2001). **מיזוג החשיבה בלמידה – מבואות ומערכי שיעורים לדוגמה**. בהוצאת מכון ברנקו וייס, האגף לתכניות במשרד החינוך ומנהל כוח אדם בהוראה, תיאום ובקרה במשרד החינוך.

Dori, Y.J.& Herscovitz, O. (1999). "**Question posing capability as an alternative evaluation method: Analysis of an environment case study**". Journal of Research in Science Teaching, 36, 411-430

Perkins, D.N., Salomon, G. (1989). "**Are cognitive skills context-bound?**" Educational Researcher, 47, 16-25.

Perkins, David. and Swartz, Robert (1991) "**The Nine Basics of Teaching Thinking**", in **if Minds Matter: A Foreword to the Future**, vol. II, edited by A. Costa, J. Bellanca, and R. Fogarty, Skylight Publications, Palatine, IL, pp. 53-69

Swartz, Robert j. & Parks, Sandra. (1984). "**Infusing the Teaching of Critical and Creative Thinking into Content Instructing**", Critical Thinking Press & Software.