

דוח סופי

נושא המחקר :

**הוראה ולמידה בסביבה עתירת טכנולוגיה לקידום הבנה מתמטית של תלמידים על
הרצף האוטיסטי**

Promoting Mathematical Understanding of Children with Autism Spectrum
Disorder (ASD) in ICT-based mathematics lesson

החוקרות :

מרצה ומדריכה פדגוגית, מכללת לוינסקי לחינוך

ד"ר מיכל שני

Michal Shani

מרצה ומדריכה במתמטיקה, מכללת לוינסקי לחינוך

חיותה רגב

Hayuta Regev

אוגוסט, 2013

הוראה ולמידה בסביבה עתירת טכנולוגיה לקידום הבנה מתמטית של תלמידים על הרצף

האוטיסטי

תקציר

אוטיזם היא לקות, אשר פוגעת ביכולות לפתח קשרים חברתיים, לנהל תקשורת על כל סוגיה ולעבד מידע סנסורי. מקובל לדבר על רצף של ההפרעה ממאפיינים של פיגור ועד לתפקוד גבוה (Autism Spectrum Disorder — ASD).

התמונה שעולה מן המחקר באשר לקשר שבין אוטיזם ומתמטיקה איננה חד משמעית (Donaldson & Zager, 2010; Baron-Cohen, Wheelwright, Burtenshaw, & Hobson, 2007). בפועל יש הוכחות לכך, שתלמידים עם לקויות מורכבות, לרבות אוטיזם, מתקשים לרכוש ידע מתמטי. סביבת המחשב מהווה סביבה מתאימה לתלמידים על הרצף האוטיסטי ללמידה, לשיפור מיומנויות תקשורת, לפיתוח ולתרגול כישורים חברתיים, וכן ליצירתיות ולהנאה (Murray & Lesser, 1999).

המחקר הוא מחקר איכותני מסוג חקר מקרה אינסטרומנטלי, ומטרתו הייתה לתאר ולנתח את הלמידה של תלמידים על הרצף האוטיסטי בשיעורי מתמטיקה בסביבת הוראה-למידה עתירת טכנולוגיה, המזמנת סיטואציות המאפשרות לקדם הבנה מתמטית.

המחקר התבצע בבית ספר יסודי ממלכתי רגיל, בו לומדים תלמידים על הרצף האוטיסטי בכיתות תקשורת, המשולבים בשיעורי מתמטיקה על פי יכולותיהם בכיתות הרגילות. האוכלוסייה הנבדקת כללה שישה תלמידים ברמת תפקוד בינונית-גבוהה.

ממצאי המחקר יסייעו לאפיין את הלמידה של תלמידים על הרצף האוטיסטי בתפקוד בינוני-גבוה בשיעורי מתמטיקה בסביבה עתירת טכנולוגיה ויאפשרו לסטודנטים להוראה ולמורים בפועל לעצב סביבות למידה משמעותיות ויעילות להשבת ההוראה לפיתוח הבנה מתמטית.

1. רקע תיאורטי

1.1. אוטיזם

אוטיזם היא לקות, אשר פוגעת ביכולות לפתח קשרים חברתיים, לנהל תקשורת על כל סוגיה ולעבד מידע סנסורי. כמו כן, נפגע רפרטואר ההתנסויות השכיחות אצל רוב האנשים. הלקות מאופיינת בהתנהגויות אובססיביות; בדיבור חזרתי וחד-צדדי; בחוסר הבנה של חוש הומור; בקושי בהבנה מופשטת; בחוסר גמישות מחשבתית ובהתייחסות קונקרטי לסיטואציות; בחוסר יכולת לפענח ג'סטות לא מילוליות לרבות הבעות פנים ובחוסר הבנה של חוקי התנהלות חברתית. כל אלה מקשים על ילדים על הספקטרום האוטיסטי ליצור קשרים חברתיים רציפים ומשמעותיים (Angie, Lai, & Rivera, 2010; Donaldson & Zager, 2010; Hall, 2010). מקובל לדבר על רצף של הפרעה (Autism Spectrum Disorder - ASD), מתפקוד נמוך עם מאפיינים של פיגור ועד לתפקוד גבוה (Bell, 2009). ההפרעה מופיעה או מאובחנת בערך בגיל חצי שנה. על פי נתונים שפורסמו על ידי המרכז לאבחון ולמניעה של הפרעות בארצות הברית The Centers for Disease Control and Prevention), בשנת 2007, מספר הילדים בגיל בית-ספר המאובחנים כילדים על הרצף האוטיסטי נמצא בעלייה מתמדת. מדווח, כי תלמיד אחד מתוך 150 תלמידים בארצות הברית מאובחן על הרצף האוטיסטי. שכיחות התופעה מעוררת מחלוקת בין החוקרים, ויש הטוענים, כי מספרם אינו עולה, אלא האבחון משתנה, ולפיכך נוצרת תמונה בלתי אמינה של שכיחות התופעה (Aspy & Grossman, 2007).

הגורמים לאוטיזם עדיין אינם ידועים ונמצאים במחקר מתמיד. במחקרים אחרונים, שבהם נבדקו באופן אינטנסיבי גורמים לאוטיזם, דווח על קשר לגנטיקה, לגורמים סביבתיים, לאפידמיולוגיה, לגורמים ביולוגיים-עצביים ולמצב ההורמונלי של ההורים (Hell, 2009).

קיימות שתי גישות עכשוויות להבנת האוטיזם: האחת, הגישה הרגשית – The effective view והשנייה, התיאוריה של התודעה – Theory of Mind. התומכים בגישה הרגשית מאמינים, שהלקות החברתית מקורה בחוסר היכולת לחוות רגשות, אשר חיונית לבניית מערכת יחסים ותמיכה. התיאוריה של התודעה מדגישה את הקושי בהדדיות ובהבנת רגשות, מחשבות ותחושות של הזולת.

ילדים על הרצף האוטיסטי לומדים במסגרות נבדלות ייעודיות, או במסגרות משלבות. ההחלטה לגבי מסגרת חינוכית לילדים עם אוטיזם תלויה ברוב המקרים ברמת התפקוד של הילד וביכולת של המסגרת הקולטת לספק את השירותים המתאימים (Friend, 2008).

בארץ קיימות מספר מסגרות חינוכית לילדים עם אוטיזם: בתי ספר מיוחדים לילדים על הרצף האוטיסטי, כיתות תקשורת, המשולבות בבתי ספר רגילים ושילוב אינדיווידואלי, בו הילד לומד בכיתה רגילה ומלווה במרבית המקרים בסייעת אישית (משרד החינוך, אגף חינוך מיוחד, 2011). הלכות החברתית תקשורתית של ילדים על הרצף האוטיסטי משפיעה על תפקודם בכיתה, הן ברמה הלימודית והן ברמה החברתית. לפיכך, חיוני למורים, העובדים עם ילדים על הרצף האוטיסטי, להבין לעומק את הלכות החברתית והתקשורתית של תלמידיהם ולייצר מתודות אלטרנטיביות לסוציאליזציה וליצירת קשרים חברתיים, וכן תיווך לימודי מותאם ורלוונטי (Hall, 2011).

1.2 אוטיזם ומתמטיקה

המחקר לגבי קשר בין אוטיזם למתמטיקה נמצא עדיין בחיתוליו, והדעות לגבי קשר זה חלוקות. בתרבות הפופולארית קיימת נטייה לייחס ללוקים באוטיזם יכולות מתמטיות יוצאות דופן (לדוגמה, הסרט: "איש הגשם"). מחקר, שנערך על ידי בראון-כהן, ווילרייט, ברטנשוואו והובסון (Baron-Cohen, Wheelwright, Burtenshaw, & Hobson, 2007) מאשש את הדעה הפופולארית; החוקרים מעלים ממצאים המראים קשר בין חשיבה שיטתית ואוטיזם ומציעים קשר בין כישרון מתמטי ואוטיזם. לעומתם נמצא, שהצלחה והמסוגלות של תלמידים עם אוטיזם באות לידי ביטוי בשפה, יותר מאשר במתמטיקה, וכי ישנן הוכחות משמעותיות לכך, שתלמידים עם לקויות מורכבות, לרבות אוטיזם, מתקשים לרכוש ידע מתמטי (Donaldson & Zager, 2010).

תלמידים על הרצף האוטיסטי מתאפיינים בלקות בתפיסה ויזואלית-מרחבית ובלקות מוטורית, וכיוון שבמתמטיקה נדרשת קואורדינציה ויזו-מרחבית, לקות בתחומים אלה יכולה להשפיע על ביצועים בתחום המתמטיקה. הקשיים יכולים להיות קשורים לפגיעה בהמיספרה הימנית, אשר משפיעה באופן מובהק על יכולות מתמטיות, וזאת בדומה לקשיים בתחום אצל תלמידים לקויי למידה. קשיים אלה מתבטאים בקושי בזכירת פעולות מתמטיות, קושי בארגון מידע על הדף, קושי בהבנת השפה המתמטית וחוסר יכולת להבין הוראות (Donaldson & Zager, 2010).

ממחקרים עולה קושי של מורים למתמטיקה לתת מענה לתלמידים עם אוטיזם, במיוחד לאלה בתפקוד גבוה, ולפיכך יש חשיבות רבה לכך שמורים המלמדים מתמטיקה יירכשו וישמו מתודות אפקטיביות להוראת התחום (Donaldson & Zager, 2010). במחקרים שבדקו סביבות מחשב המזמנות אימון ותרגול נמצא, כי תלמידים על הרצף האוטיסטי לומדים מתמטיקה טוב יותר מהתערבויות המבוססות על משוב מיידי ורציף, על הוראה מפורשת ואימון (Angie, 2010). הוראות ישירות, המציעות הסבר מפורש ומדויק מאפשרות לתלמיד לזכור וליישם במצבים שונים. בנייה של הוראה לעבר מטרה מוגדרת וממוקדת יכולה להועיל לתלמיד עם אוטיזם, לדעת בדיוק מתי המשימה מגיעה לסיומה, אם הצליח במשימה, וכן לשלוט בהתקדמות בה. כך יהיה פחות מתוסכל ולחוץ במהלך עבודתו (Donaldson & Zager, 2010).

בנדה וקובינה (Banda & Kubina, 2010) בחנו את יעילות השימוש במשימות במתמטיקה בעלות עדיפות גבוהה לפתרון (high-preference academic tasks) בקרב תלמידים עם אוטיזם בני 13, כדי לשפר את הניסיונות להתחיל משימות בעלות עדיפות נמוכה לפתרון (low preference academic tasks). משימות בעלות עדיפות גבוהה לפתרון הן משימות פשוטות יותר, אשר תלמידים מעדיפים לפותרם, כי זמן הפתרון שלהן הוא קצר ובדרך כלל נדרש להן שלב אחד לפתרון; משימות בעלות עדיפות נמוכה לפתרון, הן משימות, אשר דורשות מספר שלבים עד לפתרון והזמן הנדרש לביצוען הוא ארוך יותר. הם מצאו, שאם הקדימו למשימות בעלות עדיפות נמוכה מספר משימות בעלות עדיפות גבוהה, לתלמידים הייתה נכונות רבה יותר להתחיל לפתור את המשימות בעלות העדיפות הנמוכה. החוקרים ציינו, שעל המורים להיות מודעים לכך שמשימות בעדיפות גבוהה יעילות, רק כאשר התלמיד כבר רכש ידע ומיומנות לפתרון המשימה, אך אינו מראה מוטיבציה לעסוק בה. אסטרטגיית המשימות בעלות עדיפות גבוהה פחות מאיימת ועשויה לעורר מוטיבציה להיענות למשימות מתמטיות המעוררות התנגדות וסלידה. הערכה של משימות מועדפות על תלמיד יכולה להועיל למורה בהבניית ההוראה, כולל שימוש בתכנים מועדפים המעודדים עבודה פרודוקטיבית ומשפיעים על מוטיבציה ללמידה.

1.3. אוטיזם וטכנולוגיה

ההתפתחויות האחרונות בתחום של טכנולוגיות מידע ותקשורת לאנשים בעלי צרכים מיוחדים הובילו שינויים משמעותיים בדרך בה מומחים ומחנכים יכולים להיענות לצרכים המגוונים של אנשים בעלי צרכים מיוחדים, לרבות אוטיזם. מחקרים שנעשו לאחרונה הראו שאנשים עם

אוטיזם, בעיקר ילדים, עשויים ליהנות מאינטראקציה עם מחשבים, במיוחד כאשר הם פועלים באופן חופשי (Konstantinidis, Luneski, Frantzidis, Nikolaidou, Antoniadou, & Bamidis, 2009). אמצעי הסיוע הטכנולוגיים מאפשרים לתלמיד לא רק לעקוף את הקושי הנובע מהלקות, אלא גם להתקדם תוך כדי שימוש ביכולות החזקות הקיימות אצלו (2004, Hetzroni).

נמצא, שסביבת המחשב מזמנת סביבת הוראה ולמידה מתאימה לתלמידים על הרצף האוטיסטי לשיפור מיומנויות תקשורת, לפיתוח ולתרגול כישורים חברתיים, לתרגול מיומנויות שנלמדו, ליצירתיות ולהנאה (Murray & Lesser, 1999). קטר (Cutter, 2010) הדגישה את השימוש במחשב כטכנולוגיה מסייעת, המאפשרת לתלמידים נגישות לחומרי הוראה ולמידה ולפעילויות בשעות הפנאי (שימוש במקלדות מותאמות, עכברים, מסך מגע ועוד). הספקטרום האוטיסטי הוא רצף רחב מאוד, ולאוכלוסייה מגוון של קשיים וצרכים. יש להתייחס לכל פרט ולהתאים לו את הפתרונות הייחודיים, המתאימים עבורו להוראה ולמידה מיטבית (Murray & Lesser, 2009). הפתרונות הטכנולוגיים עשויים להיות שונים לחלוטין מילד אחד למשנהו, למרות שהם על הרצף האוטיסטי. מור וקולורט (Moore & Culvert, 2000) מצאו, שתלמידים על הרצף האוטיסטי מוצאים עניין רב יותר בהוראה מבוססת מחשב לעומת הוראה עם מורה. במחקרים (Murray & Lesser, 2009; Moore & Culvert, 2000; Emmons Moore & Culvert, 2008), שעסקו בשימושי מחשב לתלמידים על הרצף האוטיסטי נמצא, שהעבודה בסביבת מחשב מאפשרת:

1. התאמה: באמצעות המחשב ניתן לתת מענה למגוון צרכים ויכולות של התלמיד, כגון הפחתת גירויים ויזואליים או שמיעתיים, שימושים בחומרה/תוכנה ייחודיים, והתאמות לצורכי התלמיד בתחומי התפקוד השונים.
2. עקביות ושיטתיות: עולם המחשבים הוא עולם לוגי, אנליטי, מונחה על ידי כללים, והתנהגותו עקבית וניתנת לניבוי. העולם החברתי, לעומת זאת, הוא עולם שההתרחשויות בו ספונטניות, הסתירות בו מרובות, הוא אינו עקבי ולכן גם אינו ניתן לניבוי. אנשים עם אוטיזם נוטים לחשיבה שיטתית ואנליטית על פי כללים ברורים ומרגישים בנוח בתבניות קבועות החוזרות על עצמן, וכאשר ההתרחשויות סביבם ניתנות לניבוי. המסרים הנשלחים (משובים, הנחיות) מהמחשב הם עקביים וצפויים, בהשוואה למסרים חברתיים ולהתנהגויות של אנשים.

3. משוב מיידי: יכולת לספק משוב מיידי כל עוד התלמיד מבקש להמשיך לעבוד. המחשב איננו מתעייף ואף לא מטיף, אינו משנה את תגובותיו והתייחסותו לאורך כל משך הפעילות; אינו מטיל סמכות; איננו משתמש במניפולציות רגשיות ולא מבלבל את המשתמשים בו במבע אירוני או במסרים ציניים.
4. גיוון בחומרי הוראה ולמידה: יכולת להציג מגוון ואריאציות בהתאמה לסגנונות למידה שונים.
5. עצמאות ושליטה: היכולת של התלמידים לשלוט במחשב באופן פעיל מאפשרת תחושה של שליטה בסיטואציה, ולפיכך, התקשורת באמצעות מדיום זה עשויה להיות פחות מאיימת מאשר תקשורת בשיחה פנים אל פנים.
6. דימוי מציאות: תרגול והתנסות במצבים חברתיים במגוון תחומים באמצעות מציאות מדומה.
7. שיתופיות: השתתפות במשחק מחשב מאפשרת לשחק לצד אחרים ועם אחרים, ותוך כדי כך לבנות מערכת יחסים עם האחר בסביבה מוגנת.
- מחקרים אחרים (Murray & Lesser, 2009) מתייחסים לתרומה של עבודה בסביבת מחשב לתלמידים על הרצף האוטוטיסטי לקידום יכולות אקדמיות וחברתיות:
1. עלייה במיקוד תשומת הלב והגברת טווח הקשב של התלמיד בביצוע מטלה;
 2. אימון בסיטואציות חברתיות ותקשורתיות;
 3. תרגול ואימון מיומנויות אקדמיות;
 4. קידום מיומנויות של לומד עצמאי;
 5. שיפור מיומנויות של מוטוריקה עדינה;
 6. הפחתה של התנהגויות פרסברטיביות (חזרתיות על מילה, משפט, תנועה); הפחתת אגרסיות והפחתת התנהגויות של גרייה עצמית.
- מתוך המחקר בתחום (Emmons, Moore & Culvert, 2000; Murray & Lesser, 2009):
- (2008) עולה אפוא תמונה, כי סביבת המחשב עבור תלמידים על הרצף האוטוטיסטי מבוססת על תרגול ואימון בתחומים נרחבים. זוהי תפיסה של למידה ממחשבים - learning from computers (Jonassen, 2000). לעומת תפיסה זו, קיימת תפיסה, הרואה במחשב כלי

חשיבה Mind tools, בה הלמידה היא עם מחשבים – learning with computers. למידה זו מסייעת לארגן מחדש את חשיבת הלומד, להגביר את חשיבתו ואת יכולותיו הקוגניטיביות, ובכך, להוביל ללמידה משמעותית (Jonassen, 2000). נמצא, שהאינטראקציה בין האדם לסביבה מתקשבת יוצרת סוגי חשיבה חדשים ואסטרטגיות חדשות, כשהמאפיין הבולט ביותר של הפעילות הקוגניטיבית הוא גמישות מחשבתית, המתבטאת בפתיחות לשקול מגוון רחב של פתרונות ולבחון אלטרנטיבות (בן-עמי וכן, 2010). על פי קטר (Cutter, 2010) השימוש במחשב עבור תלמידים על הרצף האוטיסטי, צריך להיות שזור בתוך קשת רחבה של התנסויות וכחלק מתוך התכנית החינוכית של התלמיד, כדי שתתרחש למידה משמעותית. במחקר המוצע נזמן לתלמידים על הרצף האוטיסטי התנסות בסביבה מתקשבת המאפשרת פיתוח חשיבה והבנה מתמטית.

2. מהלך המחקר

2.1. ההקשר של המחקר

המחקר נערך בבי"ס יסודי ממלכתי רגיל במרכז הארץ, בו לומדים כ- 800 תלמידים. בבית הספר שמונה כיתות של חינוך מיוחד, מהן שש כיתות תקשורת בהן לומדים תלמידים על הספקטרום האוטיסטי, כיתה אחת לתלמידים עם בעיות רגשיות וכיתה אחת לתלמידים לקויי למידה. בית הספר, בחזונו, מכיר בשונות ובצורך למתן אפשרויות ביטוי ומיצוי היכולת של כל פרט תוך שאיפה למצוינות אישית.

אוכלוסיית בית הספר היא מרקע סוציו-אקונומי בינוני-נמוך. בין בית הספר והאקדמיה - מכללה

להכשרת מורים - מתקיימים קשרי שותפות וביה"ס מוכר כבי"ס מכשיר מורים (PDS-

Professional Development School). במסגרת השותפות מתקיים לימוד משותף של

תלמידים, של מורים, של מרצים/מדריכים ושל סטודנטים, ובמהלכו מתבצעות תצפיות על התלמידים, הסטודנטים, המורים והמדריכות; וכן, מתבצעים ניתוחים רפלקטיביים לגבי אירועי

הוראה ולמידה שמתרחשים בבית הספר. במסגרת השותפות הוכשרו במהלך כארבע שנים כל

מורי המתמטיקה של בית הספר להורות מתמטיקה המבוססת על גישה קונסטרוקטיביסטית ללמידה. שיעורי המתמטיקה, הן של המורים והן של הסטודנטים להוראה, מושתתים על הוראה-

למידה דיפרנציאלית בקבוצות קטנות תוך שימת דגש על ניהול שיח מתמטי ופיתוח הבנה

מתמטית. הוראת המתמטיקה איננה רכישה של פרוצדורות בלבד, אלא טרנספורמציה בדרך

החשיבה והשפה באמצעות שיח מתמטי בקבוצה קטנה. שיח כזה, מאפשר למורה לזהות את טווח ההתפתחות הקרובה של כל תלמיד, לזהות את קשייו ואת תפיסותיו השגויות, כדי לסייע לו בהבניה של מושגים ורעיונות מתמטיים (רגב ומרגולין, 2013 ; Margolin & Regev, 2011).

בשנה בה נערך המחקר התנסו בבית הספר כ-20 סטודנטים להוראה, המתמחים בהוראת מתמטיקה בחינוך הרגיל ובחינוך המיוחד. הסטודנטים השתלבו בהוראת המתמטיקה כחלק מסגל ההוראה. במהלך אותה שנה בית הספר הצטרף לתכנית שמטרתה לשלב תקשוב בהוראת מתמטיקה ובכך הרחיב את השילוב של הוראה בסביבה עתירת טכנולוגיה.

2.2. מטרת המחקר

מטרת המחקר הייתה לתאר ולנתח את הלמידה של תלמידים על הרצף האוטיסטי בשיעורי מתמטיקה בסביבת הוראה-למידה עתירת טכנולוגיה, המזמנת סיטואציות המאפשרות לקדם הבנה מתמטית.

2.3. שאלת המחקר

מה מאפיין את הלמידה של תלמידים על הרצף האוטיסטי בשיעורי מתמטיקה בסביבה עתירת טכנולוגיה, המבוססת על כלים ותיווך לפיתוח הבנה מתמטית?

2.4. שיטת המחקר

2.4.1. סוג המחקר

שיטת המחקר מבוססת על חקר מקרה אינסטרומנטאלי, לפיו המקרה נבחר לא כמטרה עצמה, אלא כמטרה להגיע לתובנות נוספות העוזרות להציג תופעה רחבה שהיא חיצונית למקרה הפרטי (יוסיפון, 2001). מתקיימת תצפית על פעילות אנושית במקום ובזמן מסוים (Stake, 2000).

המקרה יכול להיות פרט, או קבוצה, והוא קשור ומושפע מתפיסת העולם של פרדיגמה של חקר מקרה במחקר האיכותי – למידת מצבים ב"עולם אמיתי". על פי יין (Yin, 2009) חקר מקרה הוא מחקר ניסויי, המבקש לחקור תופעה בתוך מארג של חיי יומיום, כאשר התופעה ומה שמסביב לה, מודגמים רק בחלקם.

2.4.1. הליך המחקר

מחקר זה עקב אחרי שישה תלמידים על הספקטרום האוטיסטי, הלומדים בכיתות תקשורת בבית ספר רגיל ומשולבים בשיעורי מתמטיקה בכיתות רגילות. זאת, באמצעות תצפיות בשיעורי מתמטיקה, המנוהלים על ידי הסטודנטים המתנסים בבית הספר ועל ידי המורות למתמטיקה ותיעודם (הקלטה, שקלוט, צילום) פעמיים בשבוע במהלך סמסטר. התצפיות התבצעו בסביבת

הוראה-למידה עתירת טכנולוגיה, המזמנת סיטואציות המאפשרות לקדם הבנה מושגית במתמטיקה (Kazemi, 1998). בנוסף, התקיימו ראיונות עם משתתפי המחקר ונקראו יומנים רפלקטיביים שנכתבו על ידי הסטודנטים.

2.4.2. משתתפי המחקר

שישה תלמידים על הספקטרום האוטיסטי ברמת תפקוד בינונית-גבוהה, הלומדים בכיתות תקשורת בבי"ס ממלכתי רגיל ומשולבים בשיעורי מתמטיקה בכיתה הרגילה.

2.4.3. דרך איסוף הנתונים

1. תיעוד (הקלטה ושקלוט) של כ-10 שיעורי מתמטיקה במהלך סמסטר אחד. התיעוד התבצע על ידי סטודנטיות להוראה במהלך התנסותן.
2. כעשר תצפיות פתוחות, שנערכו על ידי הסטודנטים להוראה במהלך סמסטר. חשוב לציין, כי לתצפיות חשיבות רבה כגיבוי לתיעודים, בעיקר כאשר הנחקרים הם ילדים עם לקות בתחום החברתי תקשורתי. בתצפיות הושם דגש על התנהגויות, שלא יבואו לידי ביטוי בתיעוד.
3. קריאת יומנים רפלקטיביים, שנכתבו על ידי הסטודנטים בעקבות השיעורים שלימדו.
4. ראיונות חצי מובנים, שנערכו על ידי המדריכות-חוקרות עם כל אחד מהתלמידים שהשתתפו במחקר. מהלך הראיון נבנה לאחר ביצוע התצפיות, קריאת התיעודים וקריאת היומנים, בהתאם לתמות מרכזיות שזוהו בעקבות ניתוח ראשוני של הנתונים שנאספו. הראיונות התבצעו במטרה לתקף את הפרשנות והמשמעויות שעלו מהניתוח הראשוני של התצפיות והתיעודים.

2.4.4. אתיקה: המחקר נערך תוך הסכמה מדעת ותוך מתן מידע לגבי מטרת המחקר לכל

השותפים. קיבלנו אישור ממנהלת בית הספר ומהורי התלמידים להקליט ולתעד את השיעורים, וכן, אישור מהסטודנטים להשתמש בחומרים לצורכי מחקר. הקפדנו לשמור על חיסיון התלמידים ונמנענו מהצגת פרטים מזהים של כל הגורמים שהשתתפו במחקר.

2.4.5. דרך ניתוח הנתונים

ניתוח הנתונים הוא לב ליבו של המחקר האיכותני. הניתוח נעשה על פי ניתוח תוכן איכותני בתהליך אנאליטי שמטרתו מתן משמעות, פרשנות והכללה של תופעה הנחקרת. ניתוח התוכן נערך בשלבים (גבתון, 2001). בשלב הראשון, קראנו קריאה הוליסטית את החומרים שנאספו לשם איתור דפוסים ותמות מרכזיים. בשלב השני, על בסיס התמות שאותרו, זיהינו קטגוריות המתייחסות למאפייני הלמידה. בשלב השלישי, הסברנו את הקטגוריות תוך חיפוש קשרים ביניהן וארגון מחדש בהתבסס על שימוש במושגים מהספרות המחקרית הקיימת. במהלך השנה תועדו 10 שיעורי מתמטיקה, שנערכו לששת התלמידים שהשתתפו במחקר. השיעורים בהם צפינו התנהלו גם באופן פרטני ליחידים וגם בקבוצות קטנות, בהן שולבו תלמיד או שניים על הרצף האוטיסטי, שהשתתפו במחקר. בנוסף, התקיימו 10 תצפיות בשיעורים, שאפשרו עיבוי והשלמה לתיעודים וכן, נקראו התייחסויות רפלקטיביות של סטודנטים בעקבות הוראתם בשיעורים אלה. לאחר ניתוח ראשוני של הממצאים שעלו נערכו ראיונות חצי מובנים עם כל אחד מהתלמידים שהשתתפו במחקר. מהלך הראיון נבנה בהתאם לתמות מרכזיות שזוהו בעקבות הניתוח הראשוני של הנתונים שנאספו.

2.4.6. תיקוף

הנתונים הופקו מארבעה כלי המחקר: תצפיות בשיעורי מתמטיקה, תיעוד (הקלטה), צילום ושקלוט) שיעורי מתמטיקה, ראיונות עם כל אחד ממשתתפי המחקר וקריאת יומנים רפלקטיביים של סטודנטים. תיקוף הממצאים התבצע תוך הצלבה של הנתונים (טריאנגולציה) שהופקו מארבעת כלי המחקר השונים כדי לבסס את הפרשנויות לגבי הלמידה של הנחקרים.

2.4.7. חשיבות המחקר

ברמה הקונספטואלית, חקר מקרה זה עשוי לסייע בהבנת תהליך הלמידה של תלמידים על הרצף האוטיסטי בשיעורי מתמטיקה בסביבת הוראה-למידה עתירת טכנולוגיה, המזמנת סיטואציות המאפשרות לקדם הבנה מתמטית. ברמה המעשית, ממצאי המחקר יוכלו לסייע לסטודנטים להוראה ולמורים בפועל לעצב סביבות למידה משמעותיות ויעילות להשבת הוראת המתמטיקה לתלמידים על הרצף האוטיסטי ברמת תפקוד בינונית-גבוהה.

3. ניתוח הממצאים

מתוך התצפיות, הראיונות, התיעודים וקריאת היומנים הרפלקטיביים של הסטודנטים זיהינו שש קטגוריות, המאפיינות למידה של תלמידים על הרצף האוטוסיטי בשיעורי מתמטיקה בסביבת הוראה-למידה עתירת טכנולוגיה, המזמנת סיטואציות המאפשרות לקדם הבנה מתמטית. הקטגוריות הן: (1) תשוקה ללמידה (2) עצמאות בלמידה (3) יכולת ונכונות לפעול באירועי למידה אינטגרטיביים (4) מעורבות בלמידה - השתתפות בשיח מתמטי (5) יכולת ונכונות להשתמש במתווכים ויזואליים (6) התמודדות עם מתמטיקה מחיי היומיום.

להלן נציג מספר דוגמאות מתוך הנתונים לכל קטגוריה:

• תשוקה ללמידה

פניות ללמידה, הנאה מלמידה ותשוקה ללמידה הן בסיס לכל סוג של רכישת ידע ולמידה משמעותית (Kaiser et. al, 2007; Waite, 2011). בהתייחסות רפלקטיבית, שנכתבה על ידי סטודנטים-מורים נמצאו עדויות להפגנת עניין והנאה של התלמידים מלמידה בסביבה עתירת טכנולוגיה בשיעור מתמטיקה שמטרתו לקדם הבנה מושגית:

ראיתי את ההנאה שהיישומון סיפק לתלמידים – הנאה שגרמה לשיתוף פעולה מלא, שיח מעניין ואינטראקציה טובה ביני לבין התלמידים ובינם לבין עצמם. שימוש במתווכים ויזואליים, כגון היישומון, מקדם, לדעתי, את ההבנה וגורם לתלמידים להפנים יותר את נושא השיעור. זאת ברוח הגישה הקונסטרוקטיביסטית, המבוססת על בניית ידע.

שמחתי לראות את ההנאה של התלמידים ואת האור בעיניהם. התלמידים שיתפו פעולה בצורה יוצאת דופן, והאינטראקציה שנוצרה בקבוצה הובילה לרמה מסוימת של שיח מתמטי שלא הייתה בעבר ויצרה נורמות סוציו-מתמטיות חדשות בקבוצה.

אחד הדברים אשר עזרו לי מאוד במהלך שיעור המתמטיקה בנושא האומדן הוא השימוש במחשב אשר עורר עניין רב והפעיל אותה[את התלמידה] במידה מסוימת באמצעות בחירת החטיפים וגרירתם לעגלה. כמו כן, השילוב של הלוח המחיק והצגת הנתונים בצורה מאורגנת תרמו רבות לתהליך הלמידה של מ.

ממצאים אלה מדגימים, בדומה לממצאים ממחקרים קודמים

(Cutter, 2010; Moore & Culvert, 2000), כי התלמידים על הרצף האוטוסיטי מצאו עניין והפגינו הנאה רבה בלמידה בסביבה עתירת טכנולוגיה לעומת למידה באמצעות הוראה מסורתית. סביבת הלמידה זימנה להם עבודה בשיתוף פעולה והיותה בסיס לשיח לימודי בו לקחו חלק ברצון רב ונוצרה למידה משמעותית.

• עצמאות בלמידה

היכולת של התלמידים לשלוט במחשב באופן פעיל מאפשרת תחושה של שליטה בסיטואציה, ולפיכך, התקשורת באמצעות מדיום זה עשויה להיות פחות מאיימת מאשר תקשורת בינאישית פנים אל פנים עבור תלמידים על הספקטרום האוטיסטי כמו כן, עבודה בסביבה עתירת טכנולוגיה מקדמת מיומנויות של לומד עצמאי, כפי שמופיע בשיח להלן בין סטודנט-מורה ותלמידו בשיעור מתמטיקה שעסק בסכום זוויות במשולש שהתבסס על שימוש ביישומון :

סטודנט : תחשוב על משימה שאתה רוצה לתת לט. או לק... נגיד משולש גדול...
מ' : יש לי רעיון! משולש אחד שזווית אחת שווה חצי מהסכום הכללי ושתי הזוויות האחרות שוות כל אחת רבע מהסכום הכללי.
ק' : אז רגע... זה 30, 120, ועוד 30.
מ' : בדיוק. זווית אחת שווה 120, זווית שנייה 30 ועוד 30.
סטודנט : ק. אז תבנה.. אני קצת לא הבנתי למה מ. מתכוון.. תראה לי למה הוא התכוון..
(ק. מנסה לבנות את המשולש שמ. ביקש במשימה)
ק' : (מסתבך מעט עם הדיוק) זה קשה...
סטודנט : קצת קשה אבל אפשר..
(ק. מצליח)
ט : Done.
סטודנט : ט., הוא ביצע את המשימה כמו שמ. ביקש?
ט' : כן
סטודנט : מה המסקנה? מה אפשר להגיד?
ק' : שהכל חייב להיות 180 מעלות.
סטודנט : חייב להיות... ט., אתה מסכים איתנו? אתה שמעת?
(ט. משתהה)
סטודנט : ט., אם לא שמעת, בקש מק. לחזור על הדברים.
ט' : פשוט, היה לי גירוד פה..
סטודנט : (פונה לק.) אתה מוכן לחזור?
ט' : (פונה גם הוא לק.) אתה מוכן לחזור?
ק' : שהכל חייב להיות שווה.
סטודנט : מה זה הכל? איפה?
ק' : שכל הזוויות צריכות להיות שוות?
סטודנט : כל הזוויות? איפה?
ק' : כל הזוויות במשולש.
סטודנט : (פונה למ.) אתה מסכים?

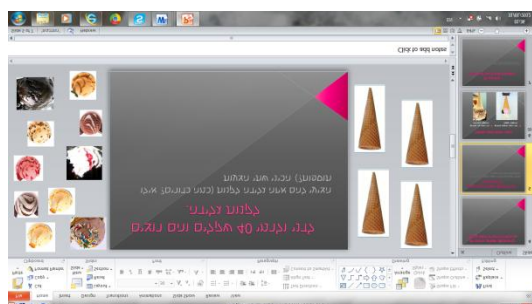
הסטודנט- המורה ביקש מהתלמידים בקבוצה לחשוב על משימה/שאלה, אותה הם רוצים להציג לחבריהם. משימה זו שונה ואף מנוגדת לתפיסה הרווחת בהוראה של תלמידים על הרצף האוטיסטי-- משימה בה יש להוביל את הלומד צעד אחרי צעד למציאת הפתרון, שכן אנשים עם אוטיזם נוטים לחשיבה שיטתית ואנליטית על פי כללים ברורים, ומרגישים בנוח בתבניות קבועות החוזרות על עצמן, וכאשר ההתרחשויות סביבם ניתנות לניבוי (Murray & Lesser, 2009). ניתן לראות בדוגמה, כי התלמידים בדקו באופן עצמאי את נכונות תשובותיהם מתוך התנסות אישית באמצעות שימוש נכון ב"מארגן גרפי", המאפשר שרטוט צורות ובדיקת תכונותיהן. היישומון איפשר לבדוק כל טענה שחפצו בה, כמו למשל, אם משולש כזה מתקיים או לא מתקיים. אנו רואים, כי התלמידים מוכנים להתמודד בעצמם עם משימה פתוחה ומאתגרת,

המאפשרת למידה ברמת אובייקט , למידה המבוססת על קידום הבנה וחשיבה באמצעות תיווך המעודד עצמאות בלמידה, ולא באמצעות תיווך לצורך למידה ברמת על, למידה המבוססת על ידע מומחה (Sfard, 2007, 2008).

מחקרים, שבדקו עבודה של תלמידים על הרצף האוטיסטי בסביבות מחשב, התמקדו בעיקר בסביבות המזמנות אימון ותרגול מתוך תפיסה כי בסביבות אלה, תלמידים על הרצף האוטיסטי לומדים מתמטיקה טוב יותר, שכן ההתערבויות מבוססות על משוב מידי ורציף ועל הוראה מפורשת וישירה (Angie, 2010). בניגוד לתפיסה זו, הדוגמה ממחישה כי שימוש במחשב ככלי חשיבה (Jonassen, 2000). התלמידים נדרשו להציג בעיות זה לזה בהקשר לנושא הנלמד, כאשר הסביבה המתקשבת היוותה בסיס להתנסות ולהוכחת טענותיהם.

• יכולת ונכונות לפעול באירועי למידה אינטגרטיביים

אירועי למידה אינטגרטיביים מצריכים מן התלמיד עבודה סימולטנית במצבים משתנים ורב ממדיים, חשיבה מבוזרת ויכולת תכנון וארגון. בדוגמה הבאה של שיעור, העוסק בשימוש בכסף בתחום המספרים הטבעיים, בהקשר לפתרון בעיות בחיי היום יום, הסטודנטית-המורה הציגה כלי פתוח, בו נדרשה התלמידה להבין מושגים מתמטיים וליישם תוך כדי סיטואציות קנייה ומכירה, הכרוכות בהבנת סיטואציה מורכבת. הסיטואציה המוצגת דרשה: בחירה, תכנון, הרכבת מוצר ממגוון אפשרויות, מכירת מוצר (גביעי גלידה) על פי דרישותיהם של קונים תוך התייחסות למספר פרמטרים בו זמנית, הכוללים גם תפריט מחירים, ומתן מענה לבעיות בזמן אמיתי.



סטודנטית: ומה עם העשרה שקלים? כמה נשאר לך ביחד?
מ': שש עשרה.
סטודנטית: וואו, הרכבת להם שתי גלידות ולאחר הקנייה נשאר להם שישה עשר שקלים!
מ': כן.
סטודנטית: פעילות אחרונה לפני הסיום, תקראי את השקופית הזו.
מ': רמי רוצה ארבעה כדורים ותוספת קצפת, דני רוצה שני כדורים ותוספת סוכריות. האם יספיק להם הכסף?
סטודנטית: מה התקציב שלהם?
מ': ארבעים.

סטודנטית: איך נדע אם יש להם מספיק כסף? מה צריך לעשות?
מ': תרגיל "וועד".

מתוך ההתייחסות הרפלקטיבית שכתבה הסטודנטית בעקבות השיעור:

באמצעות יישומים מ' תרגלה את היותה המוכרת בגלידריה, הרכיבה את סוגי הגלידות על פי בקשת הקונים, גבתה תשלום ואף החזירה עודף מהקופה. כל זה נעשה דרך היישומון הייחודי. כמובן, שתחילה הדגמתי לה את מגוון האפשרויות בתוך הגלידריה, מ' תפסה מיד את ההסברים שלי, ומיד רצתה להתחיל ב"עבודה". כאשר בחרתי יישומון זה עברה, היו לי מעט חששות שזה יהיה לה למכשול ויקשה עליה. יחד עם זאת, החלטתי לנסות ולא להמעיט ביכולותיה. בפועל, נדהמתי לראות עד כמה היא נהנית ומצליחה ביישומון זה.

בשונה מהצורך המבוטא בספרות, לבנייה של הוראה לקראת מטרה מוגדרת וממוקדת המבוססת על הנחיות והוראות ליניאריות מפורשות ושירות (Angie, 2010; Donaldson & Zager, 2010), הממצאים של מחקר זה מלמדים, כי הוראה אינטראקטיבית בסביבה עתירת טכנולוגיה המזמנת הבנת רצף הוראות (ולא רק ביצוע) במצבים אינטגרטיביים מורכבים ומשתנים, כפי שבאו לידי ביטוי בדוגמה, הנה אפשרית עבור התלמיד על הרצף האוטוסיטי.

• מעורבות בלמידה - השתתפות בשיח מתמטי לימודי

אוטיזם היא לקות, אשר פוגעת ביכולות לפתח קשרים חברתיים ולנהל תקשורת על כל סוגיה. התיאוריה של התודעה (TOM) מדגישה את הקושי בהדדיות ובהבנת רגשות, מחשבות ותחושות של הזולת (Friend, 2008). פועל יוצא של קשיים אלה הוא קושי ביצירת שיח לימודי משמעותי. הדוגמה הבאה, הלקוחה מתוך שיעור המבוסס על שיח מתמטי בסביבת הוראה המשלבת מחשב, מלמדת על היכולת לנהל שיח מתמטי לימודי משמעותי בקבוצה בה משולבים תלמידים על הרצף האוטוסיטי, כאשר יוצרים סביבת הוראה-למידה מתאימה:

ת: יש לי שאלה... אפשר לבנות משולש אחד שכל הזוויות שלו הן באותו... מספר..
באותו
מעלות?... שכל הזוויות שלו שווה אחת לשנייה?
ס: זו שאלה מצוינת! בואו נבדוק, הנה יש לכם פה במחשב.

מתוך ההתייחסות הרפלקטיבית שכתב הסטודנט בעקבות השיעור:

מתוך ההתנסות ביישומון, התלמידים העלו שאלות שהייתה להם "בעלות" עליהן. שאלה כזאת הובילה להתנסות ולשיח, בו המסקנה העיקרית שהגיעו התלמידים אליה היא שלא משנה איזה משולש ניצור, תמיד סכום הזוויות בו יהיה 180° . כמו כן, התלמידים החלו בחישוב זוויות לגבי מקרים פרטיים. לדוגמא, ק. ו - ט. הגיעו למסקנה, בעקבות שאלה זו של מ., כי במשולש חד זוויות שכל זוויותיו שוות, כל אחת מהן שווה ל-60 מעלות... יישמתי גם את ההערה מהשיעור המתוקשב הקודם, באשר להפעלת התלמידים, וראיתי לנכון לבקש מהתלמידים לחשוב בעצמם על משימות בנייה שונות לעמיתיהם לקבוצה. רעיון זה יצר סיטואציות מעניינות. התלמיד, שניסה להקשות על עמיתיו ולאתגר אותם, חשב על משימות לא פשוטות, ואילו התלמידים האחרים פתרו זאת בצורה יוצאת מן הכלל ונהנו מן האתגר. על כל משולש שבנו ידעו לומר, כי המסקנה של השיעור נכונה לגביו. כלומר, הגיעו

להכללות... הם מנמקים את תשובותיהם, מקשיבים זה לזה ומאתגרים זה את זה, תוך שימוש בשפה מתמטית נכונה... התלמידים קיבלו את התשובות לשאלות שלהם מתוך התנסות ולא כי "אני אמרתי להם". באמצעות שימוש נכון ביישומון ומתוך חיבה לטכנולוגיה הצליחו לבדוק כל טענה שחפצו בה ולבדוק, אם משולש כזה מתקיים או לא מתקיים.

בדברים אלו אנו רואים, כי במתן הזדמנות לתלמידים על הרצף האוטוטיטי לחוות למידה בקבוצה קטנה, המזמנת שיח משמעותי ושילוב בין משימות הדורשות חשיבה מותאמת לרמת ההתפתחות הקוגניטיבית של התלמידים לבין שימוש במתווכים ויזואליים מתקשבים, התלמידים לוקחים "בעלות" על הלמידה -- מתעניינים ומעורבים בשיח הלימודי המאפשר לשאול שאלות אמיתיות ולתת תשובות אמיתיות לבעיות בתחום המתמטיקה. בדוגמה הבאה, המתייחסת למעורבות בלמידה, ניתן לראות, כיצד השימוש במצגת אינטראקטיבית המבוססת על עולם התוכן הרלוונטי של הלומד, מאפשר את מעורבות התלמיד בתהליך הלמידה תוך שילוב בין סביבה עתירת טכנולוגיה דינמית ובין תכנים מותאמים ללומד:

סטודנטית: אוקיי, אז בואי נקליד פה במקום הסימן שאלה - 10 שקלים. אנחנו צריכות לקנות ביחד ממתקים בעשרה שקלים. עכשיו אנחנו ביחד, אז את צריכה לבחור משהו ואני צריכה לבחור משהו.
ת': אה! אני בוחרת שוקולד.
סטודנטית: אוקיי, אז אני אבחר צייטוס.
ת': לא, זה לא מתאים!
סטודנטית: למה לא?
ת': כי זה שווה אחד עשרה.
סטודנטית: וכמה יש לנו?
ת': עשר.
סטודנטית: אז מה זה אומר?
ת': זה לא מספיק.
סטודנטית: הבנתי, אז אולי אני אבחר משהו אחר? מה את אומרת?
ת': כן, אולי צייפס?
סטודנטית: התקציב יספיק לנו?
ת': כן.
סטודנטית: כמה זה ייצא לנו?
ת': עשרה.
סטודנטית: בדיוק עשרה שקלים, נכון?
ת': כן!
סטודנטית: מעולה, אז אנחנו נקנה גם במבנה וגם שוקולד וזה יעלה לנו בדיוק עשרה שקלים, נכון?
ת': כן.

בדוגמה זו אנו רואים את מעורבות התלמידה בתהליך הלמידה; כאשר במקרים רבים, דומים, התלמידה הייתה מאבדת את הריכוז והתנהלה באופן פסיבי כאשר נשאלה שאלות מסוג זה או נדרשה לביצועים דומים בסביבת הוראה שאינה סביבה המשלבת טכנולוגיה. הסביבה שבדוגמה איפשרה לה פעילות אינטראקטיבית בתהליך הלמידה ונוצר שיח לימודי משמעותי שבו התלמידה לקחה חלק פעיל.

בדוגמה הנוספת למעורבות בלמידה והשתתפות בשיח מתמטי, מוצגת סיטואציה המזמנת שיח לבניית מושג מתמטי חדש - מספרים עשרוניים. מוצג סרטון (מתוך תוכנת "עת הדעת"), המעלה דילמה לגבי שיוך מספרים, כאשר התלמידים נדרשים למיין ייצוג חדש של מספרים (מספרים עשרוניים) בהקשר לייצוגים מוכרים (מספרים טבעיים ושברים).



סטודנטית: "אתה איתי?"

"כן!"

סטודנטית: "יופי, אז אנחנו מתחילים. "מקודם סידרתם פה מספרים, א. (המורה למתמטיקה) ביקשה מכם לסדר מספרים, אתה זוכר?"

"כן."

סטודנטית: "מה זה המספרים האלה?"

נ': "שברים עשרוניים."

סטודנטית: "זה שברים עשרוניים?"

"את יודעת מה אני לא הבנתי במספרים האלה?"

סטודנטית: "מה?"

"שאמרו מספרים שלמים ואז נקודה ועוד מספר!"

.....

סטודנטית: "אוקיי, היה לנו גם מספרים שהיו שלמים וגם מספרים לא

שלמים, נכון?"

"זה מונה בלי מכנה!"

סטודנטית: "י, זה לא קשור למונה ומכנה."

"שמעתי על השיטה הזו, אבל אני לא מכיר אותה."

סטודנטית: "עכשיו אנחנו לומדים את זה, זה חומר חדש."

"זה מזכיר לי מונה בלי מכנה!"

סטודנטית: "זה דומה אבל ----"

"זה לא הגיוני!"

סטודנטית: "אני מבטיחה לך שכל שנתקדם עם השיעור, אתה תבין יותר!"

אוקיי, ממשיכים! איפה ניתן לפגוש במספרים כאלה?"

ברפלקציה שכתבה הסטודנטית על השיח שנוהל בשיעור טענה הסטודנטית:

ניתן לראות כי "איננו קשוב לדברי חברי הקבוצה אלא מעלה את חוסר הבנתו ותהיותיו לגבי דברים אשר נאמרו על ידי המורה המאמנת בפתיחת השיעור וללא קשר ישיר לדבריי ולעניין הנדון עצמו. התנהגות אופיינית לתלמיד על הרצף האוטיסטי. במילים אחרות, יכולה להיאמר שאלה או הערה שאינה קשורה באופן ברור לנושא השיחה, בנוסף לנטייה להפריע או להתפרץ לדיבורם של אחרים. כפי שניתן לראות, "י (תלמיד על הרצף המשולב בשיעורי מתמטיקה בכיתה רגילה) משתלט במובן מסוים על מהלך השיעור ולא מרפה מהטענה כי מזכיר לו "מונה בלי מכנה". התנהגות זו מתקשרת לאפיון נוסף של קושי בגמישות קוגניטיבית אצל לומדים עם תסמונת אספרגר. במילים אחרות, החשיבה שלהם נוטה להיות נוקשה, ואינה מתאימה עצמה לשינוי או לכישלון."

בדוגמה זו, על פי פרשנות הסטודנטית-מורה, "י עושה הכללת יתר לנושא השברים הפשוטים, אשר נלמד בתחילת השנה ומגלה קושי בהפנמת הנושא החדש שנלמד. זו דוגמה לפרשנות מוטעית של הסטודנטית-מורה. היא לא הצליחה להבין את חשיבתו היצירתית של "י. במקום לנסות לשכנעו, כי אין מכנה בכתיבת מספרים אלו, יכולה הייתה המורה להדגים לו, כי זוהי כתיבה שונה של

שברים פשוטים בעלי מכנה 100 ובכך לגרום לו להבין, כי מדובר בדרכים שונות לכתיבת מספרים רציונאליים. סקרנותו של יי הייתה באה על סיפוקה, והייתה בכך גם הזדמנות למינוף השיח המתמטי של כל הלומדים האחרים.

דוגמה נוספת לשיח שהתנהל באותו שיעור:

ס': תסתכלו אליי, אם אני כותבת את המספרים הללו, מה יותר גדול? רק יי עונה לי.
י': אהה... חמש.
ס': למה חמש?
י': כי כבר בלי לחשב יודעים שארבע זה יותר קטן!
ס': אה.. אוקיי, יי אומר, ארבע קטן מחמש ולכן יש נדע שחמש גדול יותר מ-4.95.
י': אפילו לא צריך להתייחס ל"נקודה תשעים וחמש".

ניתן לראות כי יי מעורב בלמידה ומשתתף באופן פעיל בשיח המתמטי שמזמן הסרטון. הוא מצליח להסביר ולהביא טענות מתמטיות ולהשתמש במושגים פורמאליים ותורם לקידום הבנת המושג מספרים עשרוניים של כלל הלומדים. ייתכן, כפי שכתבה הסטודנטית בעקבות השיעור, שקושי בהבנה מופשטת וחוסר הגמישות המחשבתית המאפיין ילדים על הרצף האוטוטיסטי אכן גרמו לתלמיד ל"חפש" את המכנה, אך כפי שנאמר, דווקא דרך חשיבה ייחודית זו במקרה ספציפי זה יכלה לקדם את הבנת המושג החדש ולהעמיק בו.

• נכונות ויכולת לשימוש במתווכים ויזואליים

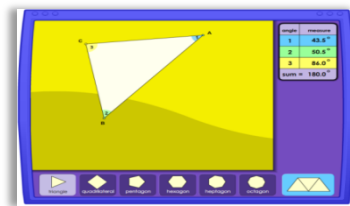
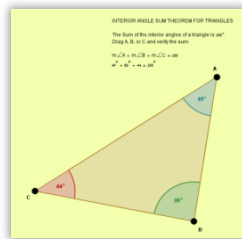
תלמידים על הרצף האוטוטיסטי מתאפיינים בלקות בתפיסה ויזואלית-מרחבית ובלקות מוטורית, וכיוון שבמתמטיקה נדרשת קואורדינציה ויזו-מרחבית, לקות בתחומים אלה יכולה להשפיע על ביצועים בתחום המתמטיקה. כמו כן, מאופיינת אוכלוסיית זו בחוסר גמישות, פרפקציוניזם ובצורך אובססיבי בדיוק. הדוגמות הבאות לקוחות מתוך תיעוד וניתוח של שלושה שיעורים וממחישות את היתרונות שיש לשימוש במתווכים ויזואליים בסביבת מחשב לקידום ההבנה המושגית.

דוגמה 1: תיעוד שיעור הנדסה, בו המדריכה הפדגוגית התערבה בתיווך

מדריכה: למה אתה חושב, שאי אפשר שתי זוויות קהות במשולש?
מ.: (אחרי שניסה לבנות במחשב) כי אם אני אעשה שתי זוויות קהות זה כבר לא משולש.
סטודנט: אה.. ט. תראה, מ. ניסה לבנות משולש עם זווית אחת קהה וניסה לבנות עוד זווית אחת קהה, וזה לא משולש.
סטודנט: מה יצא לוי?
ט.: יצא לו איזה סוג של מלבן.
סטודנט: הייתי קורא לזה מרובע. אז מה המסקנה?
מ.: אי אפשר לבנות משולש עם שתי זוויות קהות, עד שמישהו ימציא איזה שהיא שיטה ויפרוץ את הכול.

בעקבות השיעור כתב הסטודנט רפלקציה:

גם ט. שמאופיין בחוסר דומיננטיות בקבוצה, הצליח להשתמש במחשב על מנת לענות על שאלה שהוא בעצמו שאל. כלומר, התלמידים קיבלו את התשובות לשאלות שלהם מתוך התנסות ולא כי "אני אמרתי להם". באמצעות שימוש נכון ביישומון ומתוך חיבה לטכנולוגיה הצליחו לבדוק כל טענה שחפצו בה ולבדוק, אם משולש כזה מתקיים או לא מתקיים... עניין זה [שימוש ביישומון כמתווך ויזואלי] חיזק את היתרונות של מחשב בכיתה כזאת על פני לוח מסמרים למשל – אמצעי עזר מוחשי, שמסורבל לתפעול עבור תלמידים אלו, שלרוב הם בעלי מסורבלות מוטורית ושיכול להיתפס בעיני תלמידים בכיתה ח' כאמצעי המחשה ילדותי. המחשב עורר אצל התלמידים את המוטיבציה להמשיך ולחקור וקיבלתי עדות נוספת לזה מכך שאחרי השיעור ביקש ממני מ. לשמור את היישומון בסרגל המועדפים במחשב הכיתתי.



דוגמה זו מדגישה את הייחוד ואת הערך המוסף שיש לכלי הטכנולוגי כמתווך ויזואלי על פני מתווכים ויזואליים קונקרטיים, לצורך הבהרה והוכחה של טענות מתמטיות בתהליך הבניית מושג מתמטי חדש. ניתן לראות כי לתלמידים על הרצף האוטיסטי השימוש במתווכים ויזואליים טכנולוגיים, המתאימים ליכולותיהם, מגביר את הנכונות להתנסות וללמוד.

דוגמה 2 :

כאשר בניתי את השיעור רצייתי תחילה שהתלמידים יראו במודל ויזואלי-מוחשי את פעולת ההמרה של עשר יחידות בעשרת שלמה. אך בדיעבד מסתבר שהתלמידים התעסקו לאורך כל השיעור עם "הקוביות" ולא היו מרוכזים. במידה והייתי מניחה בצד את "לבני דינס" ועוברת להצגת פעולת ההמרה באמצעות היישומון, יתכן והייתי יוצרת אווירה שמעודדת למידה (בתחילת השיעור התלמידים התלהבו כאשר הם ראו אותי מדליקה את המחשב ואף שאלו אותי האם הם הולכים לשחק במחשב). לכן אני חושבת שבמקרה זה הייתי צריכה להיות ערנית לצורכי התלמידים, ולא להתמקד במערך השיעור כפי שבניתי אותו.

דוגמה זו מדגישה את הצורך במיקוד התלמידים. כל "רעש" מסיח את דעתם מהעיקר. וכך, שימוש באמצעים קונקרטיים (כמו "לבני דינס") גורם להם להתנתק מהשיעור ולהיכנס לעולמם. הוכחה לעילות השימוש במתווכים ויזואליים מתקשבים ניתן לראות גם בדוגמה הבאה, הממחישה כי השימוש בהם מאפשר מניפולציות הנאמנות לרעיון המתמטי, תוך מניעת קשיי תפעול מיותרים הגורמים ליציאה מהריכוז.

דוגמה 3 :

בשיעור השתמשתי ביישומון השברים שדרכו היה ניתן לייצג את השברים השונים באופן ויזואלי ואף לבצע עליהם מניפולציות בהתאם לתשובותיהם של התלמידים. הייצוג הוויזואלי סייע לי להבהיר לתלמידים רעיונות מתמטיים ולעזור לתלמידים לתרגם רעיון מתמטי לצורה עליה הם יכולים לעשות מניפולציה באופן מוחשי ועל ידי כך להגיע להבנה.

היישומון תרם לי גם מבחינה טכנית שכן, היישומון מאפשר לבצע פעולות שקשה לבצע אותם באופן מדויק כגון: לחלק את השברים שאופן שווה לחלקים שונים, להשוואת א הגדלים כך שמניחים שבר על שבר וכו)

היתרונות שעולים מתוך הדוגמות הנ"ל באשר לשימוש במתוכים ויזואליים מתקשבים הם :
א. עוקפים סרבול מוטורי ב. מקובלים על התלמידים, גם בכיתות הגבוהות יותר, שכן אינם נתפסים כילדותיים. ג.מסייעים ליצור אווירה מעודדת למידה. ד. מונעים פיזור ובריחה מתכני השיעור ה. מאפשרים דיוק ומניפולציות ללא הגבלה של מקום/כמות/ייצוג.

• התמודדות עם מתמטיקה מחיי היומיום

חוקרים מעלים ממצאים, המראים קשר בין חשיבה שיטתית ואוטויזם ומציעים קשר בין כישרון מתמטי ואוטויזם (Baron-Cohen, Wheelwright, Burtenshaw, & Hobson, 2007) יחד עם זאת, בגלל מאפייני הלקות, הידע המתמטי הפורמאלי הופך להיות ידע אלגוריתמי, ידע של שינון וזיכרון, שאינו מבוסס על הבנה ולכן הוא מנותק מהידע האינטואיטיבי המבוסס על ניסיון, כפי שניתן לראות בדוגמה הבאה, בה התלמיד מגיב על סיטואציה המזמנת עיסוק באומדן:

מורה: תגיד לי בערך מה המספר שבניתי (על הטבלט בעזרת יישומון "לבני דינס")
י: לא תרגיל מלא?

.....

מורה: כמה מאיות בערך?

י: יש לי קושי בחשיבה אומדנית אני צריך לעבוד על זה

זה קצת יותר מעשירית?

נראה לי טעיתי בקשר 3.4

אני לא כזה מבין באומדן עדיף לחשב... אני לא רגיל לדברים כאלה. אני רגיל לחשב מדויק. מצד אחד זה יותר מוחשי [מתייחס למוצג על המסך] ואני מבין יותר, אבל זה יותר קשה לי כי אם זה כתוב על הלוח זה במספרים וזה קל לי.

אני לא רגיל לעבוד ככה כששואלים אותי שאלות על בערך, זה מבלבל אותי. אני אוהב מדויק אני יודע לחשב במספרים אני לא כזה מבין באומדן עדיף לחשב

ניתן לראות, כי התלמיד מעדיף לעסוק בפרוצדורות אלגוריתמיות, אך זה לא מביא אותו להבנה, למרות הפוטנציאל הגבוה שלו. הדרישה לאומדן יוצרת בלבול, שלא לומר מבוכה, בהבחנה שבין "בדיוק" ו"בערך".

היישומון, כלי ממוחשב, שבר את ההתנגדות של התלמיד לעיסוק במתמטיקה "אחרת", איפשר התנסות במושגים מתמטיים מחיי היומיום, כגון אומדן תוצאות במספרים עשרוניים, המבוססים על הבנה מושגית ולא על פרוצדורות אלגוריתמיות. בנוסף, בא לידי ביטוי היתרון של השימוש ביישומון כמתווך ויזואלי המאפשר שינוי מהיר ובלתי מוגבל של כמויות ומונע סרבול מוטורי במטרה לעסוק בהשוואת מספרים עשרוניים ללא חישובים מדויקים. תלמיד שהחישובים היו קלים לו, פתאום צריך היה לחשוב-- לחשוב אחרת, אבל זה אתגר אותו והוא לא ויתר, התנסה ביישומון והגיע לאומדן:

מ. איזה מספר בערך מייצגת הכמות מבלי לספור (על המסך שלושה לוחות של 1, שלוש רצועות של עשירית ושתי קבוצות של מאיות אחת של 8 ואחת של 12 = פחות מעשר ויותר מעשר)

ת. אני לא יודע

מ. תסתכל ותראה אתה יודע

ת. בערך 3.34

מ. למה?

ת. כי זה 3 אה לא.... זה 3.35 [תוך כדי הסבר מבין שטעה]

.....
מ. תבנה מספר אחר
ת. בונה מספר שמורכב מלוח אחד, שלוש רצועות (עשיריות). משאיר את הקבוצה של השמונה ומוסיף ל-12 עוד כ-5.
מ. מה המספר שבנית? גדול קטן או שווה ל-3.35.
ת. בערך 3.35. לא 3.36
מ. למה אתה חושב כך?
ת. כי הוספתי בקבוצה הזאת (מצביע על הקבוצה הגדולה יותר) ועכשיו יש שם יותר קרוב ל-20.

ניתן לראות, כי למרות ההסתייגות המוקדמת של התלמיד לעיסוק באומדן, כאשר נדרש לאומדן כמויות ולנימוק תשובותיו, תוך כדי התנסות ביישומון ובתיווך המזמן חשיבה, הגיע לתשובות משכנעות ומנומקות. אם יודעים לבסס את הידע הפורמאלי- המדעי על הידע האינטואיטיבי-ספונטני ולתווך את החיבור הנכון ביניהם, אפשר לבנות מושגים מתמטיים נכונים שימשו גם בחיי היומיום.

דיון ומסקנות

מטרת המחקר הייתה לתאר ולנתח את הלמידה של תלמידים על הרצף האוטיסטי בשיעורי מתמטיקה בסביבת הוראה-למידה עתירת טכנולוגיה, המזמנת סיטואציות המאפשרות לקדם הבנה מתמטית. תלמידים על הרצף האוטיסטי חווים בד"כ למידה, שמנוגדת לתפיסות עכשוויות של למידה משמעותית -- למידה חברתית, למידה עתירת טכנולוגיה ולמידה המפתחת חשיבה סביב דילמות המזמנות אסטרטגיות שונות לפתרון בעיות מתמטיות, כי המורים מתאימים את ההוראה למאפיינים של התלמידים אשר מתקשים לפתח תקשורת על כל סוגיה ומאופיינים בחוסר גמישות מחשבתית ובהתייחסות קונקרטית לסיטואציות. בהתאם, נמצא כי עיקר הספרות העוסקת בקשר שבין אוטיזם למתמטיקה ולטכנולוגיה, מתייחסת ללמידה בסביבה עתירת טכנולוגיה כאל סביבת למידה מובנית, המאפשרת הוראה המבוצעת עקב בצד אגודל, כאשר כל הצעדים ידועים מראש והתוצאה אף היא צפויה ומוגדרת. לפיכך, זוהי סביבה המנוצלת להוראה של מיומנויות תקשורת, תרגול, שינון וזכירה, וניתנות בה הוראות ישירות המציעות הסבר מפורש ומדויק ומאפשרות לתלמיד לשנן ולזכור (Angie, 2010; Donaldson & Zager, 2010).

הוראה מסוג זה המבוססת על הבנה אינסטרומנטלית -- ידיעת הכללים ויכולת יישומם בדיוק מרבי (סקמפ, 1991), ודורשת מיומנויות של תרגול, שינון וזכירה, מותאמת אמנם למאפייני הלקות, אך בכך גם מקבעת אותם ואינה מאפשרת פיתוח הבנה וחשיבה מתמטית. זאת בשונה

מתפיסת ההוראה המושתתת על *הבנה רלציונית*, המבוססת על סקרנות לגבי מהותן של תופעות מתמטיות ועל היכולת לחפש ולגלות חוקיות בתופעות הללו.

קיימת גם תפיסה, המנוגדת לתפיסה המובנית, הרואה במחשב כלי חשיבה - mind tools ובה הלמידה היא עם מחשבים ולא למידה ממחשבים (Jonassen, 2000). למידה זו מסייעת לארגן מחדש את חשיבת הלומד, לפתח את חשיבתו ואת יכולותיו הקוגניטיביות, ובכך, להוביל ללמידה משמעותית. על פי תפיסה זו האינטראקציה בין האדם לסביבה עתירת טכנולוגיה יוצרת סוגי חשיבה חדשים ואסטרטגיות חדשות, כשהמאפיין הבולט ביותר של הפעילות הקוגניטיבית הוא גמישות מחשבתית, המתבטאת בפתיחות לשקול מגוון רחב של פתרונות ולבחון אלטרנטיבות (בן-עמי וחן, 2010). בדומה לכך, על פי קטר (Cutter, 2010) השימוש בטכנולוגיה עבור תלמידים על הרצף האוטיסטי, צריך להיות מוטבע בתוך קשת רחבה של התנסויות וכחלק מתוך התכנית החינוכית של התלמיד, כדי שתהיה למידה משמעותית.

בתהליך ניתוח הנתונים זיהינו שש קטגוריות המתייחסות ללמידה של תלמידים על הרצף האוטיסטי בשיעורי מתמטיקה בסביבת הוראה-למידה עתירת טכנולוגיה, המזמנת סיטואציות המאפשרות לקדם הבנה מתמטית. הקטגוריות הן: א. תשוקה ללמידה ב. עצמאות בלמידה ג. נכונות ויכולת לפעול באירועי למידה אינטגרטיביים ד. מעורבות בלמידה ה. נכונות ויכולת שימוש במתווכים ויזואליים ו. התמודדות עם מתמטיקה מחיי היומיום. חשוב לציין, כפי שניתן לראות בדוגמאות שהבאנו לכל אחת מהקטגוריות, כי למעשה ההפרדה בין הקטגוריות, המייצגות מאפיינים שונים של למידה, היא במובן מסוים הפרדה מלאכותית, משום שכולם יחד יוצרים מארג המאפיין למידה של תלמידים על הרצף האוטיסטי בסביבה עתירת טכנולוגיה.

מצאנו כי במתן הזדמנות לתלמידים על הרצף האוטיסטי לחוות למידה בקבוצה קטנה, שזימנה להם שיח משמעותי תוך כדי שילוב בין משימות הדורשות חשיבה, המותאמת לרמת ההתפתחות הקוגניטיבית שלהם, לבין שימוש במתווכים ויזואליים מתוקשבים, התלמידים לקחו "בעלות" על הלמידה וגילו עניין רב ומעורבות בשיח הלימודי. השיח שהתפתח בקבוצה איפשר להם לשאול שאלות אמיתיות ולתת תשובות אמיתיות לבעיות בתחום המתמטיקה ולפתח הבנה מושגית. זיהינו חמישה יתרונות בולטים לשימוש במתווכים ויזואליים מתוקשבים: א. נחסך מהתלמידים השימוש במתווכים קונקרטיים, שבמקרים רבים, כמו למשל בשימוש הנפוץ בלוח מסמרים, גורמים לסרבול מוטורי ובכך מתסכלים את התלמיד ב. המחשב/טאבלט הנם מדיה שלא נתפסת כילדותית ולכן, מקובלת על התלמידים, גם אלו הלומדים בכיתות הגבוהות יותר. ג. ההתנסות

בסביבה הטכנולוגית מעוררת מוטיבציה ומעודדת לקחת חלק פעיל בתהליך הלמידה. ד. מיקוד במחשב/טאבלט מונע פיזור ובריחה מתכני השיעור ל"רעשים" מסביב. ה. העבודה בכלים מתקשבים מאפשרת דיוק, מה שמתחייב ממקצוע המתמטיקה, ומזמנת מניפולציות ללא הגבלה של מקום, כמות וייצוג.

מצאנו כי במקרים רבים, היישומון, כלי מתקשב, שבר את ההתנגדות של התלמידים לעיסוק במתמטיקה "אחרת", איפשר התנסות במושגים מתמטיים מחיי היומיום, כגון אומדן תוצאות במספרים עשרוניים, המבוססים על הבנה מושגית ולא על פרוצדורות אלגוריתמיות. ראינו כי תלמיד שהיה מורגל בחישובים ושלט בכך ללא כל בעיה, נדרש לחשוב אחרת ושונה, אך זה לא גרם לו לתסכול אלא להיפך, הפעילות איתגרה אותו, הוא לא ויתר והסכים ברצון להתנסות בפעילות שאינו חזק בה ואינו מורגל אליה.

ראינו, כי כשהנחת היסוד היא שהוראת מתמטיקה, גם לילדים על הרצף האוטיסטי, איננה בהכרח רכישה של אוסף פרוצדורות (אלגוריתמים) ניתן ללמד בסביבות למידה המזמנות מגוון רחב של פתרונות ובחינת אלטרנטיבות ומאפשרות פיתוח חשיבה, פיתוח הבנה מתמטית והבנה מושגית.

לסיכום, אחד הלקחים החזקים שניתן ללמוד ממצאי המחקר הוא שילדים על הרצף האוטיסטי רוצים ויכולים לפרוץ את החשיבה המסורתית בשיעורי מתמטיקה, כאשר מזמנים להם סביבת הוראה-למידה עתירת טכנולוגיה, המבוססת על סיטואציות למידה פתוחות, מאתגרות, מעניינות, מעוררות חשיבה, מותאמות ליכולותיהם וקשורות לחיי היומיום, וכל זאת בתיווך מומחה. כאשר מתקיימים התנאים הללו, פורצים הלומדים על הרצף האוטיסטי את החשיבה המסורתית, שעל פיה הלומד נדרש לרכוש, לשנן ולזכור את החומר בתוך עולם אינסטרומנטאלי-אלגוריתמי, המבוסס על מיומנויות טכניות. כדי להגיע אפוא לרמת חשיבה גבוהה, ליכולת הנמקה והמללה, לשינוי בדרך החשיבה והשפה ולהשתתפות פעילה ומשמעותית בשיח מתמטי יש צורך לבנות סביבת למידה הולמת ולתווך במומחיות את למידתם.

רשימת מקורות

- בן-עמי, י' וחוץ, ד' (2010). טכנולוגיות הידע הדיגיטליות – הרחבה של יכולות קוגניטיביות קיימות או שינוי קוגניטיבי איכותי? בתוך ד. חן; ג. קורץ (עורכים). *תקשוב החינוך*. תל אביב: רמות.
- גבתון, ד' (2001). תיאוריה המעוגנת בשדה. בתוך נ' צבר-בן יהושע (עורכת), *מסורות וזרמים במחקר האיכותי* (עמ' 195-227). תל אביב: דביר.
- חצרוני א' (2004) אוריינות וטכנולוגיה סיועית לילדים בעלי צרכים מיוחדים. *אוריינות: חקר עיון ומעש* 7-8, 195-218.
- יוסיפון מ' (2001). חקר מקרה. בתוך נ' צבר בן יהושע (עורכת). *מסורות וזרמים במחקר האיכותי*. עמ' 257 - 305. תל אביב: דביר.
- משרד החינוך, האגף לחינוך מיוחד (2011). נדלה www.education.gov.il/special
- סקאמפ, ר' (1991) הבנה רלציונית והבנה אינסטרומנטלית, חלקים א' - ב', *על"ה 8, ועל"ה 9*. ירושלים: האוניברסיטה העברית, המרכז להוראת המדעים.
- "עת הדעת", (2012). מערכות חינוך בע"מ.
- רגב, ח' ומרגולין, א' (2013). שיח מתמטי בסביבות משתנות: תלמידים מפתחים מושגים מתמטיים בקבוצה. *מספר חזק 2000*, גיליון 23.
- Angie, S. H., Lai, L., & Rivera, H. J. (2010). Using an exploratory approach to help children with autism learn mathematics. *Creative Education*, 1(3), 149-153. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/866302496?accountid=28180>
- Banda, D. R., McAfee, J. K., Lee, D. L., & Kubina, R. M. (2007). Math preference and mastery relationship in middle school students with autism spectrum disorders. *Journal of Behavioral Education*, 16(3), 207-223. doi:10.1007/s10864-006-9035-5
- Banda, D. R., & Kubina, R. M. (2010). Increasing academic compliance with mathematics tasks using the high-preference strategy with a student with autism. *Preventing School Failure*, 54(2), 81-85. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/603226182?accountid=28180>
- Baron-cohen, S., Wheelwright, S., Burtenshaw, A., & Hobson, E. (2007). Mathematical talent is linked to autism. *Human Nature: An Interdisciplinary Biosocial Perspective*, 18(2), 125-131. doi:10.1007/s12110-007-9014-0
- Bell, K. M. (2009). *A Phenomenological Study of Multiple Incidence Autism Families and School Administrator Perspectives* (PhD Dissertation) North Carolina University. United States- North Carolina. Retrieved from Dissertations & Theses: Full Text. Publication No. AAT 3250133.

- Cutter, D. (2010). Help Children with Autism Build Skills with Adaptive Hardware for Computers. Retrieved from <http://www.brighthub.com/education/special/articles/3300.aspx>
- Donaldson, J. B., & Zager, D. (2010). Mathematics interventions for students with high functioning Autism/Asperger's syndrome. *Teaching Exceptional Children*, 42(6), 40-46. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/577638662?accountid=28180>
- Center for Disease Control. (2007). *Fact sheet: CDC Autism activities*. Retrieved from www.cdc.gov/NCBDDD/AUTISM/documents/
- Emmons, J. (2008). Exploring the Use of Computer Assisted Instruction with Autistic Students. Retrieved from <http://cnx.org/content/m16541/latest>
- Friend, M. (2008). *Special education: Contemporary perspectives for school professionals*. Boston: Pearson
- Hall, C.M. (2011) *Social Networking and Teens with Autism Spectrum Disorder: A Case Study of Online Friendship* (PhD Dissertation). NCU. United States, Arizona. Retrieved from Dissertations & Theses: Full Text. Publication No. AAT 3250133.
- Hetzroni, O. E. (2004). AAC and literacy, *Disability and Rehabilitation*, 26, 1305-1312.
- Jonassen, D.H. (2000). *Computers as Mindtools for Engaging Critical: Thinking and Representing Knowledge*. OH: Prentice Hall
- Kaiser, S. K, Müller-Seitz, G., Lopes, M.P; Cunha, Miguel Pina e Cunha, M. (2007). Weblog-Technology as a trigger to elicit passion for knowledge. *Organization*, 14(3), 391-412 doi: 10.1177/1350508407076151
- Kazemi, E. (1998). Discourse that promotes conceptual understanding, *Teaching Children Mathematics*, 4(7), 410-414.
- Konstantinidis, E., Luneski, A., Frantzidis, C., Nikolaidou, M., Hitoglou-Antoniadou, M., & Bamidis P. (2009). Information and Communication Technologies (ICT) for Enhanced Education of Children with Autism Spectrum Disorders. *The Journal on Information Technology in Healthcare*; 7(5): 284-292. Retrieved from [http://lomiweb.med.auth.gr/mei/papers/JITH7\(5\)03.pdf](http://lomiweb.med.auth.gr/mei/papers/JITH7(5)03.pdf)
- Margolin, I., & Regev, H. (2011). From whole class to small groups instruction: Learners developing mathematical concepts. *Issues in the Undergraduate Mathematics Preparation of School Teachers (IUMPST): The Journal*. 2, 1-13. Retrieved from <http://www.k-12prep.math.ttu.edu/journal/pedagogy/margolin01/article.pdf>

- Moore, M. & Culvert, S. (2000). Brief report: Vocabulary acquisition for children with autism: teacher or computer instruction. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 30, 359-362.
- Murray, D. & Lesser, M. (1999). Retrieved from [Autism and Computing](#).
- Sfard, A. (2007). When the rules of discourse change, but nobody tells you: Making sense of mathematics learning from a commognitive standpoint. *Journal of Learning Sciences*, 16(4).
- Sfard, A. (2008). *Thinking as communicating: Human development, the growth of discourses, and mathematizing*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Waite, S (2011): Teaching and learning outside the classroom: personal values, alternative pedagogies and standards, *Education 3-13: International Journal of Primary, Elementary and Early Years Education*, 39(1), 65-82. doi: 10.1080/03004270903206141
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and Method*. Thousand Oaks, CA: Sage.