

הנושא: היכן, בתוך הידע הקולקטיבי, נחבא הידע של היחיד?

הוכן ע"י: רנה הרשקוביץ.

תקציר: במאמר עוקבת הכותבת אחר תהליך הלמידה של יחידים בתוך קבוצות לומדות. מובאות דוגמאות לתהליכים כאלה מתוך הספר 'עליסה בארץ הפלאות' ומתוך מחקרים שנעשו בסביבת הלמידה 'מתימחשב'. ניתוח תהליך הלמידה של היחיד בתוך הקבוצה הלומדת מעלה שאלות ודילמות מחקריות בהן דנה הכותבת.

מילות מפתח: קהילייה, אנסמבל, ויגוצקי, פיאז'ה, תורות למידה, תיאוריות קוגניטיביות, פרדיגמה, פרדיגמות, תרבות, יחיד, חברה, ידע, בניית ידע, קוגניציה, תהליך אינטראקטיבי, מאורע אינטראקטיבי, אינטראקציה, סביבת למידה אינטראקטיבית, פרויקט מתימחשב, מחקר.

החומר פורסם במסגרת: על"ה 26, קיץ תש"ס, 2000, עמודים 23-32.

החומר מכיל בנוסף לעמוד הפתיחה: 10 עמודים.

היכן, בתוך הידע הקולקטיבי, נחבא הידע של היחיד?

רנה הרשקוביץ

מכון ויצמן למדע

זהו נוסח של הרצאת הפתיחה בכנס PME ה-23 שנערך בטכניון ביולי 1999. ההרצאה הוקדשה לפרופ' אפרים פישבין ז"ל חוטים פנימיים עמוקים, בחלקם אף בלתי צפויים, מקשרים אותה לעבודת המחקר הגדולה שלו

(3) אנליזה של נתונים שנאספו כדי לתכנן מחדש סדרות של פעילויות, לקראת יצירת תכנית לימודים כוללת (התואמת את הסילבוס הרשמי)

(4) הפצת התכנית ומטרוניה בקנה מידה גדול

(5) תכנון ויצירה של מעגל חדש של פיתוח ומחקר, וחזון חלילה

לפני כ-6 שנים התחלנו בקבוצת המתמטיקה במחלקה לחוראת המדעים במכון ויצמן, במעגל חדש כזה של פיתוח ומחקר פרויקט מתימחשב – למידת מתמטיקה באמצעות כלים ממוחשבים

כמו אחרים למשל

(Roth & Bowen 1995, Balacheff & Kaput 1996)

אני מאמינה שסביבת למידה ימרבית אינטראקציות, המגולמת בפעילויות בין תלמידים ואו בין תלמידים ומורה, ובתיווך של כלים ממוחשבים, מתאימה ביותר לבנייה משמעותית של ידע היחיד כלים ממוחשבים נבחרו

יותר ויותר פרויקטים של מחקר ופיתוח מניחים כי סביבות למידה אינטראקטיביות (בין תלמידים, תלמידים ומורה, עם הכלי הטכנולוגי וכד') תורמות לבנייה משמעותית של ידע טבעי משום כך, לשים במרכז המחקר את האינטראקציות הנטוות בתוך קהיליית הכיתה אבל, במקרים רבים, היחיד, שהוא הבונה את הידע, משתמש בו וחולק אותו עם האחרים בקהילות שונות, נשכח בתוך מהלך המחקר להלן נדון, בעזרת דוגמאות, ביחסים שבין בניית הידע המשותף של הקהילייה, ובניית הידע של היחיד, וכן בפרדיגמות ומתודולוגיות של מחקר הקשורות ביחסים אלה

רקע

מחקר שהוא חלק מפיתוח תכניות לימודים, נתון בתוך מסגרת רחבה הכוללת

(1) שיקולים של תכנון לפני תחילתן של עבודות הפיתוח והמחקר

(2) פיתוח פעילויות ויישומן במספר קטן של כיתות, המלווה בצפייה ובתיעוד של פרקטיקות הלמידה וההוראה

(Dolev 1997, Hershkowitz, Schwarz & Dreyfus, in press)

הדילמה שבה אני רוצה לדון במאמר זה, צמחה מתוך מחקרים שעשינו, ונתבהרה יותר ויותר במהלך התכנון של מחקרים נוספים כיוון שהמחקר המדובר מעוגן בפרדיגמה הסוציו-תרבותית של מחקר קוגניטיבי עכשווי, נקודות המחלוקת והשאלות שבהן אני רוצה לדון, נגזרות מתוך מסגרות שהן רחבות יותר מהמחקרים הספציפיים וחוזרות אליהן

הדילמה מתרכזת בבניית הידע של היחיד שהוא חלק מ'אנסמבלים' שונים (אני מעדיפה את המונח 'אנסמבל' על פני המונח הכללי 'קהיליה' מונח זה הוגדר על-ידי גרנות (Granot 1998) כקבוצה הקטנה ביותר של יחידים הנמצאים באינטראקציה אחד עם השני, בתהליכים התפתחותיים הקשורים לקונטקסט של פעילות מסוימת' הדילמה מעלה שאלות הקשורות בקושי למקד את 'עדשות הראייה' שלנו על התפתחות היחיד, הנוטל חלק בבניית הידע המשותף לאנסמבל' (זוג תלמידים, או קבוצה קטנה), או לקהיליית הכיתה כולה

להלן אנסה להיכנס לפרטים של הדילמה, תוך כדי התייחסות והעלאת שאלות הקשורות לתיאוריה, מחקר ומתודולוגיה השאלות השונות יועלו ויודגמו בעזרת הצגה וניתוח של מספר דוגמאות

שיקולים תיאורטיים

ויגוצקי רואה את ההתפתחות הקוגניטיבית של היחיד, והלמידה שלו, כנתונים בתוך התהליך שבו הפרט נוטל חלק בפעילות החברתית של הקהיליה שהוא שייך אליה עבור ויגוצקי היחסים בין שני הקטבים האלו – היחיד והחברה – הם אסימטריים במאמר שבו הוא מתווכח ומבקר את תיאוריית פיאזיה על החשיבה והדיבור (speech) של הילד, הוא מבטא את העיקרון שלו על התפתחות החשיבה 'לפי המושגים שלנו, הכיוון האמיתי של התפתחות החשיבה אינו מהיחיד לחברתי (sociolized), אלא מהחברתי אל היחיד' (Vygotsky 1986, עמ' 36)

המחקר של ויגוצקי על הדרכים שלפיהן הדיבור החברתי קומוניקטיבי הופך לדיבור פנימי, כלומר, לפונקציה מנטלית

לפרוייקט בחתום ליכולתם לשלב תהליכי הגברה וארגון מחדש בלמידה משמעותית של מתמטיקה

(Pea 1985 Kaput 1992, Dorfler 1993).

הפעילויות תוכננו בסיטואציות בעיה מרובות פזות (תיאור מפורט של פרוייקט מתימחשב נמצא בעלון מתימחשב וכן אצל (Hershkowitz & Schwarz 1999) המורים המנוסים, השייכים לפרוייקט מתימחשב, ניסו לראשונה את הפעילויות בכיתותיהם כמפתחים, כמורים וכצופים, נסחפנו על-ידי התהליכים העשירים והמפתיעים שאירעו בכיתות הם היו שונים מתהליכים שהכרנו במשך עשרים השנים בהן עסקנו בפיתוח ובמחקר החידוש היה לא רק בפעילויות ובסביבת הלמידה שנוצרה, אלא גם בהסתכלות שלנו על המציאות של הכיתה דרך עדשות שהיו שונות מבעבר

הצורך לתאר, להבין, להסביר (לעצמנו ולאחרים), ולנתח את מה שקרה בכיתה, קירב אותנו באופן טבעי לגישות פסיכולוגיות סוציו-תרבותיות כמו רבים אחרים (למשל את 'קוצר הידי' של תיאוריות קוגניטיביות, מתודולוגיות, וכלים שעמדו לרשותנו בתיאור ובאינטרפרטציה של תהליכי הוראה-למידה בכיתה היינו זקוקים לסוגים אחרים של 'יחידות אנליזה', שבעזרתן נוכל לתאר באופן משמעותי את פרקטיקות הלמידה (Kuutti 1996) ולעדשות ראייה חדשות (Lerman 1998) בעזרתן נוכל לצפות, לתעד, לנתח ולהסביר.

המחקר, שהוא חלק אינטגרלי מעבודתנו, מעוגן בעיקרו בפרספקטיבה האינטראקציוניסטית מכאן, בניית הידע שאותה אנחנו מעוניינים לחקור, היא זו המתרחשת תוך כדי תהליכי חקר ופתרון של תלמידים העוסקים בסיטואציות בעיה בקונטקסטים שונים כך למשל תועדו ונתחו ראיונות עם זוגות של תלמידים העובדים יחד (Hadas & Hershkowitz 1998, 1999)

תועדה עבודה משותפת של קבוצה קטנה של תלמידים בחקר ופתרונה, בעיה המלווה בדיון במסגרת הכיתה כולה (Schwarz & Hershkowitz 1995, Hershkowitz & Schwarz 1997, 1999)

וכן תועדו ונתחו ראיונות עם תלמידים בודדים הנמצאים באינטראקציה עם החוקר הראיונות התקיימו בסוף הקורס שלימדו

של היחיד, הוא הבסיס לטענה התיאורטית דלעיל, ולטענות תיאורטיות נוספות של עמיתיו וההולכים בדרכו ההשפעה של התיאוריות הללו על המחקר הסוציו-קוגניטיבי בעשור האחרון, מתבטאת בפרספקטיבות שהן סימטריות יותר למשל, אצל קול (Cole 1985). בפרק בשם

'The Zone of Proximal Development Create Each Other' Where Culture and Cognition (עמ' 159) על מה שהוא מכנה 'התיאוריה הקוגניטיבית המעוגנת בתרבות', ומסביר את הגילום של 'הפעילות' כיחידה שבה יכול להיעשות המחקר של שתי המערכות – זו של היחסים החברתיים, וזו של הפעילות הפנימית (הקוגניטיבית)

קוב (Cobb 1998) טוען שהיחסים בין שתי הפרספקטיבות הם רפלקסיביים, כיוון שהאחת אינה מתקיימת בלי השנייה כך נובע מה'פרספקטיבה הפסיכולוגית' כי ניתוח הטעונוס (reasoning) של התלמידים כיחידים, נעשה כאשר הם נוטלים חלק בפרקטיקות של קהיליית הכיתה, ואילו מה'פרספקטיבה החברתית' נובע כי הפרקטיקות הקהילתיות נוצרות באופן מתמיד עלידי הפעולות של היחידים המשתתפים, ואינן קיימות בנפרד מהן (עמ' 44)

פונטקורבו (Pontecorvo 1993) במאמר הפתיחה שלה לגיליון המיוחד של העיתון Cognition and Instruction, המוקדש לזיהוי ולתיאור של מכניזמים סוציו-תרבותיים, שדרכם מתפתחות חשיבה ולמידה בסוגים שונים של מסגרות אינטראקטיביות חברתיות, מסכמת מספר נקודות המשותפות למחקר במסגרות כאלו

1 הניסיון להסתכל בסיטואציה האינטראקטיבית מנקודת הראות של המשתתף בה, וניסיון זה מתבטא בחקירת המשמעות שמייחסים המשתתפים למסגרת האינטראקטיבית שבה הם נוטלים חלק

2 ההנחה שיש חילוף פנימי מתמיד בין המאורע האינטראקטיבי והקונטקסט, כאשר הקונטקסט נחשב כמסגרת התרבותית הסובבת את האירוע האינטראקטיבי המסוים, ומספקת מקורות הן להגדרתו והן לאינטרפרטציה שלו

3 התפקיד הרלוונטי שיש לאחר - המשתתף הנוסף הן בשיח והן בפעולה, זה התומך בפעילות, בהבנה ובבניית הרציונליזציה (reasoning) דרך הסכמה והתנגדות

שלוש הנקודות לעיל מייצגות פרספקטיבה מודרנית למחקרים סוציו-קוגניטיביים (ראה, למשל, מחקרים נוספים בגיליון המיוחד הנזכר לעיל של Cognition and Instruction). ואם כמה מהמחקרים שהוזכרו לעיל. פרספקטיבה זו מתרכזת בעיקר באינטראקציה או במאורע האינטראקטיבי עצמו התלמיד כיחיד הוא בדרך כלל משתתף אנונימי (גם אם הוזכר שמו), באפיוזדות בכיתה, אשר נבחרו ונותחו כדי לשפוך אור על הקונטקסט החברתי, שבו קורים מספר תהליכים קוגניטיביים. אך, כיסיפורים קצרים בתוך סיטואציות מורכבות, אין לאפיוזדות הללו היכולת להתמקד בשינויים קוגניטיביים אצל תלמיד בודד הנוטל חלק בהן קוב, במאמר משותף עם מחברים אחרים

(Sfard, Nesher, Streefland, Cobb & Mason 1998), מבקר את ההוראה המנסה ליצור שיח (discourse) בכיתה, בעוד שהשאלה אם התלמידים למדו בכלל מתמטיקה שחשוב להם לדעת אותה, אינה במוקד שלה (עמ' 46)

אני רוצה להדגיש כי מצד אחד אני רואה את התהליכים האינטראקטיביים, ואת בניית הידע המשותפת בתוך קהיליית הכיתה, כחשובים מאוד ומצדיקים את המחקר הרב שנעשה לאחרונה מצד שני אינני יכולה להתעלם מן העובדה, שבסופו של דבר היחיד הוא 'היחידה' האוטונומית הקטנה ביותר, היכולה לשאת את הידע הנבנה שלה לקהיליות שונות, אפילו באופן סימולטני (הזוג, הקבוצה הקטנה, הקהילייה של כל הכיתה), ולחלוק את הידע עם יחידים אחרים בקהיליות שונות לאורך חייו של היחיד דרך מחקר אחת היא לחקור את הידע האקטואלי של היחיד בתום תהליך למידה אינטראקטיבי (Perret-Clermont 1993, Schwarz & Hershkowitz 1999) אבל, בדרך זו נדע בעיקר על 'התוצר הסופי', ורק מעט מאוד על התהליך האינטראקטיבי שהביא לבניית הידע הזה עבודת היחיד נעשית תוך כדי העבודה בצוות לכן אני מאמינה שאנו זקוקים, נוסף על האמור לעיל, לחקור את התהליכים ההתפתחותיים של ידע היחיד, כאשר הוא שותף לעבודת הצוות לצוותים כאלה יש 'זמן חיים' קצר, ומכאן שהיחיד משתייך למספר צוותים בקהיליות שונות במשך חייו היצירתיים במחקר על שיתוף בפתרון בעיות, גרנות הראתה (Granot 1998) שיהאנסמבלים הנוצרים, תוך כדי עבודת המשתתפים באותה כיתה, נפרדים ונוצרים מחדש באופן טבעי

למשל, עבור המלך, כובע על ראשו של אדם יכול להתפרש כשייך לאותו אדם, או כגנוב 'הגדרת הכובע', הניתנת על-ידי הכובען עצמו, כוללת אפשרות שלישית כובע יכול להיות שמור בידי אותו אדם כדי למכרו הדרך הזו של הצגה וניתוח של האפיונות האינטראקטיביות, שנקרא לה 'שיטת הכובען', קרובה לשיטות ניתוח אחרות המשמשות במחקרי אינטראקציה שונים (למשל, (Resnick, Salmon, Zetiz, Wathen & Holowchak 1993)

לחץ מספר דוגמאות המדגימות נקודות שונות הקשורות לדילמה דלעיל

הדוגמה הראשונה שאולה מן הספר 'הרפתקאות אליס בארץ הפלאות' מאת לואיס קרול (Cartoll 1965)

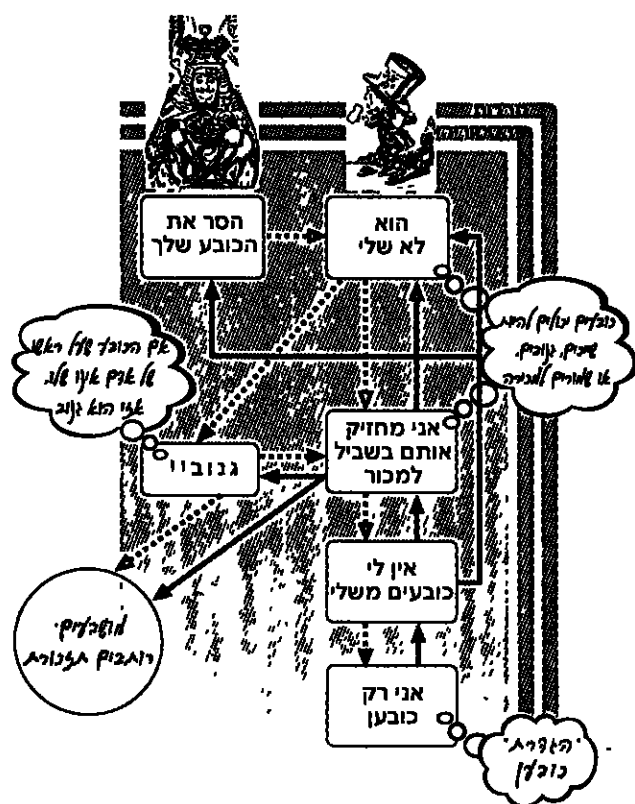
השנייה צומחת מתוך מחקר שנעשה על-ידי מיכל טבח, חברת צוות מתימחשב שתי הדוגמאות האחרונות, שידונו בקיצור, לקוחות מתוך שני מחקרים שהושלמו ודווחו (Hershkowitz, Schwarz & Dreyfus, in press) וכן (Hershkowitz & Schwarz 1999)

דוגמת המלך והכובען

בחרתי בדיאלוג קצר בין המלך והכובען מתוך ספרו של לואיס קרול, כמשל המדגים את המורכבות הכרוכה בתיאור ובפירוש של ההתנהגות הקוגניטיבית של היחיד (במקרה שלפנינו ללא כל עדות ללמידה או לשינוי קוגניטיבי), בסיטואציה של אינטראקציה האפיונה, לקוחה מתחילת המשפט שהמלך עורך לכובען, בפרק 11 (ראה סרטוט 1) החדות של הלוגיקה של קרול, הקיצור של השיח באפיונה, והעובדה שהשתתפו בה רק שני 'שחקנים', מקלה על המעקב והניתוח של השיח בין שתי הדמויות

אני משתמשת בשתי מערכות של חצים, כדי להראות סוגים שונים של קישורים בין האמירות של המלך ושל הכובען אם נלך לאורך החצים של המערכת הראשונה (קווים מקוקווים), נקבל את חלקי האפיונה לפי הסדר הכרונולוגי שלהם במערכת השנייה (קווים מודגשים) ניסיתי להדגים את המבנה הלוגי הנמצא מאחורי האמירות האלה למשל 'אני מחזיק אותם בשביל למכור', אומר הכובען הן כדי לסתור את טענתו של המלך 'גנוב', והן כדי להסביר לקהל הנוכח במשפט ולמושבעים את האמירה הקודמת שלו 'הוא לא שלי' התרכזנו כאן בטיעונים של סתירה, הסבר וכד', המבטאים יחסים שבין אמירה לאמירות קודמות או מחוות קודמות לכן, החצים במערכת השנייה, נמצאים רובם בכיוון הפוך לחצים שבמערכת הראשונה

המסגרת המרכזית של האפיונה נתונה בתוך סדרה של 'מסגרות' נוספות ראשית, הפירוש המידי (כהערות בתוך 'העננים'), של האפיונה, ותפקידיהם של שני השחקנים בה



סרטוט 1 המלך והכובען - מתוך עליסה בארץ הפלאות

אם נרצה להתקרב לשתי הדמויות האלה – המלך והכובען, כדי לעמוד על האופי השונה שלהן, ועל הדרכים של ההתנהגות והחשיבה של כל אחת מהן, נצטרך לדעת יותר על המסגרות הקונטקסטואליות שבהן המלך והכובען פועלים 'ההיסטוריה', התרבות וכד' נוכל לגלות זאת, ולו אף באופן

חלקי, מאפיוזדות נוספות שבחן המלך ואו הכובען נמצאים באינטראקציה עם דמויות נוספות למולנו, לואיס קרול בנדיבותו השאיר לנו את כל הספר על הרפתקאות אליס

אם נעזוב את המשל שלנו, ונחזור לסיטואציות למידה בסביבה אינטראקטיבית, נצטרך לעמוד מול שאלות כמו לאיזה סוג של ספר אנו זקוקים, כך שנוכל לעקוב אחרי ההתפתחות של היחיד בסיטואציות אינטראקטיביות האם יש לנו מתודולוגיות הולמות, שבעזרתן נוכל לכתוב את הספר ולפרש אותו האם יש לנו כלים פסיכולוגיים מתאימים כדי לעקוב ולנתח את ההתנהגות הקוגניטיבית של היחיד, בשעה שאנו צופים בוי ריאלי יותר להתייחס לשאלות אלו בקונטקסט המציאות של כיתה לומדת

דוגמה שנייה : דמי כיס

הפעילות של 'דמי כיס' היא חלק מקורס אלגברה לכיתה ז', שפיתחנו במסגרת פרויקט מתימחשב הקורס בנוי על סדרה של סיטואציות בעיה מרובות פזות, ועל השימוש בכלי מרובה הצגות (גיליון אלקטרוני) בפעילות 'דמי הכיס', שניתנה כחודשיים לאחר תחילת השנה, חקרו התלמידים תחילה את החסכוניות השבועיים של דמי הכיס של שלושה ילדים, שהצטברו לפי שלושה חוקים ליניאריים שונים אחרי מספר ימים, הוצע להם חוק חדש דרך הבעיה הבאה

שרון קיבלה דמי כיס בכל שבוע כדלהלן בסוף השבוע הראשון היא קיבלה 2 אג' בכל שבוע היא מקבלת סכום השווה למה שיש לה כבר בקופתה שרון חוסכת את כל הסכום

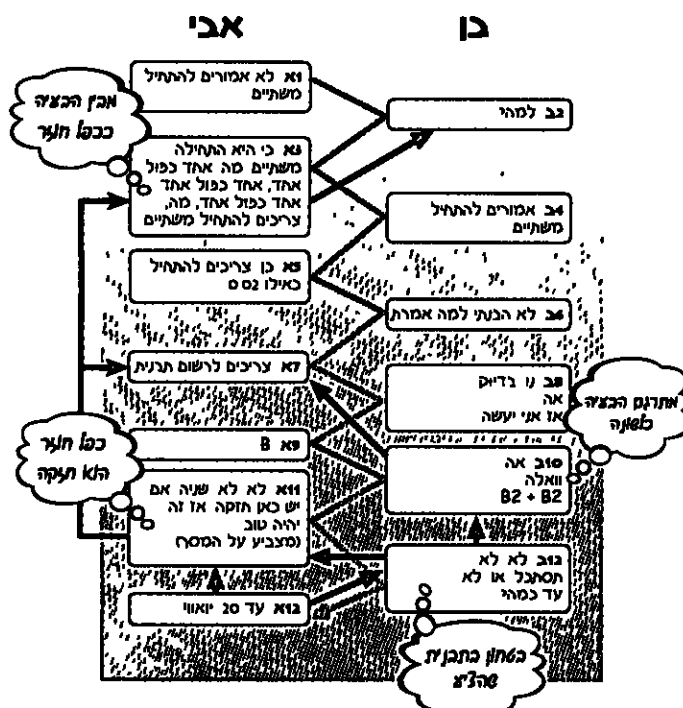
התלמידים נתבקשו לשער את קצב הגידול של החיסכון של שרון בהשוואה לחסכוניות של התלמידים האחרים, לפני שהם מקבלים את הנתונים המספריים מתוך ההכללות שנמצאו, ובעזרת התיווך של הגיליון האלקטרוני (Excel)

החקר נעשה בעבודה משותפת של זוגות, שהיו בה שני שלבים בראשון, נתבקשו התלמידים לשער באופן נומרי את הגידול של החיסכון של שרון לאחר שיח סימבולי עם ה-Excel (וזאת כדי לכתוב את החוק של החיסכון בסימבולים של ה-Excel), ומשיכה למטה (dragging).

למציאת הסכומים השבועיים של החיסכון של שרון, יכלו התלמידים להשוות את הסכומים המתקבלים לסכומים ששיערו בשלב השני, נתבקשו התלמידים לשער את צורת הגרף של החיסכון של שרון (לפי הזמן) מתוך הנתונים המספריים שכבר היו להם לבסוף, לאחר 'שיח גרפי' עם הכלי, הם נתבקשו להשוות את צורת הגרף ששיערו עם הגרף שציירו בעזרת המחשב מיכל טבח, החוקרת את בניית הידע של זוג תלמידים העובדים בפעילויות כאלו לאורך השנה, תיעדה בעזרת מצלמת וידיאו את העבודה של זוג בנים - אבי ובן - בפעילות על דמי הכיס של שרון

סרטוט 2 הוא תיאור וניתוח של אפיוזדה אחת, שבה לשני התלמידים 'שיח סימבולי' עם ה-Excel במטרה לקבל את סדרת הנתונים הנומריים של הסכומים השבועיים של הכסף

באנליזה של האפיוזדה הזו השתמשתי בשיטת הכובען שתי מערכות חצים במסגרת המרכזית, ואינטרפרטציות 'סימבולי' לה מערכת החצים הכרונולוגית מציינת, כביכול, אינטראקציה סימטרית בין השניים, כלומר, כל אמירה של האחד מלווה



סרטוט 2 אבי ובן בעבודה על הבעיה של דמי הכיס

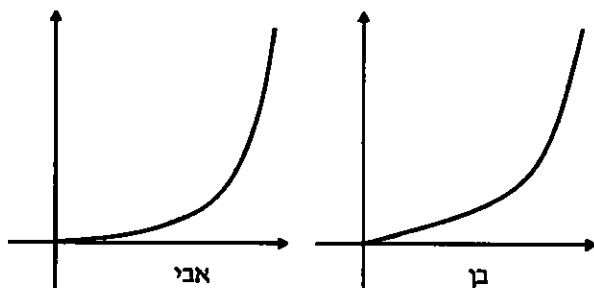
המחשבה של אבי וכן 'נחתכים' רק לקראת הסוף, כאשר הם נוכחים יחדיו בקצב הגידול של התופעה הנחקרת

אפשר לראות כי שני התלמידים בנו ידע כלשהו האם ידע זה הוא משותף לאי כיוון שלכל אחד מהם הייתה דרך בנייה משלו, וכי כיוון ששניהם קיבלו תחושה כלשהי של גידול אקספוננציאלי, דרך אותה פעילות ובאותו זמן

תפקידו של הגיליון האלקטרוני כמתווך, מתבלט כאשר קומבינציה של 'סימבוליזציה מקומית' $B_2 + B_2 =$ – ופעולת המשיכה בעמודות (dragging), נותנת בידי בן סוג של חוק גלובלי לגבי הגידול, אשר בגלל פשטותו ומהירותו, יש לו יכולת שכנוע הפועלת על שני התלמידים

למרות הטמר לעיל, אין לנו אינפורמציה רבה לגבי בניית הידע של כל יחיד למשל, האם אבי בנה לו מבנה יותר מתמטי לגבי הגידול האקספוננציאלי אם כן, כיצד ייתכן הדבר שדווקא בן היה הראשון אשר 'שם את ידיו' על הנתונים הנומריים, המייצגים את הגידול הזה? והאם הייצוג הנומרי הזה של הגידול האקספוננציאלי מנע מאבי התפתחות נוספת, לגבי המבנה המתמטי של גידול אקספוננציאלי נוסף, לשער השערות, ולפרש פירושים, שהשראתם באה ממה שנצפה, אך אינם יכולים להיחשב כתוצאות של מה שנצפה למולנו, בפעילות הזו יש לנו נתונים נוספים על פעולותיהם של שני התלמידים, הנותנים לנו רמז נוסף התלמידים נתבקשו לשער את הגרף של הגידול, וכל אחד מהם הציע גרף משלו (ראה סרטוט 3)

הגרף של בן נראה כמו מחצית הפרבולה, בעוד שהגרף של אבי קרוב לאקספוננציאלי תוך כדי סרטוט הגרף הוסיף אבי ואמר 'בהתחלה זה גדל לאט-לאט, ואז זה גדל מהר יותר ויותר'



סרטוט 3 הגרפים המשוערים שסרטטו אבי וכן

באופן מידי באמירה של בן הזוג השני אנליזה מעמיקה יותר, המיוצגת על-ידי המערכת השנייה של החצים (במודגש), והאנטרפרטציות שהוכנסו מחוץ למסגרת הראשית, מעידות על סיטואציה סבוכה יותר

האפיזודה מתחילה בהכרזתו של אבי (1A) 'אנחנו אמורים להתחיל מ-2' איראפשר לדעת אם אבי התכוון לכך שכמות הכסף בשבוע הראשון היא שתי אג', או שעמודת החיסכון בלוח ה-Excel צריכה להתחיל מ-2, או בכלל משהו אחר אז מסביר אבי לבן – השואל 'למה?' (2B) – את הרעיון שלו (3A) '1 כפול 1, 1 כפול 1, אנחנו צריכים להתחיל מ-2' פירשנו זאת (ראה 'הבלונים' של האנטרפרטציות), כעדות ראשונה לכך שאבי רואה את הגידול, לפחות באופן שאינו מפורש, כ'הכפלה חוזרת', אשר אם תבוטא כחזקה בעלת בסיס השווה ל-1, לא תראה בעצם כל גידול מכאן ועד לסוף האפיזודה, השיח בין השניים אינו מעיד על אינטראקציה קוגניטיבית משמעותית אבי מתעלם מהצורך של בן להבין (המתבטא באמירה 6B), וממשיך לומר לבן מה צריך להיעשות (7A) השניים עובדים על הנוסחה, שאותה צריך לשים בעמודת הסכומים השבועיים בקופתה של שרון, לאורך קווים נפרדים זה מתבטא בעובדה שרוב החצים המודגשים מקשרים אמירות שנאמרו על-ידי אותו ילד אבי (11A) מחפש נוסחה המבוססת על פעולת החזקה, בעוד שבן מתרגם מיד לשפה הסימבולית של ה-Excel $B_2 + B_2 =$, מושך למטה את התאים של העמודה, בכדי להשיג את התמונה באופן נומרי, ומראה זאת לאבי (12B) הפעם, חולקים שני התלמידים את ההפתעה הנגרמת להם על ידי ההצגה הנומרית של הגידול האקספוננציאלי שנתקבלה

אפשר ללמוד דברים רבים מן האפיזודה הזאת ולשאל לגביה הרבה שאלות

קיבלנו אינפורמציה כלשהי על סוג האינטראקציה שבין שני הבנים, ומה תרם כל אחד מהם (או לא תרם) לאופי האינטראקטיבי (או לא אינטראקטיבי) של עבודתם באפיזודה הזאת קירן ודרייפוס (Kieran & Dreyfus 1998)

אשר בחנו סוגים של אינטראקציה בין שני תלמידים הפותרים בעיה במשותף, שמו לב כי הרגעים שבהם אחד התלמידים היה שותף 'לעולם המחשבה' (Troignon 1993, עמ' 341) של השני היו נדירים האפיזודה המתוארת לעיל דומה, כיוון שעולמות

למרות האינפורמציה הנוספת, עדיין איננו יודעים אם כל אחד מהם בנה לעצמו ידע על שינוי אקספוננציאלי, ואם הידע הזה גובש, כך שכל אחד מהם יוכל להשתמש בו כארטפקט בבנייה נוספת של הידע היכולת לענות לשאלה הזו בצורה ניסויית, פירושה לכתוב ספר עבור כל תלמיד, המכיל תיעוד על עבודתו בפעילויות נוספות, באנסמבלים שונים או באופן אינדיבידואלי נניח שעשינו זאת, ואכן יש לנו נתונים נוספים, האם יש לנו מתודולוגיה הולמת לנתח אותם? האם מתודולוגיה כמו זו שהשתמשנו בה במודל של הכובע, יכולה לשמש אותנו בהצלחה גם במעבר מאפיוזודה אחת בפעילות אחת, אל סדרה של אפיוזודות בסדרה של פעילויות כיצד נוכל לעקוב אחרי היחיד כאשר יש לנו יותר משני משתתפים בעבודת הצוות אשר בקבוצה הקטנה, או בתוך השיח האינטראקטיבי במסגרת הכיתה כולה? – אנסה להתקרב לשאלה האחרונה בעזרת דוגמה שלישית

היכן בפעילות של 'על פני ימים' נחבא הידע של היחיד?

במחקר על תהליכים רפלקטיביים בכיתה הלומדת מתמטיקה בסביבה אינטראקטיבית (Hershkowitz & Schwarz 1999), עקבנו אחרי קבוצה של ארבע בנות, דרך הפזות של הפעילות 'על פני ימים' כיתה של 40 תלמידות עבדו בתחילה באופן אינדיבידואלי בפזה של הטרימה (הכנה - פזה 0) לאחר מכן עבדו בקבוצות של ארבע על החקר והפתרון של הבעיה (פזה 1), ובמקביל כתבו דיווחות קבוצתיים (פזה 2) לבסוף השתתפו בשיח כיתתי בהנהגת המורה, שבו קבוצות שונות עשו רפלקציה על תהליכי החקר והפתרון שעברו, וכן על דרכי הלמידה (פזה 3) חזרתי אל הפרוטוקולים של הקבוצה שעקבנו אחריה, המתארים כיצד חקרו ופתרו את הבעיה (פזה 1), וכיצד דיווחו לקהיליית הכיתה לאחר מכן על תהליכי החקר שלהם (פזה 3), וחזרתי גם אל הניתוחים שלנו כחוקרים ואל הפירושים לפרוטוקולים האלה הכרזנו שם כי בעבודתנו אנחנו מערבים את הפרספקטיבות האינדיבידואליות-קוגניטיביות עם הדיסקורסיבי-אינטראקציונית, מבלי לתת העדפה לאחת מהן (עמ' 78) במבט לאחור, דרך עיני הדילמה, אפשר לומר אולי, כי המשמעות של הפרספקטיבה האינדיבידואלית-קוגניטיבית הייתה עבורנו בעצם, ההצגה וההסבר של התרומה

הקוגניטיבית של הבנות, כיחידים, לתהליך הקוגניטיבי המשותף של הקבוצה התהליך התבטא בפעילות שמטרתה הייתה להגיע להשערה הקרובה ביותר לפתרון המדויק, ולבסוף לפתרון עצמו הפעם ניסיתי ללכת בכיוון הפוך, כלומר, מהחברתי אל היחיד ניסיתי לנתח מחדש את הנתונים עלידי התמקדות בתלמידה יחידה, כדי לראות מה אפשר לומר על התרומה של השיח הקבוצתי האינטראקטיבי ללמידה שלה מצאתי רק רמזים מעטים ויכולתי לזהות את הקשיים הבאים

- כמו בדוגמה הקודמת, הרגשתי שאפיוזודה אחת (אשר במקרה שלפנינו היא בהחלט ארוכה), היא 'צרה' מדי לצורך ניתוח כזה. יש צורך בסוג של ספר, שבו פרקים נוספים על אותה תלמידה, לפני האפיוזודה הנחקרת ואחריה האם ביכולתנו לכתוב ספר כזה לתלמידה אחת? לכל הארבעי

- מטרת התיעוד של האפיוזודה הייתה להראות את תהליך החקר של הקבוצה כולה, לכן שינתה המצלמה את המיקוד שלה ממשתתפת דומיננטית אחת לשנייה, כך שהתיעוד של כל יחיד היה בלתי שלם. למרות שהכרזנו כי אנחנו רוצים לראות את שני הכיוונים בתוך אותה פעילות, איננו יכולים כנראה לעשות זאת בנתונים שלפנינו, ונצטרך כנראה בפעילויות דומות לתעד ולנתח נתונים בשתי דרכים שונות, בתוך אותה סיטואציה נחקרת

- לא מצאתי (עדיין!) מתודולוגיה הולמת לניתוח ולפירוש של הקוגניציה של תלמיד אחד, בתוך שיח אינטראקטיבי של ארבעה תלמידים 'שיטת הכובע', או שיטות דומות אחרות, הופכות למסורבלות כאשר משתמשים בהן באפיוזודות של 4 משתתפים

- אפשר ללמוד על ההתפתחות הקוגניטיבית של הקבוצה דרך האמירות והמחוות של היחידים בתוכה ההתפתחות הקוגניטיבית של היחיד תלויה או מתבטאת בפונקציות קוגניטיביות מנטליות אשר מטבען הן נחבאות יותר מתקבל לכן שיש לחקור את 'התרגום' של הפונקציות המנטליות לפעילויות הניתנות לצפייה, לאנליזה, ולפירוש בנקודה זו אנחנו חוזרים באופן כלשהו לעבודות המחקר והתיאוריה שנעשו במסגרת המחקר הקוגניטיבי הקלסי יותר מכאן שהשאלה 'האם אפשר ליישם סוג מחקר קוגניטיבי-קלסי למחקר הנעשה מתוך הפרספקטיבה האינטראקציוניסטית,

ובאילו דרכים נעשית חשובה ביותר בדוגמה הבאה אדון בכך בקיצור

חקר של תהליכי אבסטרקציה בקונטקסט נתון

לאחרונה התחלנו בסדרה של מחקרים (הראשון בהם הושלם לאחרונה), שמטרתם לחקור את הפעילות המנטלית של אבסטרקציה, המעוגנת בקונטקסט סוציו-קוגניטיבי-מתמטי כלשהו במחקר הראשון מתוך סדרת המחקרים המבוסס על ריאיון עם תלמידה מכיתה ט, גיבשנו גישה מיוחדת לאבסטרקציה, כפעילות של ארגון מחדש של מבני ידע שנבנו בעבר, לבניית מבנה ידע חדש לכן, הריאיון תוכנן כדי לאפשר צמיחה של ידע חדש מידע שנרכש קודם לכן, וכדי לאפשר צפייה בכך באנליזה של הריאיון לקחנו בחשבון את הכלי הממוחשב שהוצע לשימוש (מחולל גרפים כלשהו), את הממד הסוציאלי של האינטראקציה שבין המראיין והתלמיד, ואת ההיסטוריה של התלמיד. האנליזה הזו אפשרה לנו, בסופו של התהליך, להציע מודל הבוחן את התהוותה של אבסטרקציה, על בסיס אקספרימנטלי בלב המודל אובחנו שלוש פעולות אפיסטמיות, המקנות באופן דינמי אחת בשנייה בתוך מהלך הפעילות של התלמיד פעולת ה-Constructing של מבנה מתמטי חדש, אשר בתוכה 'מקנות' פעולת ה-Recognizing וה-Building-with של ידע שכבר נבנה קודם ה-Constructing היא פעולה של ארגון מחדש של ידע קודם למבנה חדש ב-Recognizing אנחנו מתכוונים לפעולה אשר בה התלמיד מעלה להכרתו מבנים שכבר בנה בעבר Building with היא פעולה המתבצעת על-ידי התלמיד בכדי לצרף אותם אלמנטים מבניים שהעלה, במטרה של השגת מטרה מסוימת

בנוסף, הצענו גם ממד אורכי למודל זה, ממד הלוקח בחשבון את ההיסטוריה מצד אחד, והפעילות העתידית מצד שני, כחלק מהמודל פירוש הדבר כי ארטפקטים שהם תוצאה של מבנים מוקדמים, משמשים כמתווכים בשלושת הפעולות האפיסטמיות הנזכרות לעיל, ואילו פעולת ה-Constructing 'מניבה' תוצרים חדשים נוספים, הניתנים לשימוש כארטפקטים בשלבים מאוחרים יותר הממד האורכי הזה של המודל המוצע, ובעיקר השימוש בתוצרים של הפעולות האפיסטמיות בפעילויות נוספות, הוא בגדר השערה הדורשת

את אישורה הניסויי בנקודה זו אנחנו מרגישים שמחקר כזה, לאישור הממד האורכי של מודל האבסטרקציה, תלוי בקיומו של ספר, המכיל את 'ההסטוריות' של התלמידים בעיסוקם בפעילויות המתמטיות בקבוצות שונות, לאורך השנה

הערות לסיכום

בעזרת הדוגמאות לעיל, ניסיתי לדון ביכולתנו ובבשלותנו לעקוב אחרי יחידים, כאשר הם משתתפים בתהליכים אינטראקטיביים בפעילויות הכיתה תיארתי את הנושא כדילמה, כיוון שהוא מעלה שאלות, שעליהן יש לנו אולי תשובות שבאמונה, שאין להן אישור מחקרי, או שאלות שהתשובות עליהן פונות לכיוונים מנוגדים זה לזה

סביר כי המחקר, הנגזר מתוך הפרספקטיבה האינטראקציוניסטית, יתפתח באופן דינמי מן החקר של תהליכים אינטראקטיביים של למידה, והתרומות של היחידים המשתתפים בתהליכים אלה לתהליך האינטראקטיבי, לקראת החקר של תרומות של האינטראקציות בתוך האנסמבל, לכל אחד מהמשתתפים בו ניסיתי לציין מספר מגבלות וקשיים של הכיוון הזה של מחקר, בעזרת הדוגמאות אשר נלקחו ממחקרים שאני חולקת עם עמיתי במסגרת פרוייקט מתמחשב

ניסיתי גם להראות שכל שמספר המשתתפים באנסמבל גדל, כך נעשית ההתמקדות ביחיד יותר מסובכת יש צורך באופנים שונים של תיעוד של אותה אפיזודה, ובשיטות אורכיות יותר של תיעוד, כאשר היחיד נצפה בקונטקסטים שונים הניתוח של נתונים אורכיים כאלה מעלה את הצורך במתודולוגיות חדשות השאלה אם התיאור והניתוח האורכי של נתונים, יכול לעוות את הניתוח של האפיזודה היחידה, צריכה להילקח בחשבון גם היא

נוסף על כך הניתוח של התהליכים הקוגניטיביים של היחיד בתוך התהליכים המשותפים, מעורר את הצורך לחקור את הפונקציות המנטליות הקוגניטיביות של היחיד לכן, ממצאי מחקר כמו אלה, שהוריש לנו המחקר הקוגניטיבי הקלסי, צריכים להתמוגג לתוך מחקר ותיאוריה, אשר במסגרת הסוציו-קוגניטיבית הגלובלית, להתעצם, ולהימשך

Learning from Computers Mathematics Education and Technology NATO ASI Series, Springer, pp. 159-186

Granot, N [1998] 'Unit of Analysis in Transit From the Individual's Knowledge to the Ensemble Process', *Mind, Culture and Activity*, 5 (1) 42-66

Hadas, N & R Hershkowitz. [1998] 'Proof in Geometry as an Explanatory and Convincing Tool', in A. Olivier and K. Newstead (eds), *Proceedings of the 22nd PME Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3, Stellenbosch, South Africa, pp 25-32

Hadas, N & R Hershkowitz, [1999] 'The Role of Uncertainty in Constructing and Proving in Computerized Environment', in O. Zaslavsky (ed), *Proceedings of the 23rd PME Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3, Haifa, Israel, pp 57-64

Hershkowitz, R & B B Schwarz, [1997] 'Unifying Cognitive and Sociocultural Aspects in Research on Learning the Function Concept', in Erkki Pehkonen (ed), *Proceedings of the 21st PME Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Lahti, Finland, 1, pp. 148-164

Hershkowitz, R & B B Schwarz, [1999] 'Reflective Processes in a Technology-based Mathematics Classroom', *Cognition and Instruction*, 17 (1) 65-91

Hershkowitz, R & B B Schwarz, [1999] 'The Emergent Perspective in Rich Environment Some Roles of Tools and Activities in the Construction of Sociomathematical Norms', *Educational Studies in Mathematics*, 39 149-166

Hershkowitz, R, B B Schwarz, & T Dreyfus, [in press] Abstraction in Context, Epistemic Actions. *Journal for Research in Mathematics Education*

תודות

ברצוני להודות ליואל הילל על שעורר בי לראשונה את האתגר שבדילמה לעיל תודות רבות לאברהם הרכבי, ברוך שוורץ, טומי דרייפוס, יופ ואן דורמולן, נורית זהבי ומקסים ברוקהיימר על הערותיהם לגרסות המוקדמות של מאמר זה, וכן לציפי רוניק ולנוגה ואן דורמולן אברהמי על הערותיהן לגרסה העברית

רשימת ספרות

Balacheff, N & J Kaput [1996]. 'Computer-Based Learning Environment in Mathematics', in A.J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick & C. Laborde, (eds) *International Handbook of Mathematics Education*, Kluwer Academic Publishers, pp 469-501

Carroll, Lewis [1965, First published in 1865] *Alice's Adventures in Wonderland* London, Paul Hamlyn in the Work of Lewis Carroll, with illustrations by John Tenniel. pp 19-110

Cobb, P [1998] 'Analyzing the Mathematical Learning of the Classroom Community the Case of Statistical Data Analysis', in A. Olivier and K. Newstead (eds), *Proceedings of the 22nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 1, Stellenbosch, South Africa, pp 33-48

Cole, M [1985] 'The Zone of Proximal Development Where Culture and Cognition Create Each Other', in J. V. Wertsch (ed), *Culture, Communication, and Cognition Vygotskian Perspective*, Cambridge, Cambridge University Press, pp 146-161

Dolev, O [1997] The Passage Between Representations as an Action of Characterizing a Student's Learning in an Interactive Computer-Based Environment Unpublished Master Thesis. The Hebrew University of Jerusalem

Dörfler, W. [1997] 'Computer Use and Views of the Mind', in C. Keitel & K. Ruthven (eds),

- Resnick, L. B., M. Salmon, C. M. Zeitz, S. H. Wathen, & M. Holowchak [1993] 'Reasoning in Conversation', *Cognition and Instruction* 11 (3 & 4) 347-364 (Special issue *Discourse and shared reasoning*, Edited by C. Pontecorvo)
- Roth, W. M. & G. M. Bowen, [1995] 'Knowing and Interacting: A Study of Culture, Practice and Resources in a Grade 8 Open Inquiry Science Classroom Guided by a Cognitive Apprenticeship Metaphor', *Cognition and Instruction* 13 (1) 73-128
- Schwarz, B. B. & R. HersHKowitz [1995] 'Argumentation and Reasoning in a Technology-Based Class', *Proceedings of the Seventh Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, Pittsburg, PA, Earelbbaum pp 731-735
- Schwarz, B. B. & R. HersHKowitz [1999] 'Prototypes: Brakes or Levers in Learning the Function Concept? The Role of Computer Tools', *Journal for Research in Mathematics Education* 30 (4) 362-389
- Sfard, A., P. Nesher, L. Streefland, P. Cobb & J. Mason [1998] 'Learning Mathematics Through Conversation: Is It as Good as They Say?' [1], *For the Learning of Mathematics* 18 41-51
- Troignon, A. [1993] 'How Does the Process of Interaction Work When Two Interlocutors Try to Resolve a Logical Problem?' *Cognition and Instruction* 11 (3&4) 325-345 (Special issue *Discourse and Shared Reasoning*, edited by C. Pontecorvo)
- Vygotsky, L. S. [1986] *Thought and Language* Cambridge MA, MIT Press.
- Yackel, E. & P. Cobb [1996] 'Sociomathematical Norms, Argumentation, and Autonomy in Mathematics', *Journal for Research in Mathematics Education* 27 (4) 458-477
- Kaput, J. [1992] 'Technology and Mathematics Education', in D. Grouws (ed.), *Handbook on Research in Mathematics Teaching and Learning*, Macmillan, New York, pp 515-556
- Kieran, C. & T. Dreyfus, [1998] 'Collaborative Versus Individual Problem Solving: Entering Another's Universe of Thought', in A. Olivier and K. Newstead (eds.), *Proceedings of the 22nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Stellenbosch, South Africa*, 3, pp. 112-119
- Kuutti, K. [1996] 'Activity Theory as a Potential Framework for Human-computer Interaction Research', in B. A. Nardi (ed.), *Context and Consciousness*, Cambridge MA, MIT Press, pp 17-44.
- Lave, J. & E. Wenger, [1991] *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation* Cambridge, Cambridge University Press
- Lerman, S. [1988] 'A Moment in the Zoom of the Lens: Towards a Discursive Psychology of Mathematics Teaching and Learning', in A. Olivier and K. Newstead (eds.), *Proceedings of the 22nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Stellenbosch, South Africa*, 1 pp 66-81.
- Pea, R. D. [1985] 'Beyond Amplification: Using the Computer to Reorganize Mental Functioning', *Educational Psychologist*, 20 (4) 167-182
- Perret-Clermont, A.-N. [1993] 'What is it that Develops?' *Cognition and Instruction* 11 (3&4) 197-205 (Special issue *Discourse and Shared Reasoning*, edited by C. Pontecorvo)
- Pontecorvo, C. [1993] 'Forms of Discourse and Shared Thinking', *Cognition and Instruction* 11 (3&4) 189-196. (Special issue *Discourse and Shared Reasoning*, edited by C. Pontecorvo)