

הטכנולוגיה פוגשת בקונסטרוקטיביזם: האם ישתדכו זו לזה?*

דיוויד פרקינס

בתוך סבך הבעיות. שניים מהם הם טכנולוגיות של עיבוד מידע, והפעילויות החינוכיות הרב-גוניות סביב הרעיון של "קונסטרוקטיביזם". שני אלה ישמשו מוקדים לדיונו. מה מציעות לעשייה החינוכית הטכנולוגיות של עיבוד מידע? מה מציעות נקודות המבט הקונסטרוקטיביסטיות? מה מספקות השתיים במשולב? האם יש לצפות ליותר מאשר "סכום החלקים"?

חמישה היבטים של סביבת למידה

הכיתה - הספרים, הלוח, המחברות, העפרונות, המורים, התלמידים, השולחנות, מפות הקיר, וכדומה - נראית כבליל של אביזרים. ככל שסביבה זאת מורכבת, ניתן לחלקה לחמישה היבטים שונים, שאינם קיימים בהכרח בכל מקרה: **מאגרי מידע**, **משטחי סמלים**, **מערכות בנייה**, **פנומנריה** (**אזורי תופעות** - *phenomenaria*) ו**מנהלי מטלות**. החמישה יחד מציעים נקודת מבט על המבנה והצורה של הסביבה, ועל הנחותיה הבסיסיות על אודות טיב ההוראה והלמידה. הם מספקים גם מצע לתיאור האופן שבו טכנולוגיות של עיבוד מידע פועלות בתהליך הלימודי.

מאגרי מידע

מאגר המידע הקלאסי בכיתה הוא, כמובן, ספר הלימוד. מאגר מידע הוא כל משאב אשר משמש ראשית לכול כמקור למידע מוגדר על נושא כלשהו. מאגרי מידע מוכרים אחרים בכיתה כוללים מילונים, אנציקלופדיות וכמובן מאגר המידע האנושי העומד מרבית הזמן במרכז הבמה - המורה.

טכנולוגיות של עיבוד מידע מרחיבות את הסוגים והכמות של המידע הנגיש, ומקצרות את דרכי הגישה אליו. הטלקומוניקציה, למשל, מאפשרת גישה למאגרי מידע נרחבים של ספרות עממית וטכנולוגית עדכנית.

לכאורה המטרות הבסיסיות של החינוך נראות פשוטות ביותר. החינוך שואף ל**שימור ולהבנה** של ידע ומיומנויות, ול**שימוש פעיל** בהם. כמובן שאנו מעוניינים שהנלמד יישמר - הרי לשם כך אנו מלמדים. מהי תכלית הידע אם אין הוא מובן? ולבסוף, שימור והבנה של ידע ומיומנויות יהיו חסרי ערך אם הלומד לא יעשה בהם לאחר מכן שימוש פעיל - בלימוד נושאים אחרים, בקניות במרכול, בהשגת משרה טובה יותר, בהצבעה בבחירות, או בכל הקשר אחר. ניתן לצרף משאלות נוספות ל**שימור, הבנה ושימוש פעיל**, אך קשה לוותר ולו על אחת מהן.

הבעיה לגבי שלוש שאיפות פשוטות-לכאורה אלה היא שקשה מאוד לממש אותן. סקרים על החינוך כיום מתריעים ללא הרף על הפערים בידיע הבסיסי של תלמידים במתמטיקה, גיאוגרפיה או היסטוריה (Boyer, 1983; Goodlad, 1984; Ravitch & Finn, 1987). מחקרים על הבנת התלמידים את מדעי הטבע חשפו תפיסות מוטעות עמוקות של מושגי מפתח כגון חום ותנועה (ראה Clement, 1982, 1983; McCloskey, 1988). ג'ון ברנספורד ועמיתיו (Bransford, Franks, Vye & Sherwood, 1989) עמדו על הבעיה המכרעת של "ידע בלתי פעיל" (*inert knowledge*). הלומדים יודעים בדרך כלל הרבה יותר באורח סביל מאשר הידע שהם מסוגלים להפעיל בהקשרים יישומיים ממשיים. הידע, אף שהוא "קיים לצורך מבחן", נעלם לכל צורך אחר אל תוך עליית הגג של זיכרונות שאין בהם שימוש.

מורים ומחנכים ניצבים כיום בפני אתגרים עצומים של שימור והבנה של ידע ומיומנויות ושימוש פעיל בהם. אתגרים אלה מחריפים עוד יותר בשל בעיות של לומדים מתקשים, של תקצוב בלתי נאות של החינוך, של אוכלוסיית מורים מתבגרת שאינה בקיאה בטכניקות החדשות, וכדומה. עם זאת, נשמעים גם צלילים חיוביים

* David N. Perkins, "Technology Meets Constructivism: Do They Make a Marriage?" in Duffy, T. M. & D. H. Jonassen, (eds.), *Constructivism and the Technology of Instruction: A Conversation*, Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1992, Chap. 4, pp. 45-55.

פנומנריה

הפנומנריה (phenomenarium), המהווה חלק מסביבות למידה רבות, משמש למטרה הייחודית של הצגת תופעות והפיכתן לנגישות לבחינה ולעיבוד. אמנם זהו מונח שהוטבע במיוחד, אך יש לו תקדימים במונחים כגון אקוואריום וטראריום - עולמות ביולוגיים זעירים, המצויים בכיתות רבות.

מכשירי ניסוי המותקנים בכיתה לצורך לימוד הפיסיקה או הכימיה, וכן משחקי הדמיה, גם הם מהווים פנומנריה. הם מיועדים להציג בזעיר אנפין דינמיקה מורכבת של מלחמה, משא ומתן בין ממשלות וכיוצא בזה. טכנולוגיות לעיבוד מידע מציעות מקור גמיש ליצירת פנומנריה מורכבים הניתנים לחקירה. לדוגמא, "עולמות מיקרו" בפיסיקה המאפשרים לתלמיד לצפות בתנועה ניוטונית ואף לשנות אותה (ראה White, 1984; White & Horowitz, 1987), ותוכנות המשמשות מודל לסביבות אחרות.

מנהלי מטלות

היסוד האחרון בכל מצע למידה הוא "מנהלי מטלות". אלה הם יסודות סביבתיים המציבים מטלות שיש לעסוק בהן במהלך הלמידה, מכוונים אותן ולעיתים אף מסייעים בביצוען, ומספקים משוב על התהליך או המוצר. מנהל המטלות הקלאסי הוא, כמובן, המורה - המציע תרגילים ומסייע לתלמידים לפתור בעיות המתעוררות במהלך העבודה. גם ספרי לימוד מנהלים מטלות, באמצעות תרגילים הניתנים בסוף כל פרק ורשימות של תשובות בסוף הספר. הלומדים גם הם מתבקשים לנהל בעצמם חלק ממטלותיהם, כאשר מידת הניהול העצמי מותנית בסגנון ההוראה.

הטכנולוגיות של עיבוד מידע הביאו בעקבותיהן את מנהלי המטלות האלקטרוניים. דוגמא לכך הן מכונות הלמידה הראשונות, והלימוד המסתייע ב0מחשב. כן גם - אם כי בדרך שונה - "המדריכים האינטליגנטיים" שפותחו בתחומים כגון לימוד שפת המחשב LISP או גיאומטריה אןקלידית (Anderson, Farrell & Sauers, 1984; Anderson & Thompson, 1989).

סביבות למידה מוגבלות ועשירות יותר

ציינו לעיל שלא כל סביבות הלמידה מכילות את כל חמש הקטגוריות. הסביבה הטיפוסית והיבשה במקצת של ההוראה בכיתה מכילה בעיקר מאגרי מידע (המורה, ספר הלימוד), משטחי סמלים (מחברות, נייר טיוטה, גיליונות עבודה), ומנהלי מטלות (המורה, הנחיות בכתב). בדיוקן זה כלולות מספר הנחות יסוד, לדוגמא: הלמידה מתרחשת על-ידי מסירת מידע לתלמידים (מאגרי מידע ולא פנומנריה); תלמידים אינם יכולים לנהל בעצמם את מרבית מטלותיהם; פתרון בעיות הוא ראשון במעלה, ולא בניית ישויות (משטחי סמלים ולא מערכות בנייה).

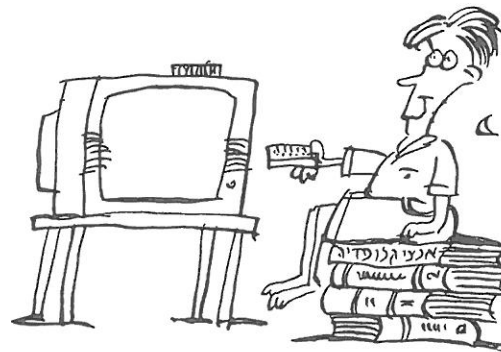
בניגוד לתיאור זה, סביבות למידה מתקדמות מדגישות את הפנומנריה ואת מערכות הבנייה. הוראה באמצעות

קלטות וידאו וחיפושים מהירים באמצעות המחשב מאפשרים גישה כמעט מידית לכל נושא מן הכתיב הנכון של מילה ועד להתבוננות בתמונות בגלריות לאמנות.

משטחי סמלים

במשך שנים היה תפקידן הבסיסי של סביבות חינוכיות לספק משטחים לבניית סמלים ולטיפול בהם. מלוח הצפחה המוחזק ביד דרך המחברת ועד למחשב הנייד, שימשו משאבים שונים לתמיכה בזיכרון קצר-הטווח של הלומד בתיעוד רעיונות, בפיתוח מתווים, ביצירה ועיבוד של משוואות וכדומה.

הטכנולוגיה מרחיבה את עוצמתם של משטחי סמלים אלה במספר דרכים. מתקנים כגון מעבדי תמלילים מאפשרים עריכה נוחה וסידור מחדש של טקסט. תוכנות ציור מאפשרות יצירה מבוקרת של ציורים תוך עריכה גמישה.



מערכות בנייה

מערכות בנייה מסוג זה או אחר הן רכיב קלאסי במצעי הלמידה. הלגו ומערכות הרכבה ידועות אחרות מוכרות בבית ובבית-הספר. גם מכשירי המעבדה משמשים כמערכות הרכבה לניסויים שונים בפיסיקה, בכימיה ובביולוגיה - אם כי אלה הם ניסויים "מן המוכן" בלבד.

הופעת הטכנולוגיות של עיבוד מידע הרחיבה באורח דרמטי את סוגי מערכות הבנייה שניתן להשתמש בהן בכיתה. היום הלומדים יכולים להרכיב לא רק **זברים**, כגון מבני לגו, אלא גם ישויות מופשטות יותר כגון הוראות הניתנות בשפת תכנות, ייצורים בסביבה מדומה, או נוסחאות בסביבה התומכת בעיבודים מתמטיים.

מערכות הבנייה דומות למשטחי הסמלים, אך תוך הבדל בהדגשה. מערכות בנייה מכילות עושר של חלקים ותהליכים מוכנים מראש, והדגש מושם על שלמות. משטחי סמלים - כגון הגיליון הקלאסי של נייר חלק - מאפשרים למשתמש לבחור את המבנים הרצויים לו. עם זאת, השניים מתמזגים זה בזה. גיליון נתונים (spreadsheet) נמצא אי-שם באמצע.

תוכנת "לוגו" היא דוגמא מובהקת להוראה המבוססת על מערכת בנייה - שפת הלוגו (Papert, 1980). סביבות ללימוד מדעים מדגישות את הפנומנריה, כגון התוכנה Thinker-Tools, הבונה על מסך המחשב הדמיה של תנועה ניוטונית (White & Horwitz, 1987). בשני המקרים, מוטלת על הלומדים אחריות רבה יותר על ניהול מטלותיהם מזו המוטלת עליהם בסביבות מסורתיות יותר, ותפקיד המורה הופך למעין מאמן. אלה הן דוגמאות טכנולוגיות, ואין פירושן שסביבות למידה המדגישות פנומנריה או מערכות בנייה הן טיפוסיות אך ורק לומנים המודרניים. שיטות החניכות, לדוגמא, מדגישות ללומדים בדיוק את התופעות שהם לומדים עליהן - חליבת פרות, עשיית לבנים, או ציור תמונות. סביבות אלה כרוכות גם בבנייה מודולרית באמצעות החלקים שבהם הלומד עוסק - קרשים, חוטים או ריקועי מתכת. פנומנריה ומערכות בנייה הם טיפוסיים ללמידה בהקשרים מורכבים ורבי-משמעות (Brown, Collins & Duguid, 1989).

התרומה הקונסטרוקטיביסטית

לקונסטרוקטיביזם שורשים רבים בפסיכולוגיה ובפילוסופיה של המאה שלנו: התפיסה ההתפתחותית של ז'אן פיאז'ה (Piaget), הופעת הפסיכולוגיה הקונגניטיבית בהשראת מלומדים כגון ג'רום ברונר (Bruner) ואריק נייסר (Neisser), או התפיסה הקונסטרוקטיביסטית של פילוסופים כגון נלסון גודמן (Goodman). תפיסת האורגניזם כ"יצור פעיל" מרכזית לנקודת המבט של הקונסטרוקטיביזם: הוא אינו רק מגיב לגירויים כמו בתפיסה הבהוויוריסטית, אלא מתגושש, מתמודד ושואף להשיג הבנה של הדברים. לומדים לא רק סופגים ואוגרים מידע, אלא מגבשים פירושים ארעיים של ניסיונם, וממשיכים להרחיב ולבחון פירושים אלה. גם כאשר תהליך הלמידה נראה פשוט וישיר יחסית, כגון לימוד שמו של חבר חדש או של מונח בשפה זרה, תהליכי הבנייה פועלים: מבנים שכליים ניסיוניים נוצרים, מורחבים ונבחנו, עד אשר מופיע מבנה המניח את הדעת.



אם אכן הלמידה במהותה היא בעלת אופי של בנייה, הרי שפעולות ההוראה צריכות לתמוך בבנייה החייבת להתרחש. הביקורת הקונסטרוקטיביסטית על הפעילות החינוכית השגרתית גורסת שזו אינה תומכת במיוחד בבנייה החייבת להתרחש בתודעתם של הלומדים.

קונסטרוקטיביזם "מעבר למידע נתון" כנגד "ללא מידע נתון"

כמעט כל המחנכים והפסיכולוגים של היום הם קונסטרוקטיביסטים באופן כלשהו. עם זאת, מתנהלים מאבקים בדבר אופיו הרצוי של הקונסטרוקטיביזם. ניתן להבין את הסוגיות על-ידי הנגדה של שני מושגים: קונסטרוקטיביזם "מעבר למידע נתון" (beyond

קונסטרוקטיביזם "מעבר למידע נתון" כנגד "ללא מידע נתון"

כמעט כל המחנכים והפסיכולוגים של היום הם קונסטרוקטיביסטים באופן כלשהו. עם זאת, מתנהלים מאבקים בדבר אופיו הרצוי של הקונסטרוקטיביזם. ניתן להבין את הסוגיות על-ידי הנגדה של שני מושגים: קונסטרוקטיביזם "מעבר למידע נתון" (beyond

מגוים במקצת. מידע רב מתקבל מן התופעות עצמן מן המוכן.

כמובן שכינויה של גישה זאת "ללא מידע נתון" מוגזם במקצת. מידע רב מתקבל מן התופעות עצמן

ושימוש פעיל בהם נתפסים אמנם כמטרות רלוונטיות, אך לאו דווקא בעייתיות. ידע מספיק ומיומנויות טובות יביאו להבנה ושימוש פעיל.

דימוי המחשב ונקודת המבט הקונסטרוקטיביסטית מציעים גישה שונה לסוגיה זאת. ההבנה אינה מופיעה מעצמה כאשר קיים מאגר נתונים מלא ואימון יסודי. ההבנה מושגת על-ידי מאמציו של האורגניזם ללמוד - להציב השערות, לחקור ולדרוש, לפתור, לחזות, וכדומה. כך גם זיכרון של מידע וביצוע חלק של הליכים אינם מבטיחים שימוש פעיל בידע ובמיומנויות, כאשר הלומד מבקש מאוחר יותר להתמודד יצירתית עם מצבים חדשים. ההפך הוא הנכון - קיים סיכון ניכר שמשטר של אימון ותרגול מתמיד יניב ידע ומיומנויות המותאמים למצבים מוגדרים בלבד, יציבים פחות וקשים להעברה (Salomon & Perkins, 1989). בקצרה, הבנה ושימוש פעיל הופכים למטרות מרכזיות של הלמידה, שיש להתאמץ כדי להשיגן ולא לקבלן כמובנות מאליהן.

השלכה מידית מתייחסת לסוג של ניתוח המטלה שיש לבצעו לגבי תחום פעילות כגון כתיבת פסקאות או פתרון בעיות אלגבראיות. מטלות המשנה צריכות לכלול מטלות התובעות הבנה, לא רק ידע וביצוע יעיל. הן חייבות לכלול הסבר, אקסטרטרפולציה, הצגת עדויות וכדומה. עמיתיי ואני כינינו מטלות אלה בשם "ביצועי הגנה" (Perkins, Crismond, Simmons & Unger, in press).

השלכה נוספת היא שיש לנהוג בזוהרות בחלוקה למטלות צרות מדי. לדוגמא, מנקודת מבט קונסטרוקטיביסטית, "כתיבת פסקאות" עשויה להיתפס כנמצאת בסכנת הפרדה מן ההקשר הרחב יותר של תקשורת אמתית ההופכת את הכתיבה למשמעותית. מותר אמנם להתמקד בכתיבת פסקאות, אך מיקוד תשומת הלב בפעולה זאת חייב להיות חלק מעשייה רחבה יותר הברורה לתלמיד לא פחות מאשר למורה. התלמיד, אחרי הכול, אינו לומד מידע ושגרות פעולה בלבד, אלא עוסק ביצירת משמעות. משמעות ניתן להפיק מפעילויות ללא ההקשרים המעניקים להן משמעות זאת?

מוסר השכל לאסטרטגיה של הוראה

נקודת המבט של הקונסטרוקטיביזם מביאה עמה תפיסה אחרת של סוגי המטלות שהלומדים חייבים לעסוק בהן בעת הלמידה. תפיסה זאת נוגעת בכל אחד מחמשת ההיבטים שנמנו לעיל. מאגרי מידע הופכים לחשובים פחות; משטחי סמלים מהווים מקום שבו מתבצע עיבוד הרעיונות, ואינם עוד משטחים לתיעוד בלבד. מערכת הבנייה או הפנומניריום הם הזירה המרכזית של חידושים רבים שמקורם בגישה הקונסטרוקטיביסטית, מכיוון שהם מספקים ללומד במישרין ובבירור משהו להפיק משמעות באמצעות

ומן הפיגומים הניתנים על-ידי המורה, אף מבלי שישופק כל מידע ישיר. ויכוח עז מתנהל בדיוק בעניין זה. תומכי גישת הקונסטרוקטיביזם "ללא מידע נתון" טוענים שלא ניתן ללמוד מושגים בצורה מלאה ומשמעותית ובדרכים המעצימות את הלומד, אלא כאשר מושגים אלה מתגלים מחדש על-ידי הלומד. תומכי גישת "מעבר למידע הנתון" טוענים שניתן ללמוד מושגים באופן ישיר למדי, בתנאי שהחוויה הלימודית הכוללת תיתן הזדמנות נאותה ללומדים לפעול בצורה יצירתית לבחינתם ולהרחבתם של המושגים המתפתחים אצלם.

כמובן שלא נפתור ויכוח זה כאן. דעתי האישית היא שהוראה ללא אירועים של "ללא מידע נתון" לא תאפשר לתלמידים בדרך כלל להתמודד עם תהליכי גילוי ובנייה של מושגים וללמוד מהם. עם זאת, חינוך שהוא כולו קונסטרוקטיביזם בגישת "ללא מידע נתון" יהיה בלתי מספיק ובלתי יעיל, מכיוון שלא יצליח להקנות ללומדים במישרין את הישגי העבר. לא נעסוק כרגע באיזון המתאים בין שתי נקודות מבט אלה, אלא נתבונן כיצד הן מבהירות את אופי סביבות הלימוד הכרוכות בטכנולוגיה.

הטכנולוגיה פוגשת בקונסטרוקטיביזם

טכנולוגיה של עיבוד מידע וקונסטרוקטיביזם - כל אחד לחוד ושניהם יחד - שינו באורח משמעותי את התפיסה על אתגרי הלמידה. בנוסף ליישומן הישיר בחינוך, הניבו הטכנולוגיות של עיבוד מידע את הדימוי הממוחשב של המוח כמעבד מידע. הקונסטרוקטיביזם הוסיף שמעבד מידע זה חייב להיתפס לא כמעבד נתונים גרידא, אלא כמשתמש בנתונים באופן גמיש תוך כדי הלמידה - על-ידי הצבת השערות, בחינת פירושים ארעיים וכדומה. שני אלה התמזגו לעתים בתבניות מפורטות של עיבוד מידע המנסות לתאר במדויק את העיבוד הבונה של מידע במוח האנושי - על-פי ארכיטקטורת המחשב המסורתית (Anderson, 1983) או על-פי ארכיטקטורות של עיבוד מקביל ומבוזר (Rumelhart, 1989).

מה פירושו של כל זה מבחינה מעשית בכל הנוגע לתכנון ההוראה, שהקונסטרוקטיביזם מספק בו לא רק את התיאוריה אלא גם את הכוריאוגרפיה של תהליך ההוראה/הלמידה, והטכנולוגיה של עיבוד מידע מספקת בו כלי מעשי כמו גם דימוי שימושי? המשמעות מתבהרת בהקשר לשלושה היבטים של התכנון החינוכי - ניתוח קדומני של מטלות, אסטרטגיות הוראה, והערכה.

מוסר השכל לניתוח קדומני (front-end analysis)

ניתוח מטלה מסורתית של תחום פעולה - למשל אלגברה - עשוי להדגיש זכירה של פיסות ידע אלגבראי וביצוע יעיל של מיומנויות אלגבראיות. הבנת הידע והמיומנויות

קונסטרוקטיביסטיים כרוכה בפריקטים פתוחים של תלמידים, בהשערות ופירושים המבוססים בשפה טבעית, וב"תוצאות" אחרות שאינן ניתנות למדידה ולו על-ידי האינטליגנציה המלאכותית המשוכללת ביותר הקיימת כיום. הלחץ להסיר את ההערכה מן המחשב הופך לחרף במיוחד בקונסטרוקטיביזם בגישה של "ללא מידע נתון", המדגיש את הלימוד העצמי של התלמיד במאמציו להגיע להבנה, תוך תשומה מזערית של מידע ותוך מתן אפשרות מרבית להשגת משמעויות בדרכים הנבחרות על-ידו.

יותר מאשר סכום החלקים

לקונסטרוקטיביזם ולטכנולוגיות של עיבוד מידע, ללא תלות ביניהם, יש הרבה מה להציע לגישות העכשוויות להוראה. דבר זה מסתבר מן הדרך שבה כל אחד מהם משפיע על חמשת ההיבטים של סביבת ההוראה, מרחיב את ההזדמנויות המוענקות על-ידי כל היבט, ומעודד דגמים חדשים של הדגשים בקרבם.

מעבר לתרומתו של כל אחד בנפרד, מתעוררת השאלה אם קיים סינרגיזם בין תרומותיהם, היוצר ביניהם שותפות הפועלת לטובת המפעל של תכנון ההוראה. התשובה לשאלה היא בהחלט חיובית. נקודת

ההשקפה הקונסטרוקטיביסטית, בין אם בסגנון "מעבר למידע נתון" בין אם בסגנון "ללא מידע נתון", מציבה תביעות כלפי הסביבה החינוכית שקשה לה למלא אחריהן: פנומניה ומערכות בנייה, כולל אלה העוסקים במושגים ותחומים מופשטים, הם בעלי ערך רב. פעולות גומלין דמויות אימון עם התלמידים תואמות את סדר היום הקונסטרוקטיביסטי יותר מאשר דפוסי ההוראה המסורתיים; אך נשאלת השאלה מניין יבואו המאמנים, כאשר היחס בין מורים לתלמידים הוא כפי שהוא נתון כיום.

בהקשרים אלה ואחרים, טכנולוגיות של עיבוד מידע מסייעות ביותר, מכיוון שהן מאפשרות לבנות סביבות למידה אישיות ותומכות יותר, כפי שנדרש על-פי התפיסה הקונסטרוקטיביסטית. על כן, טכנולוגיות של עיבוד מידע ונקודות מבט קונסטרוקטיביסטיות יוצרים במשותף דימוי של חינוך שהוא קשוב הרבה יותר להבנה ולשימוש פעיל בידע ובמימוניות.

תרגם מאנגלית: עידן ירון

או ממנו. גם ניהול המטלות מועבר ברובו לאחריות של הלומד - אמנם תוך הצעת פיגומים מתאימים על-ידי המורה.

"מניח ההנחות הגיאומטריות" (the Geometric Supposer) של סווארץ וירושלמי (Schwartz & Yerushalmi, 1987) יוצר סביבת תוכנה תומכת המאפשרת ללומדים ליצור בקלות מבנים גיאומטריים, ולנסח השערות בדבר משפטים אפשריים. "מניח ההנחות", שהוא מערכת בנייה ופנומנריום כאחת, מסייע לבנייה של תצורות גיאומטריות מתוך מודולות ומקל על גילוי ובחינה של תופעות גיאומטריות - מקבילים, סימטריות וכדומה.

מידת הנטייה של אלה לעבר פנומניה ומערכות בנייה תלויה בחלקה בסוג הקונסטרוקטיביזם. קונסטרוקטיביזם

בגישה של "ללא מידע נתון" - אינו מעודד הלעטת הלומד במאגרי מידע, אלא מכוונו לעסוק בניהול מטלות, במערכות בנייה ובפנומניה. הלומד, שלא נמסר לו מידע ראשוני אך ניתנת לו תמיכה בדרכים שונות, מעבד בדרכו שלו את המשמעויות שיש ללמוד אותן.

קונסטרוקטיביזם בגישה של "מעבר למידע

הנתון" עשוי לשמור על מאגרי המידע ולהלעט את התלמידים ישירות בחלק מתוכנם. אך משם ואילך, המטלות שהלומד עוסק בהן להפיכת המידע למשמעותי כרוכות ב"ביצועי ההבנה", ומתרחשות לעתים במצעים של מערכות בנייה או פנומניה.

מוסר השכל להערכה

השפעתו הרבה ביותר של הקונסטרוקטיביזם על רכיב ההערכה של פעילות חינוכית מתייחסת לסוג הפעילויות שיש להעריך. נקודת המבט הקונסטרוקטיביסטית גורסת מודעות גוברת להבנה ולשימוש פעיל בידע, כהיבטים מכריעים של הלמידה שאין לקבלם כמובנים מאליהם. מכאן ש"ביצועי ההבנה" הם הדורשים הערכה. הערכת השימוש הפעיל בידע דורשת מדדים של העברת הלמידה.

בניגוד ללימוד הקלאסי המסתייע על-ידי מחשב, אחת התוצאות העיקריות היא הסטת ההערכה מדרכה, מכיוון שהיא תובעת רגישות והבנה שאינן בהכרח מקודדות אל תוך הטכנולוגיה. אמנם הטכנולוגיה יכולה להציע תמיכה בהערכה מתוקנת מסוימת; אך הוראה במושגים



מראי מקומות

- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Anderson, J. R., Farrell, R., & Sauers, R. (1984). Learning to program in LISP. *Cognitive Science*, 8, 87-129.
- Anderson, J. R. & Thompson, R. (1989). Use of analogy in a production system architecture. in S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning* (pp. 267-297). New York: Cambridge University Press.
- Boyer, E. (1983). *High school: A report on secondary education in America*. New York: Harper & Row.
- Bransford, J. D., Franks, J. J., Vye, N. J., & Sherwood, R. D. (1989). New approaches to instruction: Because wisdom can't be told. in S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning*. New York: Cambridge University Press.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(4), 32-42.
- Bruner, J. (1973). *Beyond the information given: Studies in the psychology of knowing*. New York: Norton.
- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50, 66-71.
- Clement, J. (1983). A conceptual model discussed by Galileo and used intuitively by physics students. in D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Goodlad, J. (1984). *A place called school: Prospects for the future*. New York: McGraw-Hill.
- McCloskey, M. (1983). Naive theories of motion. in D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 299-324). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Perkins, D., Crismond, D., Simmons, R., & Unger, C. (In press). Inside understanding. in D. Perkins, M. West, J. Schwartz, & M. Wiske (Eds.), *Making sense of the future: Teaching for understanding in the age of technology*.
- Perkins, D. N. (1989). Art as understanding. In H. Gardner & D. Perkins (Eds.), *Art, mind and education: Research from project zero*. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Perkins, D. N. & Simmons, R. (1988). Patterns of misunderstanding: An integrative model of misconceptions in science, mathematics, and programming. *Review of Educational Research*, 58(3), 303-326.
- Ravitch, D. & Finn, C. (1987). *What do our 17-year-olds know?: A report on the first national assessment of history and literature*. New York: Harper & Row.
- Rumelhart, D. E. (1989). Toward a microstructural account of human reasoning. in S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning*, pp. 298-312. New York: Cambridge University Press.
- Salomon, G. & Perkins, D. N. (1989). Rocky roads to transfer: Rethinking mechanisms of a neglected phenomenon. *Educational Psychologist*, 24 (2), 113-142.
- Schwartz, J. L. & Yerushalmy, M. (1987). The geometric supposer: Using microcomputers to restore invention to the learning of mathematics. in D. N. Perkins, J. Lochhead, & J. Bishop (Eds.), *Thinking: Proceedings of the second international conference*, pp. 525-536. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- White, B. (1984). Designing computer games to help physics students understand Newton's laws of motion. *Cognition and Instruction*, 1, 69-108.
- White, B. & Horwitz, P. (1987). *ThinkerTools: E7laliZing children to understand physical laws* (BBN Inc. Report No. 6470). Cambridge, MA: BBN Laboratories Inc.