

# Listening to Complexity (L2C)

לשמוע מערכת:  
שימוש בערוץ השמע לצרכי  
למידת כימיה בקרב אנשים עוורים

אורלי להב  
אוניברסיטת תל-אביב

שרונה ט. לוי  
אוניברסיטת חיפה

# ועיקרון תחילה

טכנולוגיית למידה חדשה המנגישה חקר עצמאי של מערכות דינמיות בקרב תלמידים עוורים

הטכנולוגייה מבוססת על סוניפיקציה - ייצוג באמצעות קול של עצמים, אירועים ומשתנים

סביבת הלמידה נוסתה עם ארבעה מבוגרים ונמצאו תוצאות למידה טובות, כולל תוצאות בלתי-צפויות וחשובות

# הבעיה: חינוך מדעי (ואחר) עבור תלמידים עוורים

תלמידים עוורים משולבים בכיתות רגילות כבר יותר  
מ-60 שנים

הם נדרשים לעמוד באותן דרישות אקדמיות כמו חבריהם  
הרואים

רוב חומרי הלמידה במדעים ובמתמטיקה מתבססים על  
ייצוגים חזותיים וראייה (מעבדות, מודלים פיזיים  
וממוחשבים, גרפים)

# הפתרון המוצע

נגישות עצמאית לסביבות חקר מדעיות בקרב תלמידים  
עוורים על-ידי אספקת מידע מתאים דרך משוב קולי

# שאלות המחקר

■ אילו מושגים נלמדים בעקבות התנסות בסביבת הלמידה?

■ כיצד סביבת הלמידה תומכת באנשים עוורים בלמידת ידע מדעי?

■ כיצד סביבת הלמידה תומכת באנשים עוורים בלמידה על מערכות מורכבות?

■ כיצד ניתן לשפר את עיצוב סביבת הלמידה?

# סביבת הלמידה: L2C

מודל (NetLogo, Wilensky, 1999) שפת מידול מבוסס סוכנים

מבוססת על תכנית לימודים אמריקאית בכימיה לתיכון:

Connected Chemistry (Levy & Wilensky, 2009)

מורכבת משלושה חלקים:

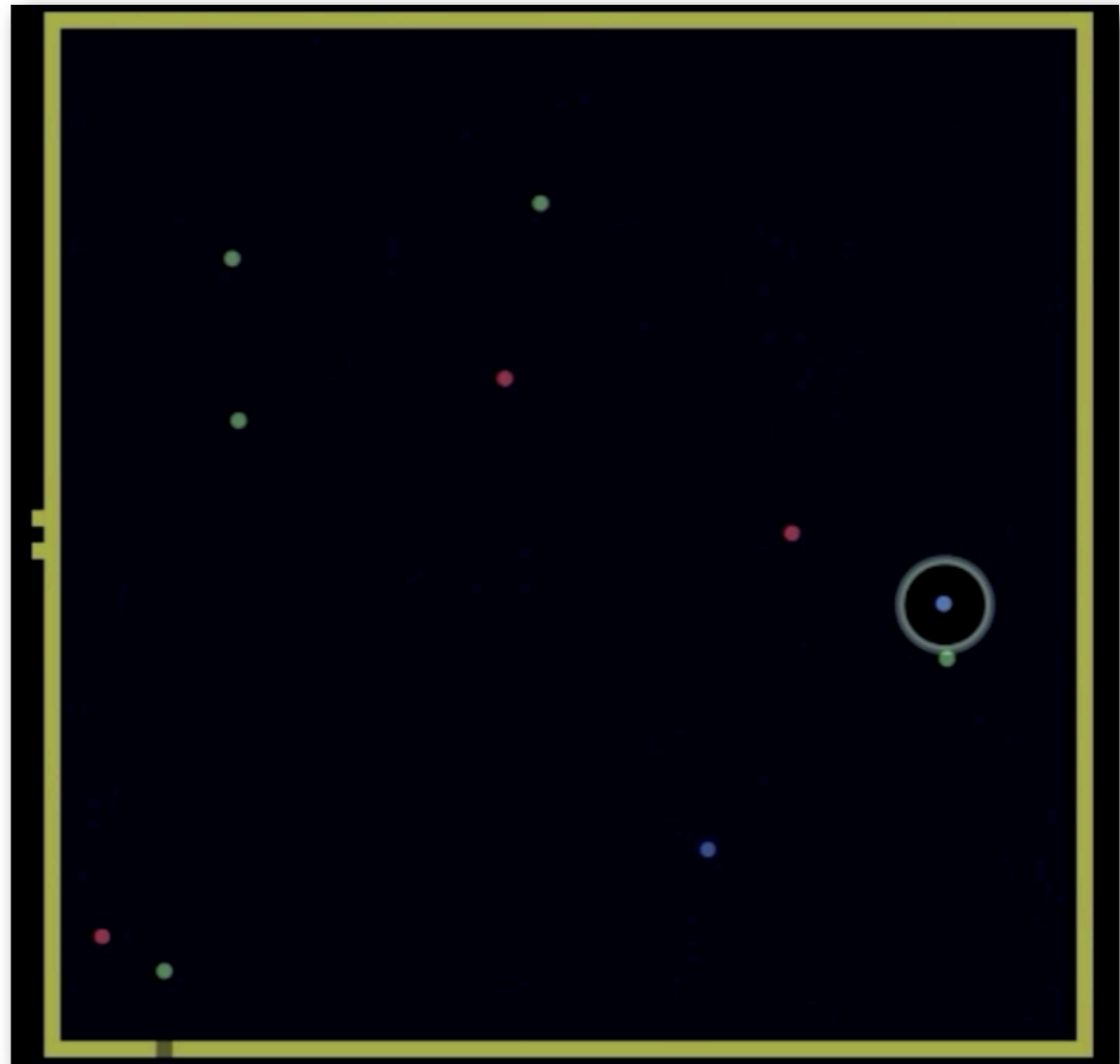
GasLab with Sound model (Levy & Wilensky, 2004) ■

הנחייה מוקלטת לחקר המודל ■

המראיינת ■

במחקר הנוכחי, המראיינת מפעילה את המודל.

# GasLab with Sound model



<http://www.youtube.com/watch?v=coEdRKdjfgk>

# משתתפים

ארבעה נבדקים השתתפו במחקר

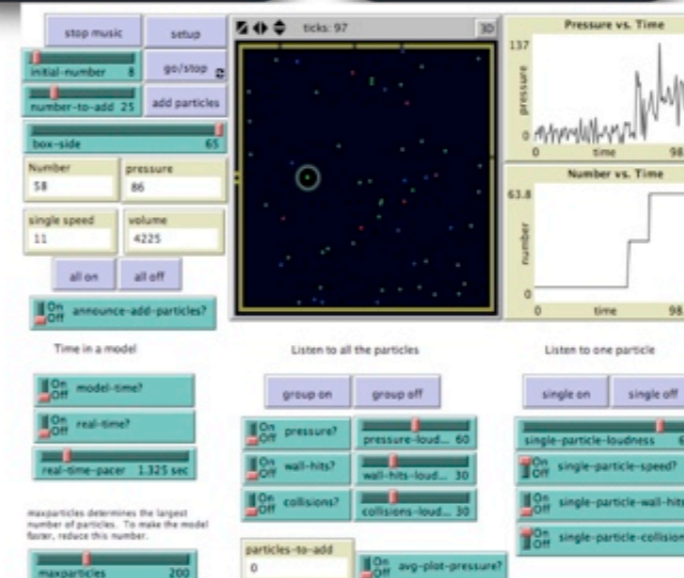
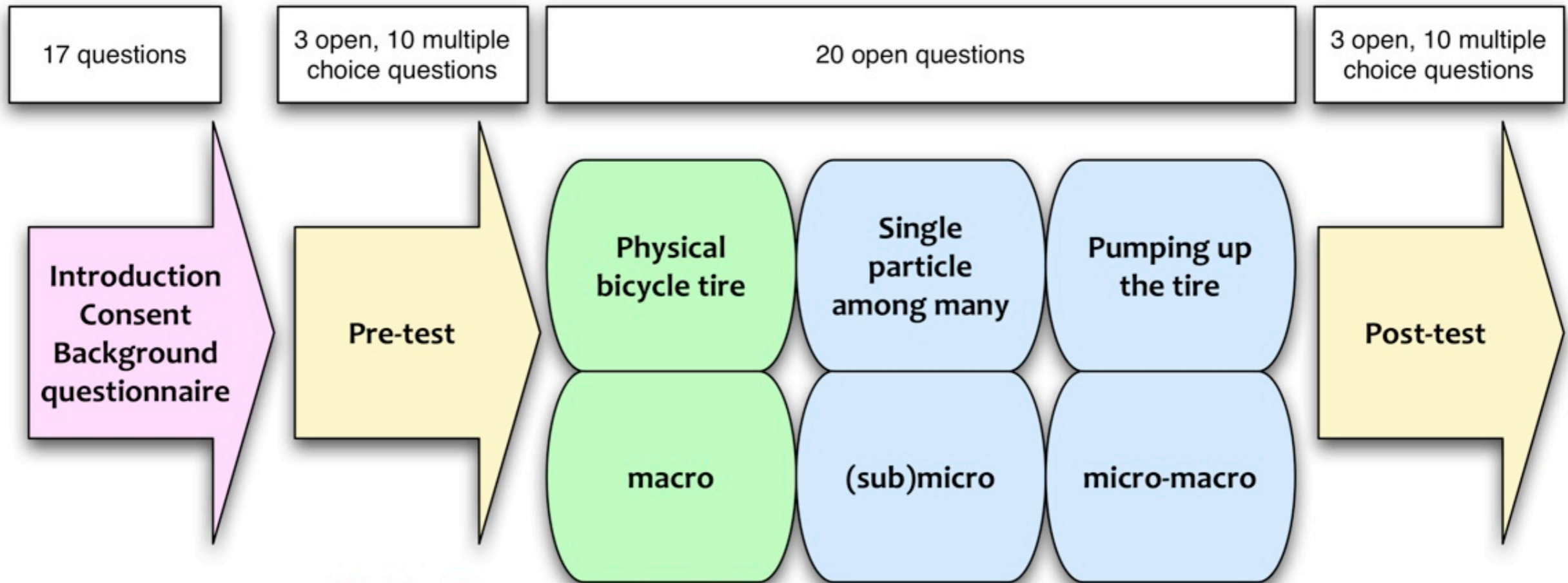
טווח הגיל: 40-57

מגדר: שלושה גברים, אישה אחת

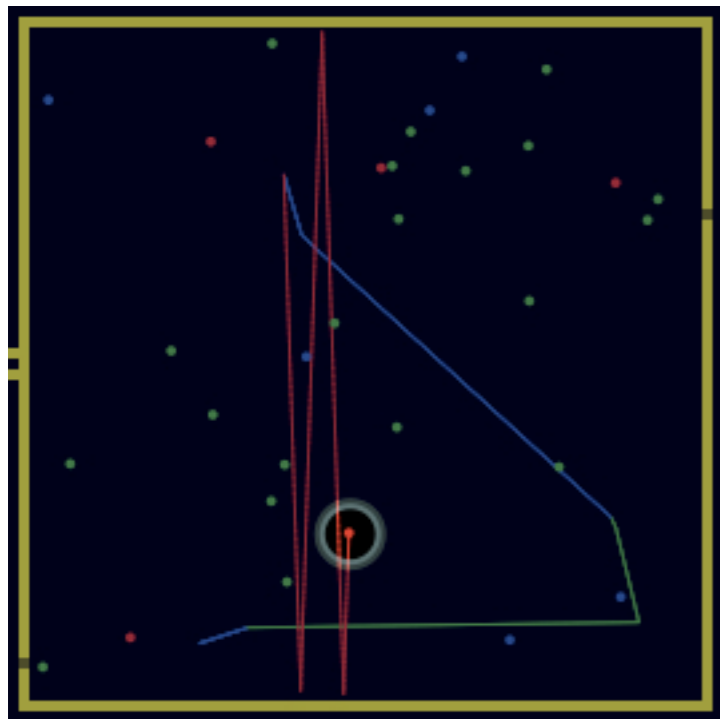
כל הנבדקים דיווחו על שימוש במחשב למעלה מעשרים שנה  
כל הנבדקים דיווחו על לימוד תחום המדעים בחט"ב ובתיכון,  
חלקם דיווחו על למידת תחום המדעים במהלך לימודי  
המכללה, אך ללא התנסות עם מודלים ממוחשבים  
בחירת המשתתפים, למרות שהפעילות מיועדת לתלמידי  
חטיבת ביניים, מבוססת על שני שיקולים: (1) קשיים בהשגת  
נבדקים לפיילוט בטווח קצר; (2) בשלב הראשון, העדפה של  
נבדקים שאינם עוינים את לימודי המדעים



# מערך המחקר



1.5-2.5 hours



# תוצאות

“אני חושב ששינית את דעתי על מדעי  
הגז לעד [צחוק].. ההנחה הבלתי-

מלומדת שלי הייתה כמו לשים מים... נוזל.

דוחף החוצה, בלי גורמים של כבידה, אפילו בפני השטח.

וזה לוחץ החוצה פשוט כי יש יותר בפנים מאשר בחוץ.

אבל אם חושבים על לחץ כעל התנגשויות במקום נפח,

ככל שיש יותר חלקיקים שם, זה לא המרחב שהם

תופשים שיוצר את הקשיחות של הצמיג. במקום זה,

זוהי תדירות ההתנגשויות בקירות שפוגעים בזה מבפנים.

זה לגמרי מופרע. אבל זו תיאוריה מעניינת בכל מקרה.”

# תוצאות

שאלה שנייה:

כיצד סביבת הלמידה תומכת באנשים עוורים בלמידת  
ידע מדעי?



# שינוי במהירות מהתנגשות

[ניבוי]

ה: אני חושב שכאשר הם מתנגשים, המהירות [של החלקיקים] עולה.

[פעילות עם המודל]

ה: אין לי מושג. חשבתי שהיה לי דגם, אבל זה לא עבד.

מראיינת: מה קרה לדגם שלך?

ה: המממ... אני ניסיתי לחשוב על זה באופן הוגן, אבל זה לא אישש...  
זה הדבר היחיד שאני יכול לשים את האצבע עליו.

[מיקוד במודל]

ה: כן, אני חושב שהמהירות הייתה גבוהה, ואז זה [החלקיק] האיט  
כתוצאה מההתנגשות.



## גילוי ערך ממוצע קבוע של מהירות חלקיק הגז, למרות שינויים רבים בערכו (שיווי משקל דינמי)

מראיינת: מה קורה למהירות של חלקיק גז כאשר יש יותר חלקיקי  
גז במיכל?

ר: לרוב, זה היה בטווח המהירות הבינונית.

[ מקשיב שוב למודל ]

ר: המממ... חכי. זה בהחלט השתנה, זה לא היה יציב. ואז זה נגמר  
במהירות גבוהה... צליל נמוך. על מהירות נמוכה. על מהירות נמוכה.  
מה שמעניין בזה, זה שזה לא נשאר במהירות נתונה לזמן רב.  
המהירות משתנה מאד מהר. חוץ מאשר בכמה נקודות, שזה  
[המהירות] ירד למטה או עלה למעלה למעלה. רוב הזמן הם נשארו  
בערך ב... 12.

# תוצאות

שאלה ראשונה:

אילו מושגים נלמדים בעקבות התנסות בסביבת הלמידה?

שיפור של 68% ביחס לידע ההתחלתי

למדו:

הסבר ניפוח הצמיג גם  
דרך תיאור החלקיקים  
(מיקרו/מאקרו)

פיזור מרחבי אקראי של  
חלקיקי הגז

לא למדו:

לחלקיקים אין רצוניות  
התנגשויות עם הקיר  
שונות מאשר התנגשויות  
עם חלקיקים אחרים

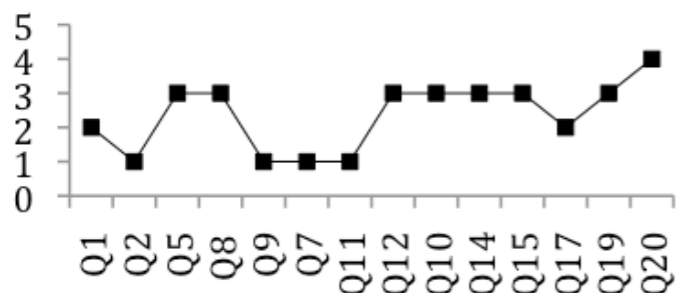
# תוצאות

שאלה שלישית:

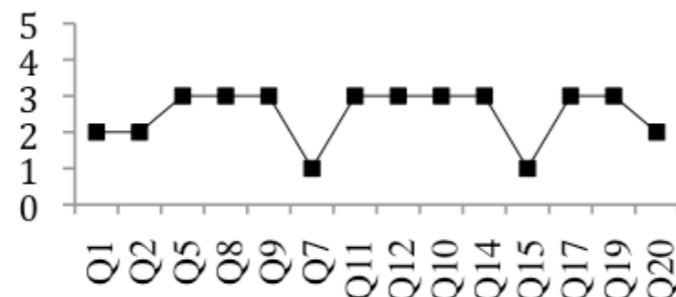
כיצד סביבת הלמידה תומכת באנשים עוזרים בלמידה על מערכות מורכבות?

שלושה שלבים: (1) מאקרו;  
(2) מיקרו; (3) מיקרו/מאקרו

Subject 3



Subject 4



4 - מיקרו/מאקרו: " .. בגלל שחלקיקים משנים את מהירותם רק בזמן התנגשות, וישנם יותר התנגשויות ככל שיש יותר חלקיקים, החלקיקים משנים את מהירותם לעתים יותר קרובות."

# תוצאות

שאלה שלישית:

כיצד סביבת הלמידה תומכת באנשים עוורים בלמידה על מערכות מורכבות?

5

עלייה בהסבר המערכת דרך  
אינטראקציות בין חלקיה

0

Q1 Q2 Q5 Q8 Q9 Q11 Q12 Q14 Q15 Q17 Q19 Q20

דוגמה: [הוספת חלקיקי גז למיכל?] מאחר ויש ניפוח, זה לא חלקיק חלקיק חלקיק, אלא 25, קבוצה של 25 שמנפחים אותם פנימה. זה יהיה כמעט גל של התנגשויות, כל פעם שמוסיפים קבוצה של חלקיקים.



# מסקנות

■ מודל קולי של מערכת דינמית, המלווה במעטפת פדגוגית מתאימה, מאפשר למשתמש העיוור לבנות מודל מנטלי עשיר של המערכת.

■ תהליך הלמידה כולל שינוי בחלק מן הידע המושגי של תחום התוכן ובחשיבה על מערכות דרך יחסי גומלין בין חלקיה.

■ יש צורך בפיתוח נוסף של סביבת הלמידה הנותן עצמאות למשתמש ובשיפור המשוב הקולי.

# מחקרי המשך

- פיתוח נוסף של סביבת הלמידה בהתאמה לאוכלוסייה בהתייחס לחקר עצמאי, משוב קולי מובחן ומניעת עומס יתר.
- בחינת הסביבה עם תלמידי חטיבת ביניים, אוכלוסיית היעד.
- בחינת פוטנציאל הסוניפיקציה להנגשת תכני לימודים נוספים (גרפים במתמטיקה, מערכות אקולוגיות, היסטוריה ועוד)

# תוצאות

שאלה ראשונה:

אילו מושגים נלמדים בעקבות התנסות בסביבת הלמידה?

בהשוואת תוצאות שני המבחנים נמצאה עליה

מ 37% (SD=10%) ל- 62% (SD=14%)

**למדו:**

הסבר ניפוח הצמיג גם  
דרך תיאור החלקיקים  
(מיקרו/מאקרו)

פיזור מרחבי אקראי של  
חלקיקי הגז

**לא למדו:**

לחלקיקים אין רצוניות  
התנגשויות עם הקיר  
שונות מאשר התנגשויות  
עם חלקיקים אחרים

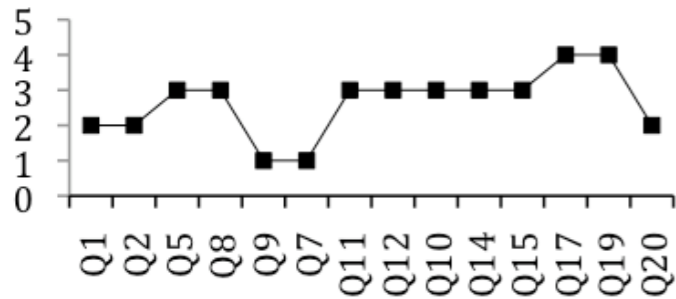
# תוצאות

שאלה שלישית:

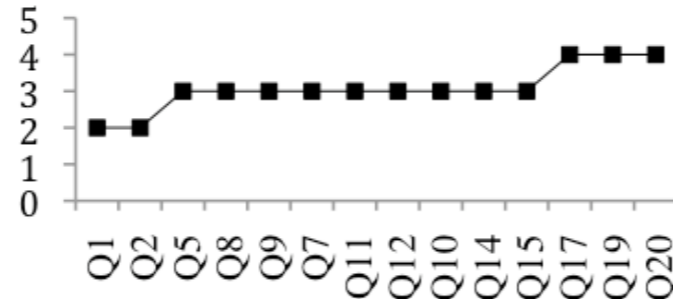
כיצד סביבת הלמידה תומכת באנשים עוזרים בלמידה על מערכות מורכבות?

תיאור רמות במערכת לאורך הפעילות

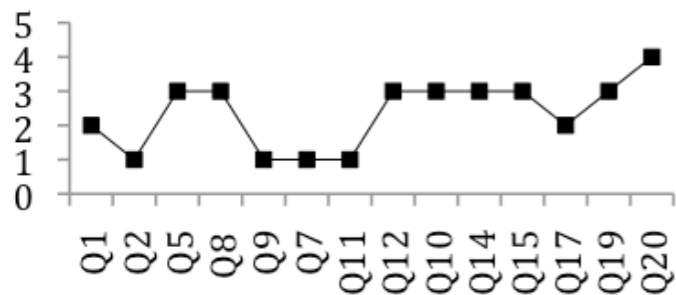
Subject 1



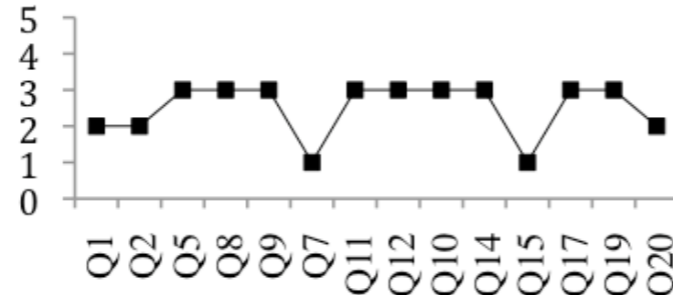
Subject 2



Subject 3



Subject 4



2 - מאקרו: "הצמיג עצמו... יש התנגדות ללחיצה ודחיסה ממני מבחוץ בפנימה..."

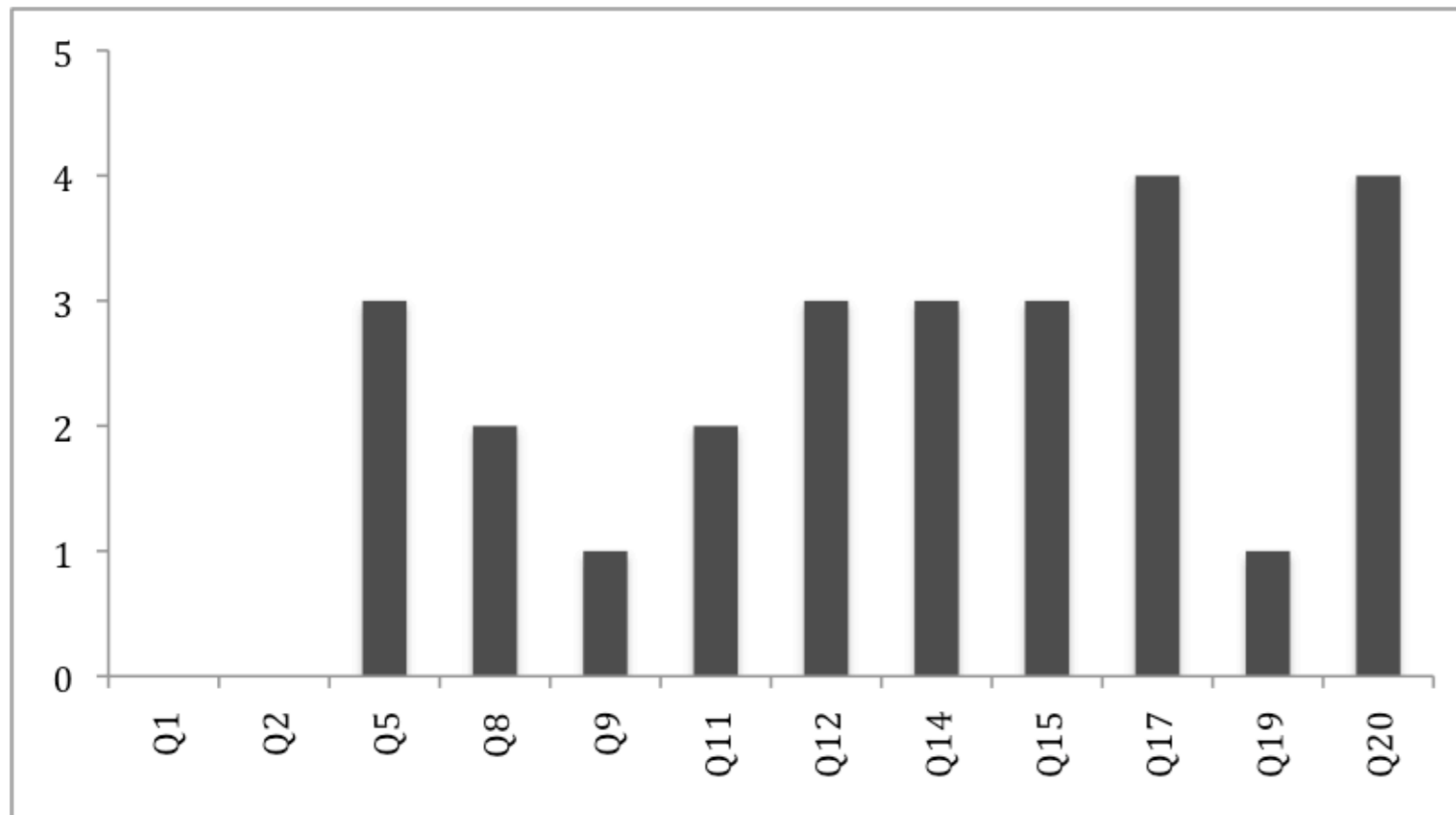
3 - מיקרו: "כאשר זה [חלקיק הגז] מקפץ על הצד, הוא רוצה לעבור לצד השני.."

4 - מיקרו/מאקרו: "בגלל שחלקיקים משנים את מהירותם רק בזמן התנגשות, וישנם יותר התנגשויות ככל שיש יותר חלקיקים, החלקיקים משנים את מהירותם לעתים יותר קרובות."

# תוצאות

שאלה שלישית:

כיצד סביבת הלמידה תומכת באנשים עוורים בלמידה על מערכות מורכבות?



מספר המשתתפים  
שתיארו  
אינטראקציות בין  
חלקים במערכת

דוגמה: [הוספת חלקיקי גז למיכל?] מאחר ויש ניפוח, זה לא חלקיק חלקיק חלקיק, אלא 25, קבוצה של 25 שמנפחים אותם פנימה. זה יהיה כמעט גל של התנגשויות, כל פעם שמוסיפים קבוצה של חלקיקים.