

# אפקטיביות של סביבות לימודיות עתירות טכנולוגיה בחינוך מתמטי ניתוח-על (Meta-Analysis)\*

יגאל רוזן

igal.rosen@gmail.com

החוג לחינוך, אוניברסיטת חיפה

מטרת מחקר זה הייתה לבחון את ההישגים האפשריים של סביבות לימודיות שונות ואת המגבלות של סביבות לימודיות אלה. במסגרת המחקר נבדקה את מידת האפקטיביות של סביבה לימודית עתירת טכנולוגיה (סל"ע) וסביבה לימודית מסורתית בהשגת סוגים שונים של מטרות לימודיות, קונסטרוקטיביסטיות ומסורתיות בחינוך מתמטי. במהלך שלושה העשורים האחרונים מפתחים ומיישמים אנשי חינוך סביבות לימודיות מבוססות טכנולוגית מחשב. יעילותן של סביבות לימודיות חדשות אלה בהשוואה לסביבה לימודית מסורתית נחקרה במהלך שנים אלה (ראה למשל: Hong, 1973; Kulik & Kulik, 1991; Bayraktar, 2001). מרבית ההשוואות המחקריות לבחינת יעילותן של הסביבות הלימודיות בוצעו על-בסיס קריטריונים אחידים של אפקטיביות פדגוגית בשני סוגי סביבות לימודיות. השוואה מסוג זה אינה ממצה את הפוטנציאל הטמון בסביבה לימודית החדשה. במחקר זה בוצע ניתוח השוואתי על בסיס קריטריונים קונסטרוקטיביסטיים ומסורתיים המתייחסים לשני סוגים של סביבות לימודיות: מסורתית ועתירת טכנולוגיה. ניתוח סטטיסטי זה בוצע בגישת ניתוח-על (meta-analysis) (Glass, McGaw & Smith, 1981; Hedges & Olkin, 1985) של מחקרים השוואתיים קיימים בתחום החינוך המתמטי. ממצאי מחקר זה עולה, כי כל אחד משני הסוגים של הסביבות הלימודיות יעיל יותר בהשגת המטרות הלימודיות המיוחדות אותו. נמצא, כי סל"ע יעילה מאד בהשגת מטרות לימודיות קונסטרוקטיביסטיות, בהשוואה לסביבה לימודית מסורתית. בהקשר למטרות לימודיות מסורתיות, נמצא כי לסביבה לימודית מסורתית אפקטיביות שווה בהשגת מטרות לימודיות מסורתיות, בהשוואה לסל"ע.

\* ההרצאה מבוססת על עבודת מחקר לתואר מוסמך בהנחיית פרופ' גבי סלומון, שהוגשה לחוג לחינוך באוניברסיטת חיפה בשנת 2004.

## רקע תיאורטי

בעקבות גישות פדגוגיות חדשות בדבר למידה והוראה, המדגישות פיתוח חשיבה מושכלת תוך פתרון בעיות מורכבות ובין-תחומיות (לוין, 1995), פותחו והופעלו סביבות לימודיות חדשות. המשותף לסביבות אלה הוא יישום פדגוגיות חדשות תוך ניצול האפשרויות הרבות הטמונות בטכנולוגית המחשב במטרה להשיג את המטרות החינוכיות שבבסיס התפיסות הפדגוגיות החדשות. בין הסביבות הלימודיות החדשות שפותחו והופעלו נמנות, למשל - CSILE - , Computer Supported Intentional Learning Environment (Scardamalia, Bereiter & Lamon, 1994) , Learning Through Collaborative Visualization Project (Edelson, Pea & Gomez, 1996) - CoVis , סל"ע - סביבה לימודית עתירת טכנולוגיה (סלומון ואלמוג, 1994).

### מטרות לימודיות ייחודיות של סביבות לימודיות עתירות טכנולוגיה

בבסיס הסביבה הלימודית החדשה וזו המסורתית עומדות מטרות חינוכיות שאותן הן באות לשרת. חלק ממטרות אלה חופף בשני סוגי הסביבות הלימודיות. מתוך השוני בתפיסות פסיכולוגיות וחינוכיות המהוות רציונאל לעיצובן של סביבות לימודיות שונות אלה ניתן להבחין במטרות המייחדות כל אחת מהן. אעמוד על אותן המטרות החינוכיות העיקריות המייחדות סביבה לימודית עתירת טכנולוגיה מזו המסורתית:

1. אחת המטרות החינוכיות המרכזיות שלהשגתן פועלת הסביבה הלימודית החדשה היא פיתוח חשיבה מושכלת, כפי שסלומון וגלוברזון (Salomon, & Globerson, 1987) הגדירו אותה. המושכלות היא העדפה מודעת של החשיבה בניגוד לתגובה בלתי שקולה. לפי סלומון (2000), החברה שואפת לבוגר אשר יוכל להתמודד עם שאלות מורכבות באופן עצמאי ומושכל, אף אם הידע שלו בתחום מוגבל.
2. פיתוח יכולת חקר ופתרון בעיות מורכבות הטומנת בחובה היבטים מתחומי דעת שונים (סלומון ואלמוג, 1994).
3. פיתוח יכולת העברה (transfer of knowledge) של ידע: יכולת זו מתבטאת בהעברת ידע ומיומנות מהתחום הנלמד למצבים חדשים (Salomon & Perkins, 1989). מדובר כאן בהעברה מודעת ומכוונת של מושגים מופשטים הניתנים ליישום רחב בתחומים רחוקים או בסיטואציות חדשות.
4. פיתוח יכולת פתרון בעיות בצוות: יכולת לבצע סיעור מוחין, קיום דיאלוג פורה ושיתוף פעולה משמעותי בין עמיתים, כל אלה מהווים יתרונות אינטלקטואליים חשובים בעידן המידע (CTGV, 1997).
5. פיתוח יכולת הערכה ושיפוט: יכולת זו חשובה בחברה רווית מצבי אי-ודאיות. הדגש כאן מוסט משינון הפתרונות הנכונים ליישומן של מיומנויות הערכה ושיפוט של מצבים אפשריים

שונים שנוצרו כתוצאה מחשיבה מעמיקה של התלמיד (Campbell, Fein, )  
(Schwartz, 1991) .

6. פיתוח יכולת שימוש יעיל ומושכל בטכנולוגיה: הטכנולוגיה מציעה הרחבה מרשימה של היכולת האינטלקטואלית של האדם. יכולת הפרט ליצור שותפות אינטלקטואלית עם הטכנולוגיה חשובה מאד ולעיתים בלתי נמנעת (Pea, 1987) .

### מטרות לימודיות ייחודיות של סביבה לימודית מסורתית

בבסיס סביבה לימודית מסורתית עומדות מטרות חינוכיות שאותן היא באה לשרת. אעמוד על אותן המטרות החינוכיות העיקריות המייחדות סביבה לימודית מסורתית מזו עתירת טכנולוגיה:  
1. אחת המטרות החינוכיות המרכזיות שלהשגתן פועלת סביבה לימודית מסורתית היא רכישת ידע. מבחני הישג משמשים להערכת הצלחת תהליך זה.

2. פיתוח יכולת שליטה במיומנויות בסיסיות: התלמיד לומד את אופן השימוש באסטרטגיות פתרון בסיסיות ונדרש להשתמש באסטרטגיות פתרון אלה על בעיות דומות (ברוקס וברוקס, 1997) . הלומד מפתח יכולת התמודדות עם בעיות באופן שיטתי תוך שימוש בהרגלי עבודה וסדר המוכרים לו.

4. פיתוח יכולת חישובית: התלמיד מפתח את הכושר לערוך חישובים מדויקים, בעל-פה ובכתב. לאחר הכרת נוסחאות חישוביות, יידע התלמיד להשתמש בהן באופן נכון ויעיל בפתרון בעיות חישוביות דומות (Wainwright, 1985; Ferrell, 1986; Buzin, 2001) .

בהתייחס לטקסונומייה של בלום (Bloom, 1956) , המציעה את האפשרות לבחון הישגים בתהליכי הוראה ולמידה המתוכננים לפי מטרות ברמות הבנה שונות, ניתן לאפיין את מרבית המטרות הלימודיות הייחודיות לסביבה לימודית עתירת טכנולוגיה כמשתייכות לרמות הגבוהות יותר של הבנה (אנליזה, סינטזה והערכה) , כאשר המטרות הייחודיות לסביבה לימודית מסורתית מאופיינות על-ידי רמות נמוכות יותר של הבנה (ידע, הבנה בסיסית ויישום בסיטואציות מוכרות) .

מרבית המחקרים המטה-אנליטיים ערכו השוואה בין למידה בסל"ע לבין למידה בסביבה לימודית מסורתית על בסיס קריטריונים אחידים (למשל, Liao, 1999; Kulik & Kulik, 1991) . במחקר הנוכחי נערך ניתוח כוללני על-בסיס מחקרים שבחנו את יעילותן סביבות לימודיות השונות ששימשו להשגת מטרות לימודיות ייחודיות לכל אחת מהסביבות. כך בקבוצת המחקרים שבחנו את האפקטיביות שבהשגת מטרות לימודיות קונסטרוקטיביסטיות, בכל אחת מהסביבות הלימודיות, נכללו מחקרים שבדקו את שיפור יכולת התלמידים לפרש מידע, לפתור בעיות חדשות בדרך יצירתית, נטייה לחשיבה

ביקורתית, פתרון בעיות בצוות ועוד. בקבוצת המחקרים שבדקו את האפקטיביות של כל אחת מהסביבות בהשגת מטרות לימודיות מסורתיות נכללו מחקרים שבדקו את האפקטיביות שבהשגת מטרות לימודיות מסורתיות, כגון: שיפור היכולת להצליח במבחני הישג מסורתיים, שיפור דיוק בחישובים, הגברת הבנת מושגים מתמטיים ועוד. מטרתו העיקרית של מחקר זה היא לבחון את מידת האפקטיביות הדיפרנציאלית האפשרית של סביבות לימודיות שונות, מסורתית ועתירת טכנולוגיה בהשגת מטרות לימודיות קונסטרוקטיביות ומסורתית. בחינת אפקטיביות זו עשויה לתרום להבנה טובה יותר אודות ההישגים האפשריים ומגבלותיהן של סביבות לימודיות שונות.

### השערות המחקר

א. בסביבה לימודית עתירת טכנולוגיה יפגינו התלמידים הצלחה גבוהה יותר בהשגת מטרות לימודיות קונסטרוקטיביות (כגון, חשיבה ביקורתיות, יצירתיות, יכולת הערכה, פתרון בעיות בקבוצה) בהשוואה לסביבה לימודית מסורתית.

ב. בסביבה לימודית מסורתית יפגינו התלמידים הצלחה גבוהה יותר בהשגת מטרות לימודיות מסורתיות (כגון, הצלחה במבחן מסורתי, הבנת מושגים, יכולת חישובית) בהשוואה לסביבה לימודית עתירת טכנולוגיה.

### שיטת המחקר

מחקר זה הוא מחקר כמותי המבוסס על שיטת ניתוח-על (meta-analysis) (Glass, McGaw, & Smith, 1985; Hedges, & Olkin, 1981). שיטת ניתוח זו מאפשרת לבדוק מחדש ממצאים של מחקרים קיימים בגישה כמותית כוללת. באמצעות שימוש בשיטה זו במחקר הנוכחי נעשה ניסיון לחשוף את יעילות היחסית של סל"ע וסביבה לימודית מסורתית לאור קריטריונים שונים בהתבסס על ממצאים של מחקרים רלוונטיים קיימים. בהתאם למקובל במחקרים המבוססים על שיטת ניתוח מטה-אנליטית תוצאות ניתוחים סטטיסטיים של המחקרים השונים שנבחרו כמתאימים עוברים המרה לסולם משותף. המרה זו מתבצעת על-פי הצעתם של גלאס, מקגאו וסמית (Glass, McGaw, Smith, & 1981) שעודכנה על-ידי הנטר ושמית (Hunter, & Schmidt, 1990), המקובלת כיום במחקרים מסוג זה. כל ממצא אשר מיובא ממחקר מקור מקודד למדד גודל אפקט (ES - Effect Size). זה הוא מדד טהור למשמעת סטטיסטית של הבדל בין הקבוצות. כמו-כן נערכים מבחני הומוגניות המקבילים לניתוח שונות (ANOVA).

## אוכלוסיית המחקר

ניתוח סטטיסטי בגישת ניתוח-על אשר בוצע במחקר הנוכחי התבסס על ממצאי מחקרי מדגם בהם השתתפו תלמידים משכבת גיל של בית-ספר יסודי (כיתות א עד ו) ותלמידים משכבת גיל של חטיבת הביניים (כיתות ז עד ט). "נבדקי המחקר" הם 32 מחקרים אשר עלו מתוך שלב הסינון של מחקרים המתאימים (מתוך סה"כ 156 מחקרים שנמצאו כמתאימים בשלב הראשון של הסינון) על-פי מערכת הקריטריונים של ניתוח-על. בכל אחד ממחקרי המדגם נבדקה אפקטיביות של שתי הסביבות הלימודיות, סביבה לימודית מסורתית וזו עתירת טכנולוגיה, בהשגת מטרה לימודית קונסטרוקטיביסטית או מסורתית.

## תוצאות

בלוח מס' 1 מוצגים גודלי האפקט שהתקבלו בניתוח-העל. גודל אפקט ממוצע משוקלל ( $ES=.902; Qb=142.61, p<.001$ ) התקבל בקבוצת מחקרים אשר בדקו מדדי הערכה קונסטרוקטיביסטיים בקרב לומדים אשר התנסו בסל"ע, בהשוואה ללומדים שהתנסו בהשגת אותן המטרות בסביבה לימודית מסורתית. גודל האפקט שהתקבל בקבוצה זו גבוה מאד ומשמעותו היא שהתנסות בסל"ע אפקטיבית במידה רבה בהשוואה להתנסות בסביבה מסורתית כאשר מדובר במטרות לימודיות קונסטרוקטיביסטיות. מכאן שהשערת המחקר הראשונה אוששה.

גודל אפקט ממוצע משוקלל ( $ES=.107; Qb=142.61, p<.001$ ) נמצא בקבוצת מחקרים אשר בחנו את יעילותה של התנסות בסל"ע, בהשוואה להתנסות בסביבה מסורתית בהשגת מטרות לימודיות במובנם המסורתיים. משמעות תוצאה זו היא שלסביבה לימודית מסורתית יתרון יעילות נמוך מאד בהשגת מטרות לימודיות מסורתיות, בהשוואה לסל"ע. מכאן שהשערת המחקר השנייה נדחת.

**לוח 1:** מידת האפקטיביות של סביבות לימודיות עתירות טכנולוגיה השוואה לסביבה לימודית מסורתית: ממצאי ניתוח-על

הומוגניות (Qb)	גודל האפקט (ES)	N (מס' המחקרים)	משתני המחקר
142.61 **			<b>מדדים חינוכיים</b>
	.902	21	מדדים קונסטרוקטיביסטיים
	.107	11	מדדים מסורתיים
5.29 *			<b>שכבת גיל</b>
	.413	23	תלמידי כיתות א-ו
	.583	9	תלמידי כיתות ז-ט
10.76 **			<b>משך זמן התנסות בסביבה</b>

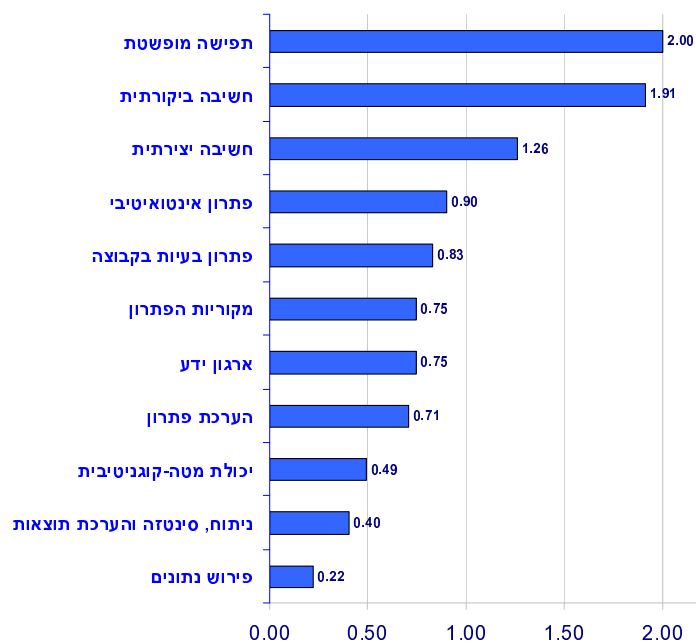
הלימודית			
	.686	9	6-1 שבועות
	.408	23	7 שבועות ומעלה
6.16 *			<b>תקופת פרסום המחקר</b>
	.554	22	תקופה מוקדמת ליישום סל"ע 1991-1986
	.388	10	תקופה מתקדמת ליישום סל"ע 2002-1992

\*  $p < .05$  \*\*  $p < .001$ .

עוד נמצא, כי תלמידי כיתות א-ו ותלמידי כיתות ז-ט מפגינים מידת הצלחה דומה ( $ES=.413$ ;  $ES=.583$ ;  $Qb=5.79$ ,  $p < .05$ ) בסל"ע בהשגת מטרות לימודיות שונות. משך זמן התנסות בסל"ע של עד 6 שבועות נמצא יעיל יותר להשגת מטרות חינוכיות שונות, בהשוואה להתנסות בסל"ע למשך זמן ארוך יותר ( $ES=.686$  לעומת  $ES=408$  בהתאמה;  $Qb=10.76$ ,  $p < .001$ ). נמצא, כי בשנים מוקדמות יותר בהן ייושמו סביבות לימודיות עתירות טכנולוגיה נמצאה מידת יעילות גבוהה יותר ( $ES=.554$  לעומת  $ES=388$  בהתאמה;  $Qb=6.16$ ,  $p < .005$ ), בהשוואה לשנים המאוחרות יותר.

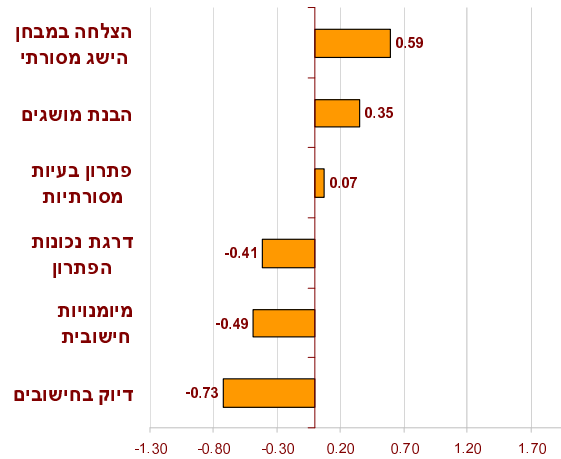
בתרשים 1 מוצגים גודלי האפקט המציינים את מידת האפקטיביות של סל"ע בהשגת מטרות לימודיות קונסטרוקטיביסטיות שונות, בהשוואה לסביבה לימודית מסורתית שבה נבחנו התלמידים בהשגת מטרות לימודיות זהות. ניתן לראות, כי סל"ע נמצאה כמצטיינת בהשגת מרבית ממטרות לימודיות אלה. באופן מיוחד בולטת האפקטיביות בהקניית המטרות הבאות: תפישה מופשטת ( $ES=2.00$ ), חשיבה ביקורתית ( $ES=1.91$ ), חשיבה יצירתית ( $ES=1.26$ ), פתרון אינטואיטיבי ( $ES=.90$ ), ופתרון בעיות בקבוצה ( $ES=.83$ ).

**תרשים 1:** יעילותה של סביבה לימודית עתירת טכנולוגיה בהשגת מטרות לימודיות קונסטרוקטיביסטיות, בהשוואה ליעילותה של סביבה לימודית מסורתית בהשגת מטרות לימודיות זהות



בתרשים 2 מוצגים גודלי האפקט המציינים את מידת האפקטיביות של סביבה לימודית מסורתית בהשגת מטרות לימודיות מסורתיות, בהשוואה לסל"ע. בניתוח זה נמצאה מידת אפקטיביות דיפרנציאלית. סביבה לימודית מסורתית יעילה יותר בחלק מהמטרות הלימודיות, בחלקן יעילותה דומה לסל"ע ובחלקן סל"ע עולה עלייה במידת האפקטיביות המושגת. כך סביבה לימודית מסורתית נמצאה כאפקטיבית בשיפור הישגי התלמידים במבחנים המסורתיים ( $ES=0.59$ ), יעילותה שווה בפתרון בעיות באופן מסורתי ( $ES=0.07$ ), ויעילותה נמוכה יותר בהקניית היכולת לדייק בחישובים ( $ES=-0.73$ ).

**תרשים 2:** יעילותה של סביבה לימודית מסורתית בהשגת מטרות לימודיות מסורתיות, בהשוואה ליעילותה של סביבה לימודית עתירת טכנולוגיה בהשגת מטרות לימודיות זהות



## דיון

במחקרים מטה-אנליטיים קודמים על-פי רוב נמצאה מידת אפקטיביות בינונית (ES=.30 -- ES=.45) לסל"ע בהשוואה לסביבה לימודית מסורתית (ראה למשל: Kulik, &Kulik, 1991; Ryan, 1991; Liao 1998; Christmann, &Badgett, 1999; Bayraktar, 2001). במחקרים אלה נבחנה האפקטיביות של שתי הסביבות על-בסיס מטרות לימודיות אחידות ללא הבחנה בין מטרות לימודיות לטכנולוגיות. במחקר הנוכחי נעשתה הבחנה בין מטרות לימודיות קונסטרוקטיביסטיות לסל"ע לבין מטרות לימודיות מסורתיות הייחודיות לסביבות לימודיות מסורתיות. מחקר מטה-אנליטי הנוכחי הניב ממצאים המצביעים על מידת יעילות גבוהה מאד (ES=.902) לסל"ע בהשגת מטרות לימודיות קונסטרוקטיביסטיות, בהשוואה לסביבה לימודית מסורתית. עוד נמצא, כי מידת האפקטיביות של סביבה לימודית מסורתית בהשגת מטרות לימודיות מסורתיות על-פי רוב אינה עולה (ES=.107) על מידת האפקטיביות של סל"ע להשיג מטרות אלה. כמו-כן דווחה מידת האפקטיביות של כל אחת מהסביבות הלימודיות בהקשר למאפיינים מתודולוגיים, כגון: משך זמן פעילות, שכבת גיל הלומדים ותקופה בה נערך המחקר שממצאיו נכללו בניתוח-העל.

תרומתו העיקרית של המחקר הנוכחי היא בשימוש בגישת ניתוח-על עם הבחנה מתודולוגיות בדבר סוגים שונים של מטרות לימודיות שלהשגתן פועלות סביבות לימודיות שונות. שימוש בהבחנה זו בניתוח-על במחקר הנוכחי הובילה לממצאים השופכים אור, במידה



מסוימת, על חוסר עקביות ובעיקר אי-בהירות הממצאים שהתקבלו במחקרים מטה-אנליטיים קודמים. תרומה נוספת למחקר זה היא שממצאי המחקר עשויים להיות רלוונטיים לאנשי חינוך המיישמים סביבות לימודיות עתירות טכנולוגיה וסביבה לימודית מסורתית בעבודתם החינוכית וכמו-כן למפתחים של סביבות לימודיות חדשות.

## ביבליוגרפיה

- ברוקס, ג., ברוקס, מ. (1997). **לקראת הוראה קונסטרוקטיביסטית: בחיפוש אחר הבנה**. מכון ברנקו וייס לטיפוח החשיבה.
- לוין, ת. (1995). תוכנית לימודים בעידן הטכנולוגי. בתוך: חן ד. (עורך), **החינוך לקראת המאה עשרים ואחת**. עמ' 73-83.
- סלומון, ג. (2000). **טכנולוגיה וחינוך בעידן המידע**. אוניברסיטת חיפה/זמורה-ביתן.
- סלומון, ג. ואלמוג, ת. (1994). **פרויקט סל"ע: רקע מטרות ויישום**. אוניברסיטת חיפה, ביה"ס לחינוך. חיפה.
- Bayraktar, S. (2001). A meta-analysis of the effectiveness of computer-assisted instruction in science education. *Journal of Research on Computing in Education*, 34(2), 173-188.
- Bloom, B. S. (ed.) (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: Cognitive Domain*. NY Longman, David McKay.
- Buzin, S. (2001). Using instructional technology in transformed learning environments: An evaluation of project CHILD. *Journal of Research on Computing in Education*, 33(4), 367-373.
- Campbell, P., Fein, G., Schwartz, S. (1991). The effects of Logo experience on first-grade children's ability to estimate distance. *Journal of Educational Computing Research*, 7(3), 331-349.
- Christmann, E., Badgett, J. (1999). A comparative analysis of the effects of computer-assisted instruction on students achievement in differing science and demographical areas. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 18, 135-143.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1997). *The Jasper project: Lessons in curriculum, instruction, assessment, and professional development*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Edelson, D., Pea, R., & Gomez, L. (1996). Constructivism in the collaboratory. In Wilson, B. (Ed.). *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design*, 151-164. New Jersey: Educational Technology Publications.
- Ferrell, B. (1986). Evaluating the impact of CAI on mathematics learning: Computer immersion project. *Journal of Educational Computing Research*, 2(3), 327-336.
- Glass, G., McGaw, B., & Smith, M., (1981). *Meta-analysis in social research*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Hedges, L., Olkin, I. (1985). *Statistical Methods for Meta-Analysis*. Orlando, FL: Academic Press.
- Hong, S. (1973). An empirical study of the effectiveness of programmed instruction and computer-assisted instruction in elementary accounting. *Dissertation Abstracts*.
- Hunter, J., & Schmidt, E. (1990). *Methods of meta-analysis: Correcting error and bias in research findings*. New Bury Park: Sage Publications.

- Kulik, C., & Kulik, J. (1991). Effectiveness of Computer-Based Instruction: An updated analysis. *Computers in Human Behavior, 7*, 75-94.
- Kulik, C., Kulik, J., & Bangert-Drowns, R. (1985). Effectiveness of Computer-Based Instruction. *Contemporary Educational Psychology, 12*, 222-230.
- Liao, Y. (1998). Effects of hypermedia versus traditional instruction on students' achievement: A meta-analysis. *Journal of Research on Computing in Education, 30(4)*, 341-359.
- Pea, R. (1987). Integrating human and computer intelligence. In R. Pea, & K. Sheingold (Eds.), *Mirrors of minds: patterns of experience in educational computing*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Ryan, A. (1991). Meta-analysis of achievement effects of microcomputer applications in elementary schools. *Educational Administration Quarterly, 27(2)*, 161-184.
- Salomon, G., & Perkins, D. (1989). Rocky roads to transfer: Rethinking mechanism of a neglected phenomenon. *Educational Psychologist, 24*, 113-142.
- Scardamalia, M., Bereiter, C., & Lamon, M. (1994). The CSILE project: Trying to bring the classroom lessons. *Integrating Cognitive Theory into Classroom Practice*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Wainwright, C. (1985). The effectiveness of a computer-assisted instruction package in the supplementing teaching of selected concepts in high school chemistry: Writing formulas and balancing chemical equations. *Dissertation Abstracts International, 45*, (University Microfilm No. 84-24, 757).