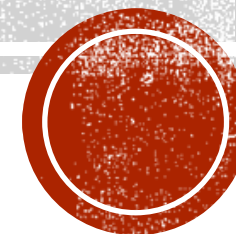




שיח מקדם פרקטיקות אפיסטמיות בשיעורי המדעים

שולמית קפון



שאלון מקדים – אותה גברת בשינוי אדרת?

- האם לדעתך יש הבדל מהותי בין ההתמקדות הנוכחית בלמידה דרך התנסות בפרקטיקות מדעיות לבין רפורמות קודמות שהתמקדו בלמידה בדך החקר?
 - אין הבדל
 - יש הבדל
 - לא יודע/ת
- הסבירו את תשובתכם
- <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSesW-CnGHsN-ChWf6P5pk-VN1D3Afpgo4i7fzysdDqAkZ6YFw/viewform>

מיקוד בהוראת פרקטיקות אפיסטמיות

- שיפור למידת החקר כך שתשקף ותאפשר לתלמידים להתנסות באופן שלם בתהליך הבניה של ידע מדעי. תיאור מפורש יותר לחקר מוצלח עם תלמידים, כזה שמוביל להתפתחות של ידע מדעי. למידת הרעיונות מדעיים דרך העיסוק במגוון הפרקטיקות שיכולות להוביל ליצירתם.
- השתתפות בפרקטיקה (למשל, תכנון וביצוע של חקירה מדעית, פיתוח ושימוש במודלים, בניית הסברים מדעיים וכד') דורשת שליטה במיומנויות וידע מדעי ואפיסטמי.
- דוגמאות לצורך בשינוי:
 - חלק ניכר מהעיסוק בחקר בכיתות מתמקד במציאת קשר בין שני משתנים. הבעיה היא שלעיתים קרובות חקירה אמפירית זו אינה מתרחשת במסגרת תהליך מתמשך של בניה וזיקוק של הסבר מדעי שלם לתופעה.
 - חלק ניכר מהעיסוק בחקר בכיתות מתמקד בבחינה של השערות. אישוש או הפרכה של השערה היא בהחלט חלק מעשייה מדעית, אבל פעולה זו בעלת משמעות רק אם היא מהווה חלק ממהלך רחב יותר של בניה של מודל או תיאוריה שמסבירים את התופעה.

קטע מתוך עבודת חקר של תלמידה (יב', 5 יח"ל פיזיקה)

לאחר שמצאנו את היחס בין תדירות הנפנוף לכוח העילוי, כאשר הוא שווה לכוח הכבידה, חישבנו את מקדם

$$\frac{6F_D}{\rho h \cdot [2\pi f]^2 \cdot R^3} = C_D \text{ : הגרר } C_D \text{ דרך בידודו מהמשוואה:}$$

מקדם העילוי שהתקבל מהצבת הנתונים הידועים לנו: תדירות הכנף, כוח הגרר (שווה לכוח הכבידה), מסת החרק, אורך ורוחב כנפיו, הוא: $C_D = 1.36 \pm 0.05$.

על פי נתונים שמצאנו במקורות אחרים מקדם הגרר של לוח שטוח (צורה המדמה באופן טוב את צורת הכנף של הצרעה המזרחית) הוא כ- 1.98.

לאחר שראינו זאת ניסנו לגלות מדוע מקדם הגרר שקיבלנו בניסוי שלנו נמוך ממקדם הגרר הרצוי, וראינו כי מקדם הגרר הרצוי (כ- 1.98) הוא בעצם כאשר הגוף הוא בניצב לכיוון הרוח, וכנף הצרעה המזרחית אינה ניצבת, אלא נעה בשיפוע קל ביחס לכיוון תנועתה. לכן התקבל מקדם גרר קטן יותר. יתרה מזאת, מקדם הגרר שמצאנו בספרות הינו מקדם גרר של לוח שטוח וארוך, ועבור לוח שאינו ארוך מקדם הגרר קטן יותר (כ- 1.28), ואנו מניחים כי כנף הצרעה המזרחית נמצאת בתחום בין לוח שטוח ארוך ללוח שטוח קצר.

להערכתנו השפעת אורך הכנף על מקדם הגרר דומיננטית יותר מאשר השפעת זווית ההתקפה של הכנף.

זאת כיוון שזווית ההתקפה קרובה ל-90 מעלות (ראינו זאת בתצלומים מהירים). וגם כאשר יש שינוי קל

בזווית ההתקפה, מקדם הגרר יושפע על ידי כפל ב- $\sin^2(\alpha)$, שהשפעתו זניחה. לדוגמא, אם זווית

ההתקפה היא של 80 מעלות, אז מקדם העילוי ישתנה מ- 1.98 ל- 1.95.

רוב פעילויות המעבדה בשיעורי הפיזיקה מסתיימות כאן

המדידה מהווה חלק מתהליך מתמשך של בנייה של מודל או תיאוריה שמסבירים את התופעה

קטע מתוך ראיון מאזכר עם התלמידה

.../ ואז אחרי שמצאנו את המקדם גרר, ((שואפת אוויר)) בהתחלה, המשכתי עם הניסוי הלאה.
.../ מה זה? נצא עם סתם, תוצאה בלי שום דבר? אז נכנסתי לאינטרנט, והתחלתי לבדוק בכל מיני
אתרים על מקדמי גרר של, כל מיני צורות. ((שואפת אוויר)) אמ, ובהתחלה מצאתי רק של הלוח, הארוך.
ו, לוח קצר בכלל באתר אחר היה, משהו כזה. ו, ואז ראיתי שזה אחד נקודה תשעים ושמונה
.../ זה הטריד אותי שזה, ממש אה. ((צוחקת)) כן. כאילו, זה רחוק ((מ 1.36)) ו...
וזה אז, חשבתי. ואז אה, גם נכנסתי עוד פעם ל, לסרטון, כדי לראות את התנועה עוד פעם. כאילו ממש
אני תמיד עבדתי עם הסרטונים כדי לראות אה, מה קורה שם. ו, ובאמת, כאילו גיליתי. ואז נכנסתי
עוד פעם לאתר, וראיתי שהם מחשבים את המקדם גרר כשזה, ניצב. ונכנסתי לסרטון, וראיתי שזה לא
בדיוק ניצב, אז אמרתי, אוי, יש פה משהו שונה. כאילו, פשוט, בין ה, נכנסתי לאתר ולסרטון. כל פעם
ניסיתי למצוא מה שונה בין, כאילו איפה את ההבדלים, מצא הבדלים כזה. ואז.
.../ כאילו אני עצמי אמרתי, אי אפשר סתם לשים שם נתון בעבודה, בלי ל, בלי.
.../ בלי להשוות אותו למשהו קיים. בלי להסביר אותו.

על מה נדבר היום?

- איך לטפח בכיתה שיח שמעודד נורמות של חשיבה, הצמחה וזיקוק של הסברים מדעיים



פעילות בחדרים

- לפניכם תמלילים של שלושה קטעים משיעורים בשלוש כיתות שונות. שלושת המורים משתמשים באותה מבנית. שלושת הקטעים מתרחשים לאחר שהכיתות צפו בסרטון מתוך המבנית, שמציג ליקוי חמה.
- קראו בשקט את שלושת התמלילים על פי הסדר: המורה נורית, המורה אמיר, והמורה נעמי.
- דונו בחדרים בדיונים בכיתות השונות ומלאו את הטבלה הבאה:

המורה נעמי	המורה אמיר	המורה נורית	
			מהלכי השיח של המורה
			הרעיונות של התלמידים
			הערכה

קישור לתמלילים:

<https://drive.google.com/file/d/1jluw7wLBdN8OmMDsjlDdqpzLRAyX5XBq/view?usp=sharing>

קישור לטבלה במצגת משותפת (כל קבוצה תמלא טבלה משלה):

<https://docs.google.com/presentation/d/1JeBtgW4lsd9qFMgdVTwfrEzwciv3pbQrmilzkV827Es/edit?usp=sharing>

המורה נעמי	המורה אמיר	המורה נורית	
מבקשת מהתלמידים לחשוב לבד, ואז לדבר עם השכן (פעמיים), עוברת בין התלמידים העובדים ושמה לב לרעיונות מעניינים, מגיבה לדברים הנאמרים - להרחיב ולהסביר באופן מפורט יותר, כשהיא מזהה רעיון פורה היא מבקשת מתלמידים אחרים להגיב לדברים ולפתח אותם, והיא מסכמת את השיחה בשאלות שמגדירות את מערך הציפיות מההסבר שהתלמידים יבנו לתופעה במהלך הלמידה.	מבקש מהתלמידים לספר קודם כל אחד לשני מה הם ראו, ואז אוסף את התשובות שלהם ורושם אותן על הלוח, ללא כל שיפוט או התייחסות. מציין בסוף שבמהלך הלימוד הם ילמדו על הרעיונות שהועלו ע"י התלמידים.	שיח במבנה מחזורי של שאלת מורה, תשובת תלמיד, הערכת התשובה ע"י המורה. שאלת המורה סגורה – יש לה תשובה אחת נכונה, התשובה ניתנת לרוב ע"י התלמיד שמצביע ראשון, ההערכה של המורה משדרת האם התשובה נכונה או לא נכונה.	מהלכי השיח של המורה
תשובות ארוכות יותר, התלמידים לא רק מציעים הסברים אלא גם מסבירים מדוע הם חושבים כך, התלמידים מתייחסים אחד לדברים של השני.	תשובות ארוכות יותר, מגוון רחב של רעיונות ללא קשר ביניהם.	תשובות קצרות וממוקדות	הרעיונות של התלמידים
השיח תומך בפיתוח פרקטיקה אפיסטמית	השיח מציף רעיונות של תלמידים, אבל לא תומך הפיתוח שלהם	השיעור מתקדם מהר, לא "מתברברים", תלמידים משתתפים, ויש תחושה (לא בהכרח מבוססת) ש"הכיתה איתי". אבל השיח לא מזמנת לתלמידים הזדמנות להפעיל מיומנויות חשיבה גבוהות	הערכה



טקסונומיה של מהלכי שיח מקדמי חשיבה מדעית

▪ בדיקה ואבחון (Probing)

- מטרה: לעודד תלמידים לשתף בתצפיות וחשיבה שלהם
- אין שיפוט
- לרוב בפתיחה של פעילות/נושא
- דוגמאות:
 - מה לדעתכם קרה כאן?
 - מה ציפית שיקרה כאן?
 - מה אתם יודעים מהניסיון האישי שלכם על...?

טקסונומיה של מהלכי שיח מקדמי חשיבה מדעית

■ הזמנה לבירור והרחבה (Follow-up)

- מטרה: לעזור למורה להבין טוב יותר את החשיבה של התלמידים, לשדר להם שהמורה חושב שמה שהם אומרים חשוב
- אין שיפוט
- בהמשך למהלך שיח של בדיקה ואבחון
- דוגמאות:
 - את/ה יכול/ה להרחיב מעט יותר?
 - את/ה יכול/ה להסביר את כוונתך?

טקסונומיה של מהלכי שיח מקדמי חשיבה מדעית

▪ דרישה (Pressing)

- מטרה: לדחוף תלמידים לבנות הסבר מפורט ומבוסס – לדרוש מהם לקשר בין רעיונות, להצדיק או לבקר אותם.
- כשהדיון מכוון להבנה של תצפית/נתונים, או לקשר בינם לבין רעיונות מרכזיים
- דוגמאות:
 - לבקש דוגמאות
 - את/ה יכול/ה להביא דוגמה קונקרטית למה שאמרת עכשיו?
 - את/ה יכול/ה לחשוב על מקרה שמה שאמרת עכשיו לא יהיה נכון?
 - ללחוץ להשגת עקביות
 - איך מה שאמרת עכשיו מתיישב עם הנתונים שלנו?
 - במה ההסבר שלך שונה ממה שהציע יוסי?
 - האם מה שהצעת מתיישב עם חוק/עקרון ה...?
- לבקש ראיות או הצדקות
 - מדוע את/ה חושב/ת כך?
 - כיצד הגעת למסקנה הזו?
 - אילו ראיות תומכות את/ה יכול/ה להציג?
 - כיצד הרעיון הזה תומך בטענה שלך?
- לבקש להשלים את ההסבר
 - התחלת לומר ש... והגעת ל... – מה קורה באמצע?
 - לשאול איך אפשר לבחון את הטענה/השערה
 - זה רעיון מעניין. כיצד נוכל לבדוק האם הוא נכון?
 - אילו משאבים דרושים כדי לעשות זאת?
 - לשאול מה יקרה אם
 - לפי ההשערה שלך, האם משהו ישתנה אם נשנה את ...

טקסונומיה של מהלכי שיח מקדמי חשיבה מדעית

- **זמן המתנה (Using wait time)**

- מטרה: לתת לתלמידים זמן לחשוב, לאפשר ליותר תלמידים בכיתה להשתתף, לקבל מתלמידים תשובות ארוכות ומפורטות יותר
- בדיון מליאה עם הרבה תלמידים

טקסונומיה של מהלכי שיח מקדמי חשיבה מדעית

▪ פתיחת דיון עם עמיתים (Opening up Cross-Talk)

- מטרה: עידוד הקשבה והתייחסות למה שאמרו עמיתים, טיפוח הרגלים של למידה עם ומעמיתים
- מתאים לדיון מליאה ולדיון בקבוצה קטנה
- דוגמאות:
 - את/ה יכול/ה לנסח במילים שלך מה שרותי אמרה ולבדוק מולה האם באמת היא התכוונה לזה?
 - תוכלו להסביר לרמי האם אתם מסכימים או לא מסכימים עם מה שהוא אמר ולהסביר מדוע?
 - מישהו רוצה להגיב למה שנאמר כאן? בבקשה פנו לדובר/ת ולא אלי.
 - האם שניכם יכולים להשוות את מה שאמרתם כרגע? האם אתם מתכוונים לאו דבר?

טקסונומיה של מהלכי שיח מקדמי חשיבה מדעית

▪ חזרה על דברים שנאמרו (Revoicing)

- מטרה: חזרה ו/או פראפרזה על דברים שאמרו תלמידים כדי להדגיש או לתקן רעיונות חשובים
- מתאים לדיון מליאה ולדיון בקבוצה קטנה
- דוגמאות:
 - "סימון" רעיון כחשוב
 - שמענו מספר רעיונות חשובים – אני מבקש לסכם אותם בקצרה
 - תיקון ניסוח של רעיון
 - הנה איך שאני מבין את מה שאמרת כרגע [חזרה], אבל האם התכוונת ש [ניסוח מדויק יותר]
 - ניסוח של רעיון בשפה אקדמית
 - אמרת ש [...]. בפיזיקה אנחנו מנסחים את זה [ניסוח בשפה מדעית]

טקסונומיה של מהלכי שיח מקדמי חשיבה מדעית

▪ מיקוד (Focusing)

- מטרה: לפקס את הקשב של התלמידים להיבט רלוונטי כשהם מתפרשים יותר מדי
- מתאים לדיון מליאה ולדיון בקבוצה קטנה
- דוגמאות:
 - ספר לנו רק על...
 - מה לדעתך המשמעות הציר?
 - בוא/י תסביר לי מה מייצגת הנקודה הזו על הגרף

טקסונומיה של מהלכי שיח מקדמי חשיבה מדעית

▪ לשים רעיון בצד (Putting idea on hold)

- מטרה: בשרוצים שהדיון לא "יזלוג" לנושאים פחות רלוונטים שעלו
- מתאים לדיון מליאה ולדיון בקבוצה קטנה
- דוגמאות:
- זה רעיון ממש מעניין, ונדון בו בהמשך..

איך בוחרים?

- תלוי במטרות הדיון שברצוננו להוביל (במליאה או בקבוצה קטנה)!
- לעורר ולהציף ידע קודם של התלמידים על התופעה
- לעזור לתלמידים להבין טוב יותר תצפית, מידע או נתונים
- לקשר בין הפעילות לרעיונות המדעיים המרכזיים
- ללחוץ על תלמידים ולדחוף אותם לבנות הסברים מבוססי ראיות

תודה!

קישור למארגן גרפי של מהלכי השיח שהוצגו בהרצאה:

https://drive.google.com/file/d/18tbCRBvzMQgmF3_dvq4G3oBmggw6C83d/view?usp=sharing

כתובת המייל של שולי (פרופ' ח' שולמית קפון):

skapon@technion.ac.il