

סביבות למידה קונסטרוקטיביסטיות חדשניות: סוגיות לעיון*

גבריאל סלומון

סיפור אהבה בשלושה (Menage a trois)

מן המחקר האנליטי של משתנים בודדים של למידה והוראה לעיצוב ניסויים על מערכות הוראתיות שלמות (Brown, 1992; Salomon, 1997). בכך שילמנו את המס לבניית סביבות למידה קונסטרוקטיביסטיות. אף על-פי שאנו גאים להציע תשובות וקווים מנחים, עדיין חלה עלינו האחריות לעורר שאלות מטרידות.

תפקידי הטכנולוגיה

סיפור האהבה בשלושה בין הפסיכולוגיה, הטכנולוגיה והפילוסופיה, מבורך מבחינה חינוכית. עד אשר השלושה נפגשו, הפסיכולוגיה יכלה לעבור מהפכה קוגניטיבית, אך מהפכה זאת לא ניתנה לתרגום לפעילות הוראתית חדשה, מכיוון שנעדרו עדיין האמצעים הדרושים למימושה. הפסיכולוגיה של הלמידה יכלה להדגיש, למשל, את ההבדלים בין טירונים לבין מומחים בתחומים שונים אך, כפי שצוין על-ידי גלזר (Glaser, 1990), היא לא היתה מסוגלת להציע מרשמים או אף לתכנן את הצעדים המדיניים להפיכת הטירונים למומחים.



התפתחויות בתחומי הפסיכולוגיה החינוכית והטכנולוגיה, וכן שיקולים פילוסופיים, מחזירים זה אחר זה בזמן האחרון. תפיסות חדשניות על אודות הלמידה הזדווגו לפילוסופיות חינוכיות מסוימות, בעיקר אלה המאמצות את הקונסטרוקטיביזם. צירוף זה הביא להמשגה של פדגוגיות חדשות. הרעיונות החדשים דורשים אמצעים פדגוגיים להגשמתם בכיתות ממשיות ועם תלמידים ממשיים. טכנולוגיות מידע חדשניות הופכות בבת אחת לשימושיות. סיפור האהבה בשלושה הביא להקמת סביבות למידה חדשות ומעניינות, לדוגמא: CSILE (Bereiter & Scardamalia, 1994); "קהילות למידה" של בראון וקמפיונה (Brown, 1994); "הוראה מעוגנת" והמצאות אחרות של קבוצת ה-Cognition and Technology באוניברסיטת ונדרבילט (1996), או SELA שלנו כאן בישראל (Salomon & Almog, in press). כל אלה הן סביבות למידה המבוססות על עקרונות קונסטרוקטיביסטים פסיכולוגיים ופילוסופיים. הן מבוססות על עבודת צוות, לרוב בין-תחומי, המכוונת לפתרון בעיות מורכבות מתוך המציאות הממשית, והמשתמשת במגוון של אמצעים טכנולוגיים.

סביבות למידה קונסטרוקטיביסטיות הגיעו בהדרגה לבגרות יחסית (ראו ההצגות הרבות והמעניינות של סביבות אלה בפגישת ה-EARLI ב-1997). כאן, הגיע הזמן להעלות שאלות מספר לגבי סביבות אלה. מטרת ההצגה של שאלות אלה אינה לחתור תחתן, אלא להבין טוב יותר את האפשרויות והמגבלות הגלומות בהן, ולגונן מפני הפיתוי של שיגיונות ואפנות פדגוגיים וטכנולוגיים. אני מודע לסכנות הכרוכות בהצקה לעמית. ההסתכלות אחורה לשם הצגת שאלות והעלאת סוגיות מכאיבות לא שירתה היטב את אשת לוט, שהפכה לנציב מלח, או את ג'ון אוסבורן, שנעטף בזעמו. עם זאת אי אפשר, ואף אסור, להתחמק ממעשה הכרחי

* Salomon, G., "Novel Constructivist Learning Environments: Some Issues to Be Concerned With", Paper presented at the EARLI meeting, August 1997.

בעלת ערך האמת האוניברסלי. רורטי (Rorty, 1991) ניסח זאת בתמציתיות: הידע מצוי בעצם התהליך הקונסטרוקטיביסטי ואיננו ממצא; הוא אינו התוכן הנאגר בזיכרון אלא הפעילות של בנייתו. בקצרה, "ילדים אינם מקבלים רעיונות, הם יוצרים רעיונות" (Kafai & Resnick, 1996, p. 1).

הקונסטרוקטיביזם הוא למעשה יצור בעל שני ראשים. בתחילה הוא הושפע מאוד מן הגישה ההתפתחותית הקוגניטיבית של פיאז'ה, שהדגישה את הפרט ואת הדרך שבה הוא בונה את הידע. כיום מתפתחת והולכת ליד גישה זאת גישה מתחרה חברתית-תרבותית, המושפעת מאסכולת החשיבה הסובייטית של ויגוצקי, לאונטייב ובקטין (Cole, 1991, Rogoff, 1990; Wertch, 1991). הגישה האחרונה עוסקת בעיקר בתהליך החברתי של אינטראקציה והשתתפות, ורכישת משמעות על בסיס חברתי, כלומר - בדרך שבה **המערכת החברתית** הממוצבת - ולא הפרט הבודד בלבד - פועלת באופן אינטראקטיבי לבניית ידע משותף (Greeno, 1997).

הגישה הממוצבת, המדגישה את ה"כאן ועכשיו" של המערכת הפועלת, שונה אפיסטמולוגית באורח משמעותי מן הגישה הקוגניטיביסטית המכוונת לפרט. לדוגמא, הגישה הקוגניטיביסטית היא לגבי רבים מאתנו בראש וראשונה גישה פסיכולוגית המדגישה כיצד מתרחשת למידה טובה; הווה אומר - כיצד יש לתכנן הוראה וסביבות לימודים נאותות. מצד שני, הגישה החברתית-תרבותית היא פילוסופית יותר, כפי שמסתבר מיחידות הניתוח (מערכות שלמות) ומוקדי תשומת הלב (השתתפות) שהיא מציעה. צוין כבר (Hewitt, Scardamalia & Webb, 1997) שהסטת תשומת הלב מן הגישה הקוגניטיביסטית אל הגישה הממוצבת משנה את משמעות ה"ידע" וה"למידה" משיוכו להישגים אישיים אל פעולות מפורזות של **השתתפות** התלויות בהקשר. זהו מעבר מתכנון פעילויות המובילות לתוצאות מסוימות אל תהליכים חברתיים בין-אישיים - ועל כן מעבר מהערכת השפעותיה "של" סביבת הלמידה אל השפעות "עם" סביבה זאת.

ארחיב בנקודה זאת. השפעות "עם" הן שינויים המתרחשים **בעת** שהתלמידים משתפים פעולה, פותרים בעיות, גולשים באינטרנט או בונים מסד נתונים במולטימדיה. מעורבות רבה יותר, תשומת לב ממוקדת יותר, פעילות חברתית ערה יותר, ניסוח טוב יותר של שאלה המופנית לאחרים, וכדומה - כל אלה הן השפעות תהליכיות ממוצבות המתרחשות **בעת** הפעילות ואינן נובעות ממנה. אין לבלבל בין השפעות אלה לבין **התוצאות** ארוכות הטווח, ההשפעות השוריות הקוגניטיביות או הכרוכות ברצייה הנובעות מפעילויות הלמידה, שאותן התלמיד לוקח עמו ויכול ליישמן למצבים חדשים מחוץ למצב הלמידה המקורי. ההבדל בין תוצאות "עם" לבין תוצאות "של" דומה להבדל בין יכולת לנגן

הטכנולוגיה גם היא לא היתה לעזר רב, בהיגררה מאחור ובהיותה בנויה לשרת תפיסות מיושנות ביהוויריסטיות-למחצה, של חינוך באמצעות שינון ותרגול, או בשאפה לחדד את שכלם של התלמידים באמצעות פעילויות של תכנות. אך הטכנולוגיה התפתחה במהירות רבה, ומציעה כיום כלים של שיתוף אינטלקטואלי לטיפול במידע, עיצוב, נגישות ותקשורת הניתנים לשימוש בסביבות למידה שהוקמו מתוך תפיסה קונסטרוקטיביסטית. השלוש החלו עתה לפעול יחדיו היטב, כאשר הפילוסופיה של הקונסטרוקטיביזם מספקת את עמוד האור המנחה, הפסיכולוגיה של למידה קונסטרוקטיביסטית - את העקרונות הבסיסיים לפעילות הפדגוגית, והטכנולוגיה - את האמצעים להגשמתם.

הטכנולוגיה לא הוגבלה לשירות מערכת אחת בלבד של אמצעים הנדרשים להגשמת הרעיונות הפדגוגיים המונחים על-די הפסיכולוגיה והפילוסופיה. היא המשיכה להתפתח בקפיצות מדרגה, והחלה לספק כלים חדשניים ומאתגרים, ודרכי גישה אל שטף המידע כגון מולטימדיה ואינטרנט. אדון להלן בתפקיד הפרובוקטיבי של הטכנולוגיה, ובדרך שבה היא עשויה להשפיע על סביבות למידה קונסטרוקטיביסטיות. כרגע ברצוני לעורר שאלה אחת הנוגעת לסביבות למידה אלה, ולטפל מאוחר יותר בסוגיות העוסקות בטכנולוגיה. השאלה העומדת לדיון היא, **מה התלמידים לומדים למעשה בסביבות למידה קונסטרוקטיביסטיות, ומה היינו רוצים שילמדו?** אינני מעלה סוגיה זאת בשל ספק אם אמנם התלמידים לומדים משהו, אלא משום שלא ברור לי מה בדיוק הם לומדים, ומה אמורה להיות מטרתה של למידה זאת.

שני נוסחים של קונסטרוקטיביזם

מכיוון שמבנה הקונסטרוקטיביזם הוא בעל מגוון רחב של מובנים לגבי מגוון רחב של קהילות, אין מאמר זה יכול לתאר אותו, ובוודאי שלא להגדירו. נראה שבהתאם לרוח הקונסטרוקטיביזם, כמעט כל אחד בונה משמעות משלו. אך בכל המשמעויות מצוי גרעין של הבנה משותפת של הקונסטרוקטיביזם בתחום שלנו. ביסודו של דבר, מובנו של הקונסטרוקטיביזם כיום הוא שהפרטים אינם "באים לעולם עם 'מאגרי המידע' הקוגניטיביים" שלהם המכילים מראש ידע אמפירי או מדדים אפיסטמולוגיים טבועים מראש... כמו כן, איננו מאמינים שמרבית הידע האנושי נרכש בצורה מעובדת מראש... ככלל, הידע האנושי, ואמות המידה והשיטות שאנו משתמשים בהן בחקר שלנו, **נבנים**" (Phillips, 1995, p. 5). ידע נבנה באופן פעיל, קשור באורח הדוק לפרטואר הקוגניטיבי של הפרט, ולהקשר שבו מתקיימת הפעילות; על כן הוא **ממוצב**. הלומד הוא פועל יותר מאשר צופה. על-פי פון גלזרפלד (von Glasersfeld, 1990), הידע משרת את ארגון העולם ההתנסותי של הפרט, ולא את גילוי המציאות האונטולוגית האובייקטיבית

ברצוני להעלות כאן את העיקרון של יחסים הדדיים והתפתחויות ספירליות. על-פי עיקרון זה, גורמים משפיעים האחד על התפתחותו של רעהו בדרכים הגורמות לסיבות להיות מושפעות מתוצאותיהן, ולפעמים אף להיות מוגדרות על-ידן, בצורה המתפתחת כספירלה. נזכור כיצד גיורג' מרגיז את מרתה המרתיתה אותו בתורה, במחזה "מי מפחד מווייג'יניה וולף".

העיקרון של השפעות הדדיות עובר כחוט השני במגוון רחב של תיאוריות מברונפנברגר ועד גנדורה, מבייטסון ועד דון שון, ומפיאזה ועד פפרט. אימהות מחבקות את ילדיהן באינטימיות, ומחזקות על-ידי כך את ההתפרקות של הללו, בעוד זו גורמת לאימהות להפגין כלפיהם אינטימיות רבה יותר. ההכוונה החברתית מופנמת על-ידי הילד, ומגביה את הרף של תחום ההתפתחות הקרובה שלו, וזו מצדה מאפשרת פעולת גומלין חברתית מתוחכמת יותר. הטמעה מגיעה לרמה חדורשת התאמה, וזו מצדה מובילה להטמעה נוספת. פעילויות המוכה גורמות לה להרהר במעשיה, והרהור זה משפיע על פעילויותיה הבאות. למרבה הצער, החוקרים מתעלמים לעתים קרובות מעיקרון זה, ונוטים ליפול לפח של אי-כיווניות של השפעות, ומספרים בכך את מחצית הסיפור בלבד (Cobb, 1994 in Shaw in K&R, 1979). כך, למשל, הם רואים את המשמעויות המשותפות העולות מפגישה של פתרון בעיות משותף, או את ההישגים של כל תלמיד; אך רק לעתים

רחוקות הם רואים את שני הדברים בו-זמנית. קוב (Cobb, 1977) ציין בהקשר של הוראת המתמטיקה:

חיוני לדעתנו לשלב ניתוחים פסיכולוגיים של פעילות של תלמידים כפרטים עם ניתוח של פעילויות מתמטיות מתפתחות שבהן הם משתתפים... הניתוח האחרון... מתאר בו-זמנית את הלמידה של קהילת הכיתה ואת המצב החברתי המתהווה בהתפתחות המתמטית של כל לומד ולומד (עמ' 173).

יישום עיקרון זה של השפעות הדדיות וספירליות יקל עלינו לראות שלא זו בלבד ששתי התפיסות של הקונסטרוקטיביזם משלימות זו את זו, אלא הן מייצגות שני צדדים של תהליך דינמי מתמשך של השפעות הדדיות. פפרט טוען שבסביבת למידה קונסטרוקטיביסטית קיימת מחזוריות: הפנמה של מה שנבנה באופן חברתי כמשמעות משותפת או כתוצר משותף, המשפיע מצדו על הרפרטואר הקוגניטיבי של הילד ולאחר מכן מוחצן לכדי השפעה על השתתפותו

בפסנתר בקצב נכון יותר באמצעות שימוש במטרונום לבין שיפור חוש הקצב כתוצאה מניסיון בנגינה עם מטרונום.

שתי הגישות בקשר הדדי

הדגשת ההשפעות "עם" - כלומר, הדגשת האופי המערכתי של פעולות הגומלין בסביבת למידה והדרכים לבניית ידע משותף חברתית - מתאימה לענף הממוצב של הקונסטרוקטיביזם. גרינו (Greeno, 1997), שהנו דובר רהוט של הגישה הממוצבת, מעורר את שאלת היעדים הרצויים של החינוך, בקבעו: "האם עלינו לשקול את היעדים והתוצאות העיקריים של הלמידה בעיקר כאוספים של תת-מיומנויות, או כהשתתפות מוצלחת בפעילות מאורגנת חברתית ובפיתוח הזהויות של התלמידים כלומדים?" (עמ' 9). קשה להתווכח עם המלצתו של גרינו להתמקד ב"תרומת פעילויות הלמידה לפיתוח יכולת גבוהה יותר של התלמידים להשתתף

בעיסוקים חברתיים בעלי ערך ולפתח את זהותם כלומדים אחראיים ובעלי יכולת" (שם, שם). אף על-פי שמיקוד זה הוא יסוד חיוני להבנת סביבת למידה קונסטרוקטיביסטית ושיפורה, לא ברור האם זהו כל מה שאנו דורשים שמסביבה זאת תספק לתלמידים. עלינו לשאול, אם כן, מה עוד על התלמידים ללמוד? כוונתי היא למעשה למה שהתכוון

הענף הקוגניטיבי-התפתחותי של הקונסטרוקטיביזם: הישגים אישיים שהלומד יכול לקחת אתו ולהעבירם למצבים חדשים כידע ומיומנות מפשטים בחלקם שאינם תלויים בהקשר.

מובן מאליה שהגישה הממוצבת של מספר חוקרים (Rogoff, 1991; Pea, 1993; Greeno, 1997) דורשת השלמה על-ידי בעלי גישה קוגניטיבית יותר. אך ייתכן שכל אחת מגישות אלה גוררת את זרעי מתחרתה. בהשוואתו בין רוגוף ופון גלזרפלד כנציגים של שני המחנות, קוב (Cobb, 1994) מדגים כיצד כל אחד מהם דוגל באופן סמוי בהנחותיו של רעהו:

בהשוואה בין עבודתם של רוגוף ופון גלזרפלד, ניתן לראות כיצד טמונה בתפיסתו של רוגוף את הלמידה כאקולטורציה באמצעות השתתפות מונחה הנחה סמויה של ילד הבונה באופן פעיל; בעוד שבתפיסתו של פון גלזרפלד את הלמידה כארגון-עצמי קוגניטיבי קיימת הנחה סמויה שהילד משתתף בפרקטיקות תרבותיות (עמ' 17).



מסוגל לשמש כאיום ממשי למסגרת החינוכית הבסיסית שבה אנו חשים בנוח" (עמ' 5).

אחת הדרכים הנפוצות ביותר לצאת מדילמה זאת היא להתעלם זמנית מן הקונסטרוקטיביזם הרדיקלי של פון גלזרפלד וכן מזה החברתי-תרבותי, ולנקוט באמצעים מסורתיים של הישגים לימודיים. פעילות זאת, חשובה ככל שתהיה, מתעלמת מן היסודות הפילוסופיים הרדיקליים של הקונסטרוקטיביזם, שהם קוגניטיביסטיים וממוצבים כאחד, ומובלת להיבטים טכנולוגיים ולא לה של הספקה מעשית.

קונסטרוקטיביזם מבויט הוא דוגמא מצוינת להזדמנות שהוחמצה. האם הישגיים באינטראקציה החברתית בכיתה, בתוכנית הלימודים, בכללי התנהגות, בהכשרת מורים ובהוראה, בגבולות משמעותיים ובעיקר בפעילויות הלמידה עצמן - כולם שואפים לאותן תוצאות לימודיות ישנות? תוצאות אלה נוסחו והתאבנו הרבה לפני שעוצב השילוש של הפילוסופיה הקונסטרוקטיביסטית, הפסיכולוגיה והטכנולוגיה. האם אלה הן עדיין המטרות שיש לשאוף אליהן?

אמצעים שונים למטרות שונות

אמצעים שונים משרתים בצורה הטובה ביותר מטרות שונות. ככל שנשנה את האמצעים, יהיה זה פחות הגיוני לדבוק במטרות הישנות שניתן לשרתן טוב יותר באמצעים אחרים. שינויים קיצוניים בפדגוגיה - הפיכת הכיתה הדידקטית לכיתה קונסטרוקטיביסטית, הכוללת צוותי עבודה, בעיות בין-תחומיות שיש לפתור במשותף, טכנולוגיה וכל השאר - חייבים לדרבן אותנו לחשוב על אמות מידה ומטרות חדשות ההולמות יותר את הפדגוגיה החדשה. אין באפשרותנו להעלות כאן רשימה של אמות מידה כאלה, אך מספר מתכננים של סביבות למידה כבר החלו בפעולה זאת. סקרדמליה ועמיתיו (Scardamalia et al., 1992) החלו להתוות ולהשתמש באמצעים חדישים למדידת תוצאות כגון ידיעת קרוא וכתוב גרפית, לכידות של ידע, ורמה של פעילות בניה. סווארץ ועמיתיו (Schwartz et al., 1995) פיתחו ב"פרויקט להערכה מאוזנת במתמטיקה" (Balanced Assessment in Mathematics Project), שבסיסו באוניברסיטת הרוורד, מדדים חדשניים כגון הערכה מתמטית ופתרון בעיות. גם אנחנו בפרויקט סלייט שלנו מדדנו את השתנות תפיסותיהם של התלמידים לגבי משמעותם של הלמידה ושל הידע.

לדעתי, אחת התוצאות החשובות והמעניינות ביותר של סביבות למידה קונסטרוקטיביסטיות עשויה להיות יכולתם המשופרת של התלמידים לעבוד בצוות לפתור בעיות מן החיים שהן חדשות לחלוטין, מורכבות ובנויות שלא כהלכה; ויכולתם להגיע במשותף למידע ולהפכו לידיע בר קיום. לפיכך, הידע לא יאגר לשם עצמו, אלא ייבנה כאשר יהיה צורך בו כדי לפתור בעיה או לעצב משהו שימושי. דבר זה מדגיש את צד

החברתית של הילד, וחוזר חלילה. במילים אחרות, עיקרון זה מורה על קבלה של שתי הגישות לקונסטרוקטיביזם ושל משמעותה של כל אחת מהן. עלינו לבחון, אם כן, את התוצאות "עם" ואת התוצאות "של"; את הדרך שבה הן פועלות יחדיו, ואת הדרך שבה הן משפיעות ההדדית זו על זו. ניתן למנות לפחות שלושה מיני ספירלות הדדיות, שכולן מקשרות את הגישה החברתית-תרבותית הממוצבת אל הגישה הקוגניטיביסטית:

1. יחסים ספירליים הדדיים בין תהליכים ממוצבים לבין תוצאות למידה, כגון זה בין האיכות של פעולות הגומלין הבין-אישיות המתפתחות בצוות לבין איכות הבנתם המשותפת של הנושא העומד על הפרק. באחד ממחקריו מצאנו שהיחס בין שני משתנים אלה חזק וחיובי רק בסביבת למידה קונסטרוקטיביסטית פתוחה (open-ended), אך לא בסביבה הדידקטית הרגילה. אי לכך, היה עלינו להמשיך ולשאל כיצד ההבנה המשותפת שהושגה משפיעה על איכותן של פעולות הגומלין הבאות.
2. ספירלה של קשרים הדדיים בין תהליכים ממוצבים לבין ידע הקשרי ממוצב מצד אחד, ובין ידע כזה לבין התוצאות הכלליות יותר של תפיסה או מיומנות לא-הקשרית מצד שני. גם אם נהיה נכונים להניח שידע ומיומנות עשויים להיות במקורם הקשריים וממוצבים, עלינו להסכים עם אנדרסון, רדר וסימון (Anderson, Reder & Simon, 1996) שאין כל הכרח שהידע יישאר כזה לנצח. על-די כך, השאיפה להישגים ניתנים להכללה ויחידים לא תיראה בלתי הגיונית.
3. ספירלה של יחסים הדדיים בין הבנות מחולקות חברתית והבנות קוגניטיביות אישיות (Salomon, 1993; Shaw, 1996).

אולם, אילו תוצאות?

גם אם נקבל את שלושת סוגי ההשפעות ההדדיות שמנינו לעיל, עדיין נותרת שאלה חשובה. נוכל לדבר על השפעות "של" סביבות למידה קונסטרוקטיביסטיות, אך מה צריכות להיות התוצאות הללו? האמת היא שפרט למספר פרויקטים של חינוך מתמטי (למשל: Cobb, 1997; Schwartz et al., 1995), אין לנו מושג ברור מה הלומדים בסביבות למידה קונסטרוקטיביסטיות אמורים לקבל. אנו נוטים לחזור למה שפטרגליה אמורים לקבל. תיאור כנוסח המבוית של הקונסטרוקטיביזם, כשכוונתו ליישום פדגוגיה קונסטרוקטיביסטית להשגת יעדים מסורתיים. במקרים אלה - והם הרוב - השינוי בשיטות ההוראה אינו אלא שינוי האמצעים להשגת מטרות ישנות, או כדבריו של פטרגליה: "קמע תיאורטי שניתן להעלות באמצעותו את המוראל האינטלקטואלי, תוך הבטחה שלא יהיה

מולטימדיה תהיה כמובן האפשרות עליה תמליץ
הגישה הקונסטרוקטיביסטית.



פעילויות כגון בניית תוכנית מולטימדיה הן מעניינות במיוחד, מכיוון שהחשיפה לארגון המידע במבנה בלתי-לינארי ודמוי-רשת על-ידי ההיפרמדיה דומה לדרך שבה המידע מאורגן בתודעתנו. כפי שאנו ואחרים טוענים לגבי אפשרות הזיקה בין מערכות הסמלים של התקשורת לבין האפנון הסמליות של ייצוג בתודעה האנושית (לדוגמא: Kosslyn & Pomerantz, 1977; Salomon, 1994), כך ניתן לטעון לזיקה בין האופי הבלתי-לינארי ודמוי-הרשת של המולטימדיה והארגון הקוגניטיבי דמוי-הרשת של המידע. ואכן, אנטוויסל (Entwistle, 1995) מצא שתלמידים מדווחים על ארגון הידע שלהם בשדה בצורה דמויית-רשת שהוא כינה בשם "עצמי-ידע". חוקרים אחרים (Jones & Wesilind, 1996) מצאו שככל שהתלמידים מתקדמים בתחום לימודים מסוים, כך המבנה דמוי-הרשת אותו הם מתארים נעשה צפוף יותר ובעל קשרים רבים יותר המחברים את צמתי המידע השונים זה לזה. מעניין לציין את הדמיון של תיאור זה לאופן שבו המידע מאורגן, ולפיכך גם נשלף, במולטימדיה.

רשתות-משמעות

לאור הנאמר לעיל, ברצוני לטעון שגם אם מדובר בייצוגים יציבים וסטטיים של ידע, או כאלה הנבנים מחדש ככל שנדרש, מבני הידע דמויי-הרשת מספקים מה שאנו מכנים **הבנה** או **משמעות**. משמעות היא פונקציה של הצפיפות, המורכבות והארגון של רשת קוגניטיבית כזאת. ככל שהרשת צפופה יותר ומאורגנת היטב, כך היא מתפקדת **כרשת משמעות**. היינו רוצים שתלמידינו בשיעורי מדע יבנו רשתות שיכללו מה

השימוש והממוצב של הידע, ועם זאת מכיר ביכולת קיומו של משקע קוגניטיבי אישי הניתן להכללה, כגון היכולת לעבוד בצוות, לגשת למידע נדרש, לנסח שאלה אינטליגנטית, או להגדיר מחדש את המוקד של חיפוש עקר.

ניסיתי לשרטט כאן מתווה לתפיסה של הידע: **הידע כמבנה חברתי במובן הכפול של פועל המציין תהליך ושל שם עצם המציין חפץ בבעלותו של אדם.** היבט התהליך הבונה של תפיסה זאת נובע מן השותף החברתי-תרבותי בצמד הקונסטרוקטיביסטי, בעוד שההיבט של עצם בנוי נובע מן השותף הקוגניטיבי. לדעתי, קיים קושי בחקר האחד ללא השני. נתאר לעצמנו חקר סביבת למידה קונסטרוקטיביסטית חדשה ללא התחשבות בהופעת ההבנה המשותפת, בפיתוח משותף של אפנות של עבודה משותפת והליכי פעולה מקובלים, או בתוצרים הנוצרים על-ידי צוות אך הופכים בסופו של דבר לתוצרים של היחיד. בדומה לכך, נחשוב על תוצרי היחיד הצומחים מן התוצרים החברתיים וחוזרים ומזינים את הללו, מבלי להביא בחשבון את התהליך החברתי שהוביל ליצירתם וקידם את התפתחותם. המושג של יחסים הדדיים בין שתי התפיסות של קונסטרוקטיביזם וההשפעות "עם" ו"של" שהן מרמזות עליהן נראה פתאום טבעי למדי.

הטכנולוגיה משפיעה על השכל

נעבור עתה מן השותפים הפסיכולוגיים והפילוסופיים של ההרכב הקונסטרוקטיביסטי אל השותף הטכנולוגי. שותף זה אינו מתפקד כמשרת אילם, אדיש ובלתי מורגש של הפדגוגיה הקונסטרוקטיביסטית. הוא משפיע בזכות עצמו על הלמידה ועל החשיבה, ייתכן אף באופן מעמיק יותר מאשר אנו מוכנים להודות. הטכנולוגיה, שבאה לממש את סביבת הלמידה הקונסטרוקטיביסטית, עשויה להשפיע על השכל לפחות בארבע דרכים עקרוניות. הראשונה היא באמצעות הצעת **פעילויות אינטלקטואליות** ושותפויות, כגון הדמיות או תכנון. השנייה היא באמצעות **מערכות הסמלים** שדרךן היא מייצגת לנו את העולם, כגון המולטימדיה. השלישית קשורה לדרך שבה מאורגן מידע על אודות העולם - לדוגמא: גיליונות עבודה, מסדי נתונים והיפרטקסט. הדרך הרביעית היא באמצעות שילוב של שלוש הדרכים הקודמות: **ההזדמנות שהטכנולוגיה מאפשרת לבניה פעילה של ידע ובמיוחד צורות סמליות (מילה, תרשים, תמונה), וידע הבנוי בצורות ארגוניות ייחודיות (מסדי נתונים, מולטימדיה), הזמינים לבחינה ולהפעלה.** לא החשיפה בלבד למערכות הסמלים של הטכנולוגיה ואמצעי התקשורת, אלא המעורבות הפעילה בבנייה, ביחידות או בשיתוף פעולה, היא ההופכת את הדרך הרביעית לרבת העצמה מכולן. כפי שכבר הוכח (Lehrer et al., in press), גלישה בתוכנית היפרמדיה היא דבר אחד. ובנייתה היא דבר אחר לחלוטין. בניית תוכניות

ליטאיות, אולי בדומה לרשתות משמעות קוגניטיביות. עם זאת, הקשרים שהן מציגות, ובמיוחד אלה שהתלמידים בונים בעצמם, אינם לוגיים כלל ועיקר. למעשה, תוכניות אלה מבוססות במתכוון על **תסמיך** (אסוסיאציה) ועל **מקסם חזותי**, ומפתות את המשתמש לשוטט מפרט אחד למשנהו הנסמך עליו. למעשה, אין זה מקרה פרטי של היפרמדיה ומולטימדיה, אלא זהו תכונה מגדירה של "הדבר החם ביותר בעיר": האינטרנט. אין כל פסול בדילוג הלך ושוב כפי שהמולטימדיה והאינטרנט מזמינים אותך לעשות, אלא רק בכך שזוהי התנהגות מהופכת של **שיטוט** לא מודרך מלמטה-למעלה בניגוד ל**חיפוש**, שהוא התנהגות מפותחת יותר מלמעלה-למטה, מונחת באופן מטאקוגניטיבי ומכוונת למטרה (Wright & Vliestra, 1975). חיפוש, שלא כמו שיטוט, אינו מונחה על-ידי פיתוי של כפתורים בוהקים, ואינו מתמחה במציאת תסמיכים פשוטים לסיפוק. ובכן, אם התלמידים מסוגלים לחקות את ארגון המידע במולטימדיה לצורך ארגון הידע בתודעתם, ולהתאים את מפות המשמעות שלהם לאלה שהם בונים במחשב, יש להניח שיארגנו אותן באותה דרך תסמיכית כמו במולטימדיה.

ליקוי הפרפר

שאלותי נוגעות לשתי התפתחויות הקשורות זו בזו. האחת עוסקת במבנה רשת המשמעות של תלמידים: האם ישקפו רשתות המשמעות הקוגניטיביות של תלמידים את תכונות המולטימדיה, הכוללות קשרים תסמיכיים רופפים? ההתפתחות השנייה מתייחסת לפעילות המנטלית הקשורה לרשתות אלה: האם התלמידים יפגינו את הנטייה שרכשו בשיטוט במולטימדיה, על-ידי דילוג מנטלי ברשתות הקוגניטיביות שלהם בדרך אקראית דומה? אני מכנה אפשרויות אלה בשם "ליקוי הפרפר": חשיבה באפנת המולטימדיה - או העדפת סגנון חשיבה זה - "גע ואל תיגע, נוע וגלה מה יתרחש". מורה שרואין על-ידי אופנהיימר לצורך מאמרו הנוקב על המחשוב בחינוך (Oppenheimer, The Atlantic Monthly, 1997) הכריז בגאווה שתלמידיו למדו לחשוב באפנת המולטימדיה. אם הוא אכן צודק, כי אז סכנת "ליקוי הפרפר" אינה פרי דמיוני בלבד.

טכנולוגיה: מהגשמה לעירור

הטכנולוגיה - השותף השלישי לסיפור האהבה המשולש - מתפתחת במהירות עצומה. סביבות למידה קונסטרוקטיביסטיות זקוקות לה לפעילויותיהן, ועולם העסקים דואג לכך שהחינוך ישאף לטכנולוגיה החדשה ביותר. הזכרתי לעיל שההתפתחות המהירה של הטכנולוגיה מציעה שימושים חדשים שהרציונל הפדגוגי שלהם כלל אינו ברור. לפתע פתאום, בפעם הראשונה בתולדות האנושות, מצויים לחינוך כלים ומכונות חדשניים ומפתים, אשר לעתים קרובות אין

שאנו מכנים חיבורים "לוגיים" בעלי אופי של סיבה, זמן, מתאם, השוואה, וחלק-שלם. ככל שרשת המשמעות הבנויה תהיה הגיונית יותר, כך היא תוכל להיבנות מחדש בצורה טובה יותר בשעת הצורך. לדוגמה, תאריכים בהיסטוריה, שמות או משוואות יחידות, הם למעשה חסרי משמעות ולכן קשה לזכור אותם, בשל ריחופם בצורה בלתי מחוברת למשהו בחלל הקוגניטיבי, בדומה ללוויינים בחלל החיצון.

רשתות-משמעות והיפרמדיה

בהתחשב בזיקה זאת, האם ייתכן שתוכניות ההיפרמדיה שהתלמידים גולשים בהן - וחשוב מזה, אלה שהם עצמם בונים בסביבות למידה קונסטרוקטיביסטיות טיפוסיות - משמשות ככלים אינטלקטואליים חיצוניים המסייעים לבניית רשתות המשמעות הקוגניטיביות שלהם? האם הרשת הקוגניטיבית שאותה בונים התלמידים משתקפת בתוצרי המולטימדיה שלהם? או להפך - האם הרשת הקוגניטיבית משקפת את התוצר הממוחשב החיצוני? עדיין לא קיים מחקר העשוי לספק תשובה ברורה לשאלות אלה, אך העדות המוגבלת הקיימת תומכת באפשרות זאת (Lehrer et al., in press; Winnie, 1998). אם אכן קיימת אפשרות כזאת כאשר התלמידים גולשים בתוכנית מולטימדיה, התוצאות עשויות להיות בעלות עצמה רבה יותר כאשר הם בונים תוכנית כזאת באורח פעיל. על-ידי פעילות זאת, התלמידים משפיעים על הדרך בה התוצרים הטכנולוגיים עשויים להשפיע עליהם.

נרחיק צעד אחד הלאה: אם גלישה או בנייה בהיפרמדיה אכן מסייעות לארגון הרשתות הקוגניטיביות של התלמידים, כפי שגורס ברנס (Barnes, 1994), האם ייתכן שהן תשפיענה גם על ארגון המידע על-ידי התלמידים ברשתות המשמעות הקוגניטיביות שלהם? שאלה זאת אינה שערורייתית כל כך. ניתן להסיק אותה ישירות מן התיאוריה של ויגוצקי (Vygotsky, 1981) על אודות תפקידם המתווך של כלים. לדעתו, כלים לא רק מסייעים לפעילות קוגניטיבית על-ידי נטילת אחדים מתפקודיה, אלא הם משנים אותה ומגדירים אותה מחדש באורח יסודי. יתר על כן, ישנו מחקר (Salomon, 1994) המוכיח שכאשר מתעוררת הזדמנות לכך, אנשים נוטים לחשוב במונחים של מערכות סמלים של תקשורת. הדבר משפיע על רכישת שליטה במיומנויות קוגניטיביות רלוונטיות, על-ידי הפנמה של פעולות תקשורת מסוימות כגון זום, והפיכתן לכלים קוגניטיביים. אם אין זאת "הפנמה" במובן שהציע ויגוצקי, הריהי כזאת במובנים אחרים, דומים לאלה שבאמצעותם מודלים סטטיסטיים משמשים כמודלים ותיאוריות קוגניטיביים (Gigerenzer, 1991).

כאן מתעוררות שאלות נוספות. תוכניות היפרמדיה שהחינוך מהללן ועושה בהן שימוש נרחב הן לא-

מגדל את ילדיי שלי ואת הילדים הללו. דבוק בעובדות, אדוני! (צ'רלס דיקנס).

אילו היינו מחליפים את המילה "עובדות" במילה "מידע", היינו מטיפים לקונסטרוקטיביזם, אך היינו חושפים את תלמידינו ל"עובדות", ושום דבר פרט לעובדות". היינו חוזרים אל דיקנס, 140 שנה לאחר! אומרים שהרברט סימון טען לפני שנים מספר שהמושג "ידע" ישנה את מובנו משם עצם המציין בעלות לפועל המציין נגישות: לא יהיה עוד חשוב כל כך מהו הידע באמתותו של התלמיד, ביחס לידע שהוא מסוגל לגשת אליו. אך אם השאלה היא בדבר נגישות, אנא חזרו על השאלה... נגישות למבול של מידע קשור ברפיון על-ידי חוטים אקראיים, אינו מסייע להפיכת המידע לידע. ייעודו של בית הספר - במיוחד זה בעל הגוונים הקונסטרוקטיביסטיים - הוא לאפשר לתלמידים לחשוב, לרכוש מיומנויות של טיפול אינטליגנטי במידע ולהפוך אותו לידע, ולא להטביע אותם במידע.

חוששני שהטכנולוגיה משתלטת על ההוראה, מגדירה מחדש את אופיין של סביבות הלמידה ומשנה את רעיון הקונסטרוקטיביזם - בנייה פעילה ורצינית של ידע - לצבירה פעילה של מידע גולמי ללא חשיבה. נדמה כאילו השותף השלישי בשלישייה השתלט, וזרש מן הפילוסופיה - או, ליתר דיוק, מן האפיסטמולוגיה - ומן הפסיכולוגיה של החינוך וההוראה, ללכת בעקבותיו ולהתאים עצמם להיצעים החדשים. עם זאת, סרנסון (Saranson, 1984) כבר הזהיר אותנו שלא כל דבר האפשרי טכנולוגית, מופלא ככל שיהיה, חייב אוטומטית להיות גם רצוי להוראה.

האפשרויות החדשות צריכות לעורר אותנו לחשוב מחדש על ההוראה ולהגדיר מחדש את אופיו של בית הספר. איננו חייבים לדבוק במוכר ובידוע, אך עלינו - החוקרים והמתכננים של סביבות למידה קונסטרוקטיביות - להימנע מניסיונות שויבילו אותנו לארץ המובטחת הטכנולוגית, מבלי לבחון היטב את ההבטחה ואת יציבות הקרקע שעליה היא מושתתת.

תרגם מאנגלית: עידן ירון

כל הצדקה הוראתית או בסיס פסיכולוגי להצדיק את השימוש בהם. לראשונה, על החינוך לרדוף אחר הטכנולוגיה במסדרונות בית הספר ובערוצי האינטרנט, להתאים נימוקים פדגוגיים ישנים לאפשרויות חדשות, או להמציא נימוקים חדשים. מדוע למעשה יש לשאוף לכך שהתלמידים ילמדו באמצעות גלישה באינטרנט? מהי המטרה של עיצוב אתר הבית של התלמידים? הטכנולוגיה, בשמשה ככוח המסייע להגשים תפיסות פסיכולוגיות של למידה והוראה, החלה לשמש גם כעירור - בהציעה אפשרויות חדשות הדורשות תפיסות חדשות, נימוקים חדשים ואפנות שימוש חדשות.

גודש המידע

האמור לעיל נוגע בעיקר להזדמנויות המהוללות כל כך שפותח בפנינו האינטרנט. במבט ראשון נראה שאמצעי זה מציע כל מה שהגישה הקונסטרוקטיביסטית שואפת אליו: מקורות מרובים של מידע שניתן לשאוב מהם, עולם מידע שלם שניתן לשוטט בו, והזמנה להיות שותף מלא ופעיל בחברת מידע רחבה, וירטואלית ומגוונת. הבעיה היא שזהו עושר השמור לבעלי לרעו. מקורות מרובים מדי, מידע רב מדי, קשרי תקשורת רבים מדי, והתרגשות רבה מדי ביחס לרציונל הפדגוגי הקלוש של גלישה בשפע זה לצורך הלמידה.

האינטרנט מציע מבול מפתה של מידע. כאן "הכלל של הכל" ממלא את תפקידו: למורה המצוי באינטרנט, העולם כולו נראה כמו ספרייה. אך האם מבול של מידע שנשלף באקראי מסייע לבניית ידע? לצער, אין הדבר כך. מוקסמים מגודש המידע, אנו נשאבים מבלי משים להערכה מוגזמת של מידע עובדתי, בהנחה שזהו המקור העיקרי לידע.

אני נזכר בהקשר זה במשהו מתחום אחר:

עכשיו, אני רוצה עובדות! ללמד את הילדים והילדות האלה עובדות בלבד. העובדות בלבד נדרשות בחיים. אל תשתול במוחם כל דבר אחר... ביכולתך לעצב את שכלם של בעלי חיים תבוניים רק על סמך עובדות: כל דבר אחר לא ישמש אותם לעולם. זהו העיקרון שעל-פיו אני

מראי מקומות

Anderson, J.R., Reder, L.M., & Simon, H.A. Rejoinder: Situative versus cognitive perspectives: From versus substance. *Educational Researcher*, 26 (1), 18-21.

Barnes, W.G. (1994, April). *Constructing knowledge from an ill-structured domain: Testing a multimedia Hamlet*. Paper presented at the Meeting of the AERA, New Orleans.

Brown, A.L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2 (2), 141-178.

Brown, A.L. (1994). The advancement of learning. *Educational Researcher*, 23 (8), 4-12.

- Cobb, P. (1994). Where is the mind? Constructivist and sociocultural perspectives on mathematical development. *Educational Researcher*, 23 (7), 13-20.
- Cobb, P., (1997). Learning from distributed theories of intelligence. in E. Pehkonen, (Ed.), *Proceedings of the 21st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, pp. 169-176. Lahti, Finland: University of Helsinki.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1996). Multimedia environments for enhancing learning in mathematics. in S. Vosniadou, E. de Corte, R. Glaser & H.G. Mandl (Eds.), *International perspectives on the design of technology - Supported learning environments*, (pp. 285-305). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cole, M. (1991). Conclusion. In L.B. Resnick, J.M. Levine, & S.D. Teasley (Eds.), *Perspectives on socially shared cognition*, pp. 398-417. Washington, DC: American Psychological Association.
- Dickens, C. (1854). *Hard times*. London: Everyman.
- Entwistle, N. (1995). Frameworks for understanding as experienced in essay writing and in preparing for examinations. *Educational Psychologist*, 30, 47-54.
- Gigerenzer, G. (1991). From tools to theories: A heuristic discovery in cognitive psychology. *Psychological Review*, 98, 254-267.
- Glaser, R. (1990). The reemergence of learning theory within instructional research. *American Psychologist*, 45 (1), 29-39.
- Greeno, J.G. (1997). Response: On claims that answer the wrong question. *Educational Researcher*, 20 (1), 5-17.
- Jones, M.G., & Vesilind, E.M. (1996). Putting practice into theory: Changes in the organization of pre-service teachers' pedagogical knowledge. *American Educational Research Journal*, 33 (1), 91-117.
- Kafai, Y.B., & Resnick, M. (1996). Introduction. In Y. Kafai & M. Resnick (Eds.), *Constructionism in practice - Designing, thinking and learning in a digital world* (pp. 1-8). Mahway, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kosslyn, S., & Pomerantz, J. (1977). Imagery, propositions, and the form of internal representations. *Cognitive Psychology*, 9, 52-76.
- Lehrer, R., Erickson, J., Love, M., & Connell, T. (in press). Learning by designing hypermedia documents. *Computers in the schools*, 9 (2/3).
- Oppenheimer, T. (1997). The computer delusion. *Atlantic Monthly*, 280, 45-65.
- Papert, S.A. (1990). Constructionist learning. in I. Harel (Ed.), Cambridge, MA: MIT Media Laboratory.
- Pea, R. D. (1993). Practices of distributed intelligence and designs for education. in G. Salomon, (Ed.), *Distributed cognitions - Psychological and educational considerations* (pp. 47-87). Cambridge, UK; New York; Melbourne: Cambridge University Press.
- Petraglia, J. (in press). *Reality by design: Rhetoric, technology, and the creation of authentic learning environments*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Philips, D. C. (1995). The good, the bad, and the ugly: The many faces of constructivism. *Educational Researcher*, 24 (7), 5-12.
- Rogoff, B. (1991). Social interaction as apprenticeship in thinking: Guided participation in spatial planning. in L.B. Resnick, J.M. Levine, & S.D. Teasley (Eds.), *Perspectives on socially shared cognition*, (pp. 349-364). Washington, DC: American Psychological Association.
- Salomon, G. (1979). *Interaction of media, cognition and learning*. San Francisco, CA: Jossey-Bass. Published again by Lawrence Erlbaum, 1994.
- Salomon, G. (1996). A highway for information or disinformation? *Studies in Technology*, 25, December, 2-5.
- Salomon, G., & Perkins, D. (1996). Learning in wonderland: What do computers really offer in education?. in S. Kerr (Ed.), *NSSE Yearbook* (pp. 111-130). Chicago: University of Chicago Press.

- Salomon, G. (1997, January). Of mind and media: How culture's symbolic forms affect learning and thinking. *Phi Delta Kappan*.
- Salomon, G. (in press). Technology's promises and dangers in a psychological context. *From Theory to Practice*.
- Salomon, G., & Almog, T. (in press). Educational psychology and technology: A matter of reciprocal relations. *Teachers' College Record*.
- Salomon, G., & Perkins, D.N. (in press). Individual and social aspects of learning. *Review of reciprocal relations in Education*.
- Sarason, S.B. (1984). If it can be studied or developed, should it be? *American Psychologist*, 39, 477-485.
- Scardamalia, M., Bereiter, C., Brett, C., Burtis, P.J., Calhoun, C., & Smith Lea, N. (1992). Educational applications of a networked communal database. *Interactive Learning Environments*, 2, 45-71.
- Scardemalia, M., & Bereiter, C. (1996). Adaptation and understanding: A case for new cultures of schooling. in S. Vosniadou, E. de Corte, R. Glaser & H. Mandl (Eds.), *International perspectives on the design of technology - Supported learning environments*. pp. 149-163. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schwartz, J.L., et al. (1995). *Assessing mathematical understanding and skills effectively*. Interim Report of the Harvard University Graduate School of Education: Harvard, MA.
- Shaw, A., (1996). Social constructionism and the inner city: Designing environments for social development and urban renewal. in Y. Kafai & M. Resnick (Eds.), *Constructionism in practice - Designing, thinking and learning in a digital world*. pp. 175-206. Mahway, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- von Glasersfeld, E. (1990). An exposition of constructivism: Why some like it radical. in R.B. Davis, C.A. Maher, & N. Noddings (Eds.), *Constructivist views on the teaching and learning of mathematics*, (Monograph 4), pp. 19-29. *Journal for Research in Mathematics Education*.
- Vygotsky, L.S. (1981). The instrumental method in psychology. in J.V. Wertsch (Ed.), *The concept of activity in Soviet psychology*. Armonk, NY: M.E. Sharpe.
- Weick, K. (1979). *The social psychology of organizing* (2nd edition), Reading, MA; Menlo Park, CA; London; Amsterdam; Don Mills, Ontario; Sydney: Addison-Wesley Publishing Co.
- Wertsch, J.V., Pablo, D.R., & Alvarez, A. (Eds.). (1995). *Sociocultural studies of mind*. Cambridge, UK; New York; Melbourne; Cambridge University Press.
- Winnie, P. (1998, August). *The allure of new technologies in modeling learners' minds*. Symposium paper to be presented at the Meeting of the IAAP, San Francisco.
- Wright, J.C., & Vliestra, A.G., (1975). The development of selective attention: From perceptual exploration to logical search. In H.W. Reese (Ed.), *Advances in child development and behavior*, 10, New York: Academic Press.

חדש!

פיסיקה לכל

עקרונות מדע החומר והאנרגיה

ספרו המצליח של פול ג' היואיט תורגם לראשונה לעברית ויצא בימים אלה לאור הספר מכיל 734 עמודים של טקסט בהיר המקיף את כל תחומי הפיסיקה ומלווה במאות איורים וצילומים.

כל הפיסיקה

החל בפרק 1 - תנועה על קו ישר, ועד פרק 35 - תורת היחסות הכללית

לימוד להבנה

כל הנושאים מטופלים דרך העקרונות ולא דרך החישובים

קישור לחיי יומיום

שפע ניסויים ותצפיות לביצוע בכיתה ובבית

בהירות

גם הנושאים המורכבים ביותר מוסברים בשפה פשוטה ובלוויית שרטוטים והבהרות

שאלות

כל פרק מסתיים בעשרות שאלות חזרה, תרגילים ומטלות לבית

ספר חובה למורים המלמדים פיסיקה ומדעים בכל המסגרות ובכל הגילים.

להזמנת ספרים ניתן לפנות ליעל במכון ברנקו וייס בטלפון 02-6436881/2.