

"תלת מימד" כדרך ייצוג יעילה בתפיסת רצף זמן בקרב ילדים עם לקות שמיעה

סיגל עדן
ueden@upp.co.il

דוד פסיג

אוניברסיטת בר אילן

אחד מתחומי החשיבה בו ילדים עם לקות שמיעה מתקשים הינו תפיסת מושג הזמן, כאשר אחד ממרכיביו הוא תפיסה של התרחשות בסדר לוגי (רצף טמפורלי) (Kaiser- Grodecka & Cieszynska 1991; Maschark, Lang & Albertini 2002; Senior 1989). המחקר בדק האם ילדים עם לקות שמיעה יתפסו רצף של זמן באופן שונה במגוון דרכי ייצוג. בעבודה זו לראשונה נעשה שימוש במציאות מדומה (Virtual Reality) כדרך ייצוג חדשה, בכדי לבחון את השפעת התלת-מימד בהשוואה לייצוג תמונתי, כתוב, דבור ומסומן, על תפיסת רצף הזמן בקרב 69 ילדים עם לקות שמיעה בגילאי 4-10.

נמצא, שהייצוג הוירטואלי התלת-מימדי והייצוג המסומן הביאו לתפיסת רצף זמן הגבוהה ביותר. התוצאות הנמוכות ביותר היו בייצוג הכתוב והתמונתי.

סקירת ספרות

במשך השנים הוצגו תיאוריות שונות לגבי התפקוד הקוגניטיבי של ילדים עם לקות שמיעה. ילדים עם לקות שמיעה דומים לשומעים ברוב הכישורים הקוגניטיביים, למרות שבמידה ייתכנו הבדלים. ההבדלים נובעים מחסכים כלליים, בעיקר חסכים בתחום התקשורת והשפה, ובגישה השונה של שתי הקבוצות למשימה הקוגניטיבית (Marschark 2003; Marschark & Lukomski 2001; Moores 2001).

תפיסת מושג הזמן

אחד מתחומי החשיבה בו ילדים עם לקות שמיעה מתקשים הינו תפיסת מושג הזמן (Kaiser- Grodecka & Cieszynska 1991; Maschark, Lang & Albertini 2002; Senior 1989). הזמן הוא מימד מרכזי וחיוני בחיינו. תהליך התפתחות מושג זה הינו הדרגתי, ומתבצע לאחר שהילד רכש מושגי חלל (Clark, Marschark & Karchmer 2001). מכיוון שלתינוקות אין עדיין יכולת זכירה מפותחת, המהווה תנאי ליצירת תודעה של עבר, הווה ועתיד, מניחים כי בתקופת הילדות הרכה הזמן נחוה כאוסף של רגעים בודדים, והילד הצעיר חי בעולם שכולו הווה. בגיל 5 מבין הילד את ההבדלים שבין עבר, הווה ועתיד אך עדיין ללא תפיסת זמן מלאה. התמצאות באוריינטציית הזמן נרכשת בגיל 7 לערך. שליטה מלאה בכל מימדי הזמן מושגת רק בגיל ההתבגרות (זכאי 1998).

מחקר זה התמקד ברצף זמן, המוגדר כהתרחשות אירועים זה אחר זה בטווחי זמן של ימים, שבועות, חודשים ושנים, וכן סדור רצפי אירועים על-פי סדר התרחשותם (Piaget 1926).

במהלך השנים נחקרה תפיסת הזמן, אם כי במשורה, אצל ילדים עם לקות שמיעה. החוקרים דיווחו על קשיים גדולים, ונתנו מספר סיבות לקושי – המחסום השפתי, דמיון מוגבל, קושי בחשיבה מופשטת, קשיי רצף כלליים, הבנה לקויה של סיבה ותוצאה, שפת-הסימנים, חסך בהתנסויות

מתאימות ועוד. Kaiser-Grodecka & Ciezynska (1991) למשל מדווחות על קשייהם של ילדים עם לקות שמיעה בגילאי 15-12 בהבנת מושגי זמן, במיקום עובדות קונקרטיות בעבר ובעתיד ועוד. קשיים אלה הפריעו לתהליך הלימודי ולתפקודם החברתי.

דרכי ייצוג

"זמן" כמושג מופשט מבוסס על חשיבה ייצוגית. המתבונן בסדרת תמונות של אירוע המתפתח בזמן אמור להבין את המשמעות של כל נקודת זמן, להשלים את הפערים מניסיונו ולבנות את רצף האירועים המתפתחים בזמן. לשם כך דרושה יכולת הפשטה (Bornens 1990).

בהסתמך על מודל ייצוג אירוע של Schank & Abelson (1977), Bruner (1973, 1986, 1990) ציין שלוש מערכות ייצוג, המשמשות כאמצעי מתווך חשוב בין ידע העולם של הילד לבין הייצוג הלשוני של ידע זה, ומופיעות אצל הילד ברצף התפתחותי:

1. ייצוג אנאקטיבי (Enactive representation) – מערכת זו משקפת את התנסות הילד ואופן חקירתו את האירוע תוך כדי ביצוע ממשי של הפעילות או סימולציה קרובה.
2. ייצוג איקוני (Iconic representation) – מערכת זו דורשת שימוש בייצוגים מנטליים, המייצגים אובייקטים או אירועים, ומתבססת על דימויים חזותיים.
3. ייצוג סימבולי (Symbolic representation) – מערכת זו משתמשת בסימבולים לשם קידוד מידע, ומאפשרת ייצוג שרירותי של המציאות באמצעות השפה.

במהלך השנים מחקרים בדקו מודלים לייצוג והשוו ביניהם. חלקם השוו דרכי ייצוג בודדות במודלים שונים ומצאו לרוב העדפה למודל הייצוג הויזואלי (Beykirch 1990; Gobbo 1990; Pine & Grimes 1989; Vasu & Howe 1985). אחרים השוו דרכי ייצוג דואליות ומצאו, ששילוב ייצוגים משפר את הישגי הנבדקים לעומת דרך ייצוג בודדה (Ottaviani & Black 1994; Mousavi, Low & Sweller 1995; Vasu & Howe 1989).

לרוב, רצף טמפורלי נמדד ונלמד בעזרת תרחישים תמונתיים דו-מימדיים. בהתאם למערכות הייצוג של Bruner (1973, 1986, 1990), מחקר זה בחן האם ילדים עם לקות שמיעה יתפסו רצף זמן באופן שונה במגוון דרכי ייצוג—ייצוג תמונתי, כתוב, דבור, מסומן ווירטואלי תלת מימדי.

מציאות מדומה (VR)

VR היא כלי בעל יכולת להציג מידע ברמה תלת-מימדית ובזמן אמת. מעין הרחבה של המציאות בה יכול האדם לשמוע, להביט, לגעת ולתקשר עם חפצים ודמויות (Osberg 1995, Bricken & Byrne 1992). ניתן ליצור הדמיות המאפשרות למשתמש להיטמע בסביבה, להיות חלק פעיל בה ולשפר את יכולת ההבנה של מושגים מופשטים כמו זמן (Ellis 2001, Osberg 1995, Passig & Eden 2000, Thurman & Mattoon 1994).

מחקרים רבים בדקו במהלך השנים טכנולוגיה זו מהיבטים שונים, אך בודדים ניסו לענות על השאלה האם טכנולוגיה זו יכולה לשמש כדרך ייצוג. Calvert (1999) מציינת, שסימולציה באמצעות VR מרחיבה את גבולות הייצוג לממשק אישי אינטראקטיבי, כאשר היא מאפשרת קידוד אנאקטיבי, איקוני וסימבולי של תוכן.

אחד המחקרים שהתמקד בסוגייה זו, בדק את השפעתן של יכולת מרחבית ושתי צורות ייצוג – VR ומחשב רגיל – על יכולת ביצוע משימת רוטציה בתמונות. נמצא פער משמעותי ביכולת הדיוק לטובת דרך הייצוג הוירטואלית, והתוצאות מיוחסות ישירות לדרך הייצוג (Manrique 1997).

שיטה

נבדקים

לאחר מחקר חלוץ בו תיקפנו את התרחישים ועיבדנו אותם לדרכי ייצוג, המחקר הסופי כלל 69 נבדקים עם לקות שמיעה וקוגניציה תקינה בגילאי 4-10 ($M=81.04$; $SD=23.20$), שחולקו לשתי קבוצות: ילדי גן (42) וילדי בית ספר (27). המחקר בדק את יכולתם לסדר אפיזודות של תרחיש ברצף נכון של זמן, תוך שימוש בדרכי ייצוג שונות.

כלי מחקר

במחקר נעשה שימוש בחמישה כלי מחקר:

1. **ייצוג תמונתי (pictorial representation)** – נבחרו שישה תרחישים (שלושה פשוטים ושלושה מורכבים) בעלי רצף טמפורלי וסיבה-תוצאה, המיוצגים ב-4-5 תמונות מצוירות צבעוניות.
2. **ייצוג כתוב (written representation)** – לתרחישי התמונות פותח מודל ייצוג כתוב בן שורה או שתיים, המתארות את ההתרחשות. לא נעשה שימוש במילות זמן או סיבה (קשרים) כגון לפני, אחר-כך, ואז וכד'.
2. **ייצוג דבור (aural representation)** – טקסט הייצוג הכתוב הוקרא בקול רם וברור על-פי הייצוג הכתוב.
3. **ייצוג מסומן (signed representation)** – הטקסט תורגם לעברית מסומנת (סימון הזהה לדיבור האוראלי), הנהוגה במוסדות החינוך בישראל.
4. **ייצוג תלת-מימדי באמצעות (Immersive 3D VR) Virtual Reality** – הסיטואציות התמונתיות עובדו לסימולציה תלת-מימדית באמצעות VR.

כל נבדק נבחן בכל דרכי הייצוג, כשהתרחישים עצמם וסדר דרכי הייצוג שונה מילד לילד. הנבדק התבקש בשפה דבורה ומסומנת לסדר את אפיזודות התרחיש האקראיות שבפניו לפי סיפור הגיוני.

עולמות וירטואליים

העברת התרחישים לסימולציה תלת-מימדית נעשתה בשני שלבים – עולמות וירטואליים, שנבנו באמצעות תוכנת SuperScape, ותוכנת בדיקה ומשוב, שנבנתה בעזרת תוכנת Flash.

המסך הראשי כלל כניסה לשישה עולמות וירטואליים-שלושה לקבוצת הצעירים, ושלושה לבוגרים. לכל עולם וירטואלי היה מסך פתיחה בו מופיעה תמונה, המסמלת את התרחיש, ושם הסיפור. מימין הופיעו כרטיסיות, כשכל כרטיס מייצג סצינה אחת בתרחיש. הכרטיסיות לא הופיעו בסדר הנכון, אך כולן יחד יצרו סיפור בעל רצף טמפורלי. לחיצה על הכרטיס הובילה את המשתמש לעולם וירטואלי של הסצינה המסוימת. המשתמש ניווט בעולם בעזרת קסדת HMD (Head Mounted Display) ותפעל חפצים שונים. איור 1 מציג את אחת מאפיזודות העולם הוירטואלי, המתארת את הליך הכנת עוגה. תמונה 1 מראה ניווט בעולם וירטואלי.

תמונה 1: ניווט בעולם וירטואלי



איור 1: אפיזודה מעולם וירטואלי



מטרת החלק השני, בו נעשה שימוש בתוכנת Flash, היתה לבדוק את יכולת הילד לסדר את הכרטיסיות ברצף הנכון, לאחר שתפעל אותן קודם בתוכנת SuperScape. כמו כן, קיבל הילד משוב לתרחיש שיצר. מסך סידור התרחיש הורכב מארבעה-חמישה ריבועים ירוקים, כשעל כל ריבוע הופיעה ספרה ועיגולים לזיהוי ויזואלי של הספרה. בחלקו התחתון של המסך הופיע ארבע כרטיסיות השייכות לתרחיש זה, הניתנות לגרירה על-ידי העכבר בשיטת drag & drop. על הילד היה לגרור את הכרטיסיות על גבי הריבועים הירוקים ולסדרן לפי רצף הזמן. לסיום, צפה הילד בסרטון Flash על-פי הרצף שיצר.

תוצאות

מחקר זה בדק האם שימוש בייצוג וירטואלי תלת-מימדי ישפיע על תפיסת הרצף הטמפורלי של ילדים עם לקות שמיעה בהשוואה לארבע דרכי ייצוג אחרות-תמונת, דבור, מסומן וכתוב. בדיקת תפיסת הרצף הטמפורלי נעשתה על-ידי שכיחות שגיאות הנבדקים.

במטרה לבדוק האם קיימים הבדלים בין ילדי הגן לילדי בית-הספר, נעשה ניתוח Manova חד-כיווני להשוואה בין שתי מסגרות הלימוד בארבע דרכי הייצוג המתאימות לכל הנבדקים - ייצוג תמונת, דבור, מסומן ווירטואלי תלת-מימדי. בניתוח זה נמצא הבדל מובהק בין המסגרות, $F(4,55)= 3.30$; $p<.05$. מהממוצעים המוצגים בטבלה 1 ניתן לראות, שמספר השגיאות בקרב תלמידי בית-הספר גדול יותר מאשר בקרב ילדי הגן.

טבלה 1: ממוצעים וסטיות תקן של מספר שגיאות הרצף הטמפורלי בחלוקה לדרכי ייצוג

F (1, 58)	בית-ספר (N=27)		גן (N=42)		מדדי ייצוג
	SD	M	SD	M	
2.69	3.53	4.70	3.84	6.29	תמונת
1.83	4.35	4.25	3.79	5.68	דבור
.95	1.79	1.80	2.43	2.35	וירטואלי תלת-מימדי
7.75**	1.43	3.04	.97	2.18	מסומן

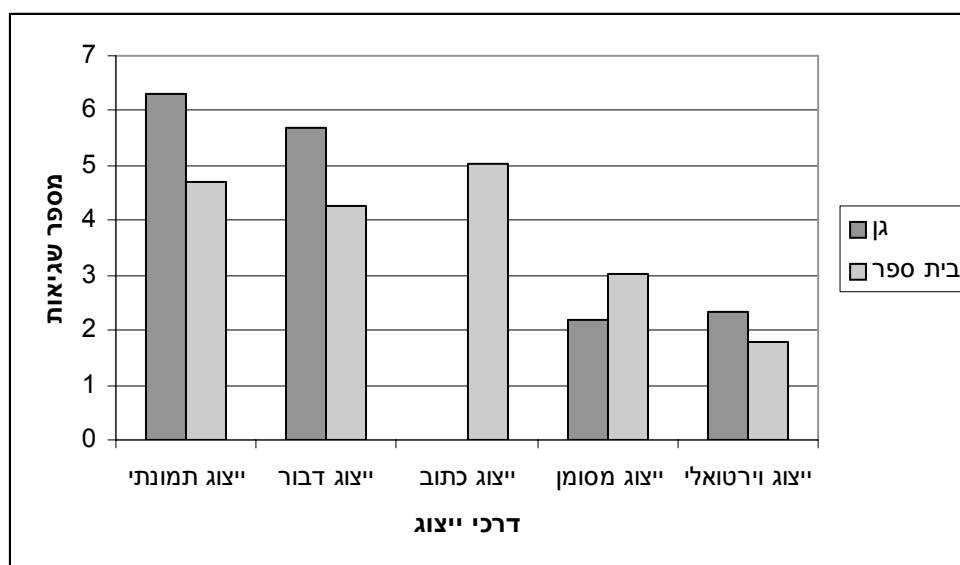
** $p<.01$

בנוסף, נעשה ניתוח שונות 2X4 (מסגרת חינוכית X דרכי ייצוג) עם מדידות חוזרות לגבי דרכי הייצוג, במטרה לבדוק האם קיימים הבדלים בין דרך הייצוג המסומנת לשאר דרכי הייצוג. בניתוח זה נמצא הבדל מובהק בין ארבע דרכי הייצוג, $F(3,56)=17.83; p<.001$.

בקרב ילדי בית הספר נבדקה גם דרך הייצוג הכתובה. בייצוג זה נמצא מספר השגיאות הרב ביותר $M=5.04; SD=1.04$.

בגרף 1 מוצגים ממוצעי מספר שגיאות הרצף הטמפורלי של הנבדקים בחלוקה לדרכי הייצוג.

גרף 1: ממוצע מספר שגיאות הרצף הטמפורלי בחלוקה לדרכי הייצוג



לסיכום, בהשוואה בין חמש דרכי הייצוג – ייצוג תמונתי, דבור, מסומן, כתוב ווירטואלי תלת-מימדי – נמצא, שמספר השגיאות הרב ביותר הוא בייצוג הכתוב (בקרב ילדי בית הספר), לאחריו הייצוג התמונתי, אחר כך הייצוג הדבור, המסומן ואילו מספר השגיאות המועט ביותר הוא בייצוג הוירטואלי התלת-מימדי. נראה, שאף כי הייצוג התמונתי הינו הדרך הנפוצה ביותר לבדוק רצף טמפורלי, עלינו למסד דרכים חדשות להערכתו, כך שילדים ימלאו אחר הפוטנציאל הלימודי והקוגניטיבי שלהם.

דיון

במהלך השנים, יכולת הרצף הטמפורלי נבדקה רבות בקרב ילדים שומעים (Fivush & Mandler 1985; O'Connell & Gerard 1985; French 1989 ואחרים). מחקרים בודדים בדקו את תפיסת הזמן של ילדים עם לקות שמיעה, ומצאו קשיים ניכרים (Senior 1989; Grodecka & Cieszynska 1991). תוצאות המחקר הנוכחי מאשרות באופן ודאי שלילדים עם לקות שמיעה יש קושי בתפיסת רצף טמפורלי, וניכר שאכן יש צורך בתוכנית עבודה מובנית בנושא.

ככל הידוע לנו, כל המחקרים השתמשו בייצוג תמונתי דו-מימדי. ייחודו של מחקר זה בכך שהוא הניח שהישגי הילדים תלויים גם בדרך הייצוג, וכי ה"תלת-מימד", באמצעות טכנולוגיית VR (immersive 3D), הוא דרך ייצוג יעילה דרכה ימצו הילדים את יכולתם.

נראה, שממצאים אלה מציעים כי VR היא יותר מכלי עזר לימודי, ועלינו להתייחס אליה כאל דרך ייצוג חדשה. VR נחקרה רבות, אך מעטים ניסו לענות על השאלה האם היא יכולה לשמש כדרך ייצוג. Calvert (1999) מציינת, שסימולציה באמצעות VR מרחיבה את גבולות הייצוג לממשק אישי אינטראקטיבי, כאשר היא מאפשרת קידוד אנאקטיבי, איקוני וסימבולי של תוכן. גם Manrique (1997) מציינת את יתרונות VR כדרך ייצוג מועדפת.

ניתן להסביר את יעילות התלת מימד להפוך את המופשט לקונקרטי יותר, ובכך להקל על תפיסת הזמן. לילדים עם לקות שמיעה יש קושי גדול בהבנת המופשט (Hilleyeist & Epstein 1990; Passig & Eden 2000 ואחרים), קושי הבא לידי ביטוי גם בקליטת מושגי זמן. באמצעות הייצוג הוירטואלי נטמעו המשתמשים בתוך התרחיש התלת-מימדי, ובמידה כלשהי חשו כאילו הם נמצאים בתוכו. כך הזמן המופשט הפך למושג פחות מעורפל וקונקרטי יותר. הטמעות היא ערך מוסף וייחודי של הטכנולוגיה, המאפשרת למשתמש לחוש כאילו הוא נמצא בסביבה מציאותית. מחקרים שונים מצאו, כי ההיטמעות משכללת את הממשק החושי ומשפרת את יכולת ההבנה של מושגים מופשטים על-ידי הפיכתם לקונקרטיים יותר (Darrow 1995; Osberg 1995; Passig & Eden 2000).

הסבר אחר נוגע לאינטראקטיביות של VR, ויכולתה להוות כלי הגורם למשתמשים להיות פעילים במיוחד. רמת החיות והאינטראקטיביות בה גבוהות, וגורמות למשתמש להיות חלק מהעולם המדומה. דרך זו מאפשרת למשתמש להיות חלק פעיל בסביבה ולא צופה פסיבי בלבד (Bricken & Harper, Hedberg & Wright 2000; Osberg, 1995; Powers & Darrow, 1994; Barab, Hay, Barnett & Squire 2001; Byrne 1992). ילדים עם לקות שמיעה זקוקים למעורבות פעילה על-מנת להגיע להישגים גבוהים יותר (Goetz 2001), ונראה שלכן הפיקו מהטכנולוגיה תועלת רבה.

מעניין לציין, כי הילדים השיגו את התוצאות הנמוכות ביותר בדרך הייצוג התמונתית (מלבד דרך הייצוג הכתובה בקרב ילדי בית-הספר). קשה להסביר ממצא מפתיע זה, לו לא צפינו. יתכן שהקושי נובע מכך, שכשאנו מתבוננים בתמונות סטטיות עלינו להתמודד במוחנו עם נושאים של חלוקת האירוע הסיפורי לאפיזודות, פירושן ובנייתן מחדש בדרך אחרת. VR כנראה ממלאה את החסר לא רק בכך שהיא מספקת את אלמנט התנועה החסר, אלא גם מוסיפה פרספקטיבה לחלוקת התרחיש לאפיזודות השונות, מתן פירוש ובנייתן מחדש.

הסבר אחר מתייחס לשיום פעולות בייצוג תמונות סטטי, שנמצא כמשימה קשה לילדים צעירים (D'Amico, Devescovi & Bates 2001). במחקר הנוכחי, בייצוג המסומן, הדבור והכתוב ישנם שמות עצם ופעלים מפורשים, עובדה שכנראה הקלה. בייצוג התמונתי והוירטואלי, לעומת זאת, לא היה שימוש כזה. VR, כאמור, כנראה ממלאה חסך זה. למותר לשוב ולהזכיר שדרך הייצוג התמונתית היא דרך הייצוג הנפוצה והמקובלת ביותר במבחני אינטליגנציה ובעבודה חינוכית-טיפולית עם ילדים, בפרט ילדים עם לקות שמיעה.

אם נכליל בזהירות ניתן לומר, שילדים עשויים להראות יכולות רצף טמפורלי גבוהות הרבה יותר לו השתמשנו בדרכי הייצוג המתאימות להם, ובעיקר בייצוג תלת-מימדי, אשר נראה בביורר שבאמצעותו הפיקו הילדים את התוצאות הגבוהות ביותר.

סיכום

למיטב ידיעתנו, הספרות אינה מציינת מחקרים אחרים שבדקו האם תפיסת זמן תלויה גם בדרך הייצוג, ותוצאות המחקר הנוכחי יכולות לפתוח כר מחקרי חדש.

אנו מציעים תיאוריה הטוענת, שהישגי הילדים תלויים גם בדרך הייצוג, וכי ייצוג וירטואלי תלת מימדי הוא דרך ייצוג חשובה ויעילה. למרות שהייצוג התמונתי נפוץ ומקובל ניתן בזהירות לומר, שילדים עם לקות שמיעה עשויים להראות יכולות רצף טמפורלי גבוהות יותר לו השתמשו בדרכי הייצוג המתאימות להם.

מהפן היישומי הממצאים מעידים על הצורך בלמידה שיטתית, מתווכת ומדורגת של מושג הזמן. המטפלים המקצועיים יוכלו לבחור מתוך דרכי הייצוג בזו שהוכחה כיעילה כך שהילד ימצא את יכולתו הקוגניטיבית, או לחילופין ייצוג בו התקשה על מנת לקדמו. ידע זה יאפשר לנו לאמן מורים ולתכנן שיטות לימוד, שיעזרו לילדים להגשים את הפוטנציאל האקדמי בזמן קצר וביעילות מירבית.

ביבליוגרפיה

זכאי, ד' (1998) *זמן פסיכולוגי*. תל אביב: משרד הביטחון.

- Barab, S. A., Hay, K. E., Barnett, M., Squire, K. (2001) Constructing Virtual Worlds: Tracing the Historical Development of Learner Practices. *Cognition and Instruction*. 19 (1), 47-94.
- Beykirch, H. L. (1990) Iconicity and Sign Vocabulary Acquisition. *American Annals of the Deaf*, 135 (4), 306-311.
- Bornens, M. T. (1990) Problems Brought about by "Reading" a Sequence of Pictures. *Journal of Experimental Child Psychology*, 49 (2), 189-226.
- Bricken, M., & Byrne, C. M. (1992) *Summer Student in Virtual Reality: A Pilot Study on Educational Applications of Virtual Reality Technology*. University of Washington. <http://www.hitl.washington.edu/projects/education/> 1.8.98 כניסה אחרונה לאתר
- Bruner, J. S. (1973). The Growth of Representation Processes in Childhood. In J. Anlin (Ed.), *Beyond the Information Given: Studies in the Psychology of Knowing* (pp. 313-324). New York: Norton.
- Bruner, J. (1986) *Actual Minds, Possible Worlds*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Bruner, J. (1990) *Acts of Meaning* Cambridge. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Calvert, S. L. (1999) The Form of Thought. In I. E. Sigel (Ed.) *Development of Mental Representation: Theories and Applications* (p. 452-470). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Clark, M. S., Marschark, M., Karchmer, M. (2001) *Context, Cognition and Deafness*. Washington, D.C.: Gallaudet University Press.
- Darrow, M. S. (1995) Increasing Research and Development of VR in Education and Special Education. *VR In The School*, 1 (3), 5-8.

- D'Amico, S., Devescovi, A., Bates, E. (2001). Picture Naming and Lexical Access in Italian Children and Adults. *Journal of Cognition and Development*, 2(1), 71-105.
- Ellis, B. (2001) The Cottonwood. *Science and Children*, 38 (4), 42-46.
- Fivush, R., Mandler, J. M. (1985) Developmental Changes in the Understanding of Temporal Sequence. *Child Development*, 56 (6), 1437-1446.
- French, L. A. (1989) Young Children's Responses to "When" Questions: Issues of Directionality. *Child Development*, 60, 225-236.
- Gobbo, C. (1990) Children's Ability to Complete Stories: Mode of Presentation Oral vs Pictorial. *Eta-evolutiva*, 37, 30-42.
- Goetz, L. (2001) In the Classroom: Communication and Making Contact. In L. Gail (Ed.) *Research to Real Life: Innovations in Deaf-Blindness*. Oregon: Western Oregon University.
- Harper, B., Hedberg, J. G., Wright, R. (2000) Who Benefits from Virtuality? *Computers & Education*, 34 (3-4) 163-176.
- Hilleyeist, E., Epstein, K. (1991) Interactions between Language and Mathematics with Deaf Students: Defining the "Language- Mathematics" Equation. In D. S. Martin (ed.), *Advances in Cognition Education and Deafness* (pp. 302-307). Washington: Gallaudet University Press.
- Kaiser-Grodecka, I., Cieszynska, J. (1991) The Understanding of Time by Deaf Pupils. In D. S. Martin (ed.), *Advances in Cognition, Education and Deafness* (pp.201-204). Washington: Gallaudet University Press.
- Manrique, F. (1997) Effects of Spatial Ability Levels and Presentation Platform on Performance of a Pictured Rotation Task. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago March 24-28.
- Marschark, M., Lang, H. G., Albertini, J. A. (2002) *Educating Deaf Students: From Research to Practice*. New York: Oxford University Press.
- Moore, D. F. (2001) *Educating the Deaf: Psychology, Principles, and Practices*. Boston: Houghton Mifflin.
- Mousavi, S. Y., Low, R., Sweller, J. (1995) Reducing Cognitive Load by Mixing Auditory and Visual Presentation Modes. *Journal of Educational Psychology*, 87 (2), 319-334.
- O'Connell, B. G., Gerard, A. B. (1985) Scripts and Scraps: The Development of Sequential Understanding. *Child Development*, 56 (3), 671-681.
- Osberg, K. M. (1995) Virtual Reality and Education: Where Imagination and Experience Meet. *VR In The Schools*, 1 (2), 1-3.
- Ottaviani, B. F., Black, J. B. (1994) The Effects of Multimedia Presentation Formats on the Spatial Recall of a Narrative. Paper presented at the National Convention of the Association for Educational Communications and Technology, Nashville February 16-20.

- Passig, D., Eden, S. (2000) Enhancing the Induction Skill of Deaf and Hard-of-Hearing Children with Virtual Reality Technology. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 5 (3), 277-285.
- Piaget, J. (1926) *The Language and Thought of the Child*. New-York: Harcourt & Brace.
- Pine, S. J., Grimes, K. B. (1985) Classification Skills: Visual and Verbal Presentation Modes. Paper presented at the Meeting of the American Speech- Language- Hearing Association. Washington, November 22-25.
- Powers, D. A., & Darrow, M. (1994) Special Education and Virtual Reality: Challenges and Possibilities. *Journal of Research on Computing in Education*, 27 (1), 111-121.
- Schank, R. C., Abelson, R. P. (1977) *Scripts, Plans, Goals and Understanding*. New York: L. Erlbaum.
- Senior, G. (1989) Temporal Orientation in Hearing-Impaired People. *Disability, Handicap and Society*, 3 (3), 277-290.
- Thurman, R.A., & Mattoon, J.S. (1994) Virtual Reality: Toward Fundamental Improvements in Simulation- Based Training. *Educational Technology*, 34 (8), 56-64.
- Vasu, E. S., Howe, A. C. (1989) The Effect of Visual and Verbal Modes of Presentation on Children's Retention of Images and Words. *Journal of Research in Science Teaching*. 26 (5), 401-07.