

השפעתה של סביבה לימודית מתוקשבת מבוססת סרטוני אנימציה על מיומנויות חשיבה מסדר גבוה ומוטיבציה ללימוד מדע וטכנולוגיה

יגאל רוזן

הפקולטה לחינוך

אוניברסיטת חיפה

igal.rosen@gmail.com

The Effect of an Animation-Based Online Learning Environment on Higher-Order Thinking Skills and on Motivation for Science Learning

Yigal Rosen

Faculty of Education

University of Haifa

Abstract

The study described here is among the first of its kind to investigate systematically and comprehensively the effect of learning with integrated animation videos on higher-order thinking skills, with emphasis on the transfer of knowledge, and on motivation to learn science. 418 5th and 7th grade students across Israel participated in a study integrating animation videos by BrainPOP (www.brainpop.co.il) into science and technology lessons. The study found that participating in learning that integrates BrainPOP animation videos significantly increased the higher-order thinking skills and learning motivation of elementary school and secondary school students. In addition, the study showed that students changed their perception of science learning as a result of learning with integrated animations. Students perceived themselves as playing a more central role in classroom interactions, felt greater interest in learning, and emphasized more the use of ICT and experiments during lessons.

Keywords: Animation, higher-order thinking skills, transfer of knowledge, learning motivation.

תקציר

המחקר המתואר הינו בין הראשונים מסוגו אשר בוחנים באופן שיטתי ומקיף השפעות של למידה משולבת סרטוני אנימציה, על מיומנויות חשיבה מסדר גבוה, בדגש על פיתוח העברת ידע, ועל מוטיבציה ללימודי מדע וטכנולוגיה. 418 תלמידים בכיתות שונות ברחבי הארץ, בכיתות ה' ו-ז' השתתפו במחקר, בו שולבו בשיעורי מדע וטכנולוגיה סרטוני אנימציה של בריינפופ (www.brainpop.co.il), כחלק ממערכי השיעור. במחקר נמצא כי התנסות בלמידה משולבת סרטוני אנימציה בריינפופ הגבירה באופן משמעותי את מיומנויות החשיבה מסדר גבוה ומוטיבציה ללמידה של תלמידי יסודי ותלמידי חט"ב. כמו-כן הראה המחקר כי שינוי תפישתי שהתחולל בקרב התלמידים בהקשר לאופי הלמידה. התלמידים ראו עצמם כמרכזיים יותר לאינטראקציות הכיתתיות, גילו יתר עניין בלמידה והדגישו יותר שימושי תקשורת והתנסות במהלך השיעורים.

מילות מפתח: אנימציה, מיומנויות חשיבה, העברת ידע, מוטיבציה ללמידה.

מבוא

בריינפופ (www.brainpop.co.il) היא סביבה לימודית מתוקשבת לסרטוני אנימציה ייחודיים במגוון רחב של נושאים וכלי עזר רבים למורים ואנשי חינוך. לגישה הפדגוגית של בריינפופ פוטנציאל גבוה להגביר את המוטיבציה של התלמידים ללמידה וכן להשפיע על מיומנויות חשיבה מסדר גבוה. מטרתו העיקרית של מחקר זה הייתה לבחון את התרומה של סביבת בריינפופ לשיפור מיומנויות חשיבה מסדר גבוה והגברת המוטיבציה ללימוד מדע וטכנולוגיה. כמו-כן בחן המחקר דפוסים של חדשנות פדגוגית משולבת סרטוני אנימציה מתוקשבים בניסיון להרחיב את הידע הקיים לגבי הגורמים התורמים והמקשים על הצלחת יישומים אלה בהוראה ובלמידה. הנתונים העיקריים נאספו בשיטה כמותית. נתונים איכותניים הרחיבו והעשירו את המידע אודות התהליכים, החוויות וההשפעות של למידה והוראה המשלבת סרטוני אנימציה.

רקע ורציונל

טכנולוגיית התקשוב (ICT) פותחת אפשרויות חדשות אשר ביכולתן להגביר אפקטיביות של תהליכי הוראה ולמידה (סלומון, 2000; Bransford, et. al., 1999). סביבות עתירות טכנולוגיה מבוססות סרטוני אנימציה היא בין הגישות המבטיחות ביותר. שורה של מחקרים הראו כי לסרטוני אנימציה ממוחשבים פוטנציאל גבוה ללמידה של מושגים או מערכות מורכבות, בהשוואה ללמידה מסורתית הנוקטת בהסברים וורבאליים (e.g., Park, 1994; Rieber, 1991; Tversky, Bauer-Morrison, & Betrancourt, 2002). אנימציה תומכת ביצירת ייצוגים מנטאליים של התופעות הנלמדות אשר תורמות להבנה טובה יותר של הנושאים הנלמדים וכן למוטיבציה מוגברת ללמידה. אנימציה יעילה במיוחד בהמחשת תהליכים אשר לא נראים באופן טבעי או קיימים קשיים בהצגתם בכיתה ואף במעבדה לימודית (Fleming, Hart, & Savage, 2000), ובלמודי ביוטכנולוגיה (Yarden & Yarden, 2004, 2006).

האתגר העיקרי הניצב בפני מחקרים, הבוחנים את האפקטיביות של הסביבות החדשות, מתבטא בקושי במציאת קריטריונים להערכה ובאיתור כלי הערכה מתאימים שבאמצעותם ניתן יהיה לייצג בצורה מיטבית את שני סוגי הסביבות הלימודיות: סביבה לימודית עתירת טכנולוגיה וסביבה לימודית מסורתית. על-פי רוב, הקריטריונים להערכת לומדים בשני סוגים של סביבות לימודיות שונות אלו היו אחידים ומבוססים על קריטריונים מסורתיים. כלי הערכה אשר שימשו לייצוג הצלחתם של תלמידים בסביבה לימודית עתירת טכנולוגיה ובסביבה לימודית מסורתית היו מבוססים לרוב על מבחני הישג מסורתיים. אולם ייחודיות סביבה לימודית עתירת טכנולוגיה היא במטרות הייחודיות שהיא משרתת. כלי הערכה שיכולים לבטא בצורה אמיתית את מידת ההצלחה של למידה בסביבה הלימודית החדשה צריכים להיות מבוססים על המטרות החינוכיות אותן היא באה לשרת (Rosen & Salomon, 2007). מטרות אלו כוללות קריטריונים, כגון: פירוש מידע, פתרון בעיות חדשות בדרך יצירתית, העברת ידע לנסיבות חדשות ולא מוכרות, נטייה לחשיבה ואתגרים, עבודה בצוות, תפיסת מסוגלות עצמית, וכמו-כן מידת העניין בלימוד של מקצועות שונים.

מחקר זה התמקד בבחינת השפעת ההתנסות בסביבה לימודית המשלבת סרטוני אנימציה על יכולת יישום והעברת ידע לנסיבות חדשות – העברה מודעת ומכוונת של מושגים מופשטים הניתנים ליישום רחב בתחומים רחוקים או בסיטואציות חדשות (e.g. Salomon & Perkins, 1989; Bransford & Schwartz, 1999; Halpern, 1998). חשיבות יכולת ההעברה נובעת מתוך הצורך הבסיסי להשתמש באופן משמעותי בידע ובמיומנויות נלמדות ככלי חשיבה בלימוד נושאים חדשים והבנתם.

שאלות המחקר

1. באיזו מידה משפיעה למידה מתוקשבת המשלבת סרטוני אנימציה בריינפופ על מיומנויות חשיבה מסדר גבוה (התמקדות ביישום והעברת ידע לנסיבות חדשות) בהקשר ללימוד מדעים?
2. באיזו מידה משפיעה למידה מתוקשבת המשלבת סרטוני אנימציה בריינפופ על מוטיבציה ללימוד מדעים?

למחקר הנוכחי היו שאלות משנה, אשר נבדקו בגישה איכותנית, כדלהלן:

3. מהם הדפוסים של חדשנות פדגוגית בסביבה לימודית מתוקשבת המבוססת על סרטוני אנימציה בריינפופ?
מהם הגורמים התורמים והמקשים על הצלחת יישומים פדגוגיים חדשניים כדוגמת בריינפופ?

שיטת המחקר

אוכלוסיית המחקר

המחקר נערך ב-8 בתי-ספר (5 בתי-ספר יסודיים ו-3 חטיבות ביניים) בפריסה ארצית בהם מיושמת הוראה ולמידה משולבת סרטוני אנימציה בריינפופ.

טבלה 1. משתתפי המחקר לפי שכבת גיל ומגדר

סה"כ	חט"ב	יסודי	בנות	בנים	
225	97(43.1%)	128(56.9%)	132(58.7%)	81(36%)	קבוצת ניסוי
193	71(36.8%)	122(63.2%)	119(61.7%)	56(29%)	קבוצת ביקורת
418	168	250	251	137	סה"כ

תלמידי קבוצת הניסוי השתתפו אחת לשבוע לפחות בשיעורי מדעים בהם שולבה סביבה מתוקשבת מבוססת סרטוני אנימציה בריינפופ במשך התקופה בה נלמדה יחידת הלימוד הרלוונטית. תלמידי קבוצת הביקורת לא התנסו בלמידה מתוקשבת במהלך תקופה זו.

ההקשר הלימודי

המחקר התמקד בשני תחומים הנלמדים בבתי-ספר יסודיים ובחטיבות הביניים בנושא מדע וטכנולוגיה: א. כדור הארץ והיקום (כיתות ה'); ב. חומרים ותכונותיהם (כיתות ז').

כלים והליך המחקר

במחקר נעשה שימוש בכלים כמותיים ואיכותניים.

1. הכלים הכמותיים (שאלון שהכיל מספר מרכיבים) הועברו בשני מועדים:

- מועד א': לפני תחילת ההתנסות בסביבה לימודית מתוקשבת מבוססת סרטוני אנימציה בריינפופ.
מועד ב': בתום לימוד היחידה הרלוונטית לכל שכבת גיל (חודשיים עד שלושה חודשים).
2. הכלים האיכותניים: לאורך הניסוי ובסיומו נערכו תצפיות במהלך השיעורים וראיונות עומק עם התלמידים והמורים.

להלן מרכיבי השאלון:

א. מיומנויות חשיבה מסדר גבוה

בשאלון 6 שאלות בנושאי החלל ומבנה החומר (לכל שכבה, בהתאמה) אשר מזמנות ביטויים לחשיבה מורכבת ומיומנויות של תכנון ניסוי מדעי. השאלון מתמקד ביכולת התלמיד להעביר ידע לנסיבות חדשות ולא מוכרות. התשובות לשאלות סיפקו מידע אודות מיומנויות חשיבה מסדר גבוה של הנבדקים. קידוד נתוני השאלונים נערך על-ידי שני סטודנטים לתואר שני בחינוך. אחוז הסכמת שופטים בהקשר לקידוד שאלוני יסודי עמד על 83 אחוזים ועבור שאלוני חט"ב 88 אחוזים.

ב. מוטיבציה ללימוד מדע

בשאלון 10 פריטים הבודקים את המידה שבה התלמיד מגלה עניין בלימוד מדע. המשיבים ציינו לכל אחד מהפריטים את מידת ההסכמה, זאת לפי סולם ליקרט על רצף שנע בין 1 (כלל לא) לבין 5 (במידה רבה מאד). ההיגדים פותחו על-בסיס שאלון (Science Motivation Questionnaire – SMQ) (Glynn & Koballa, 2005) ומהימנותו (עקביות פנימית) הינה 0.87. בנוסף לכך, במטרה להעשיר את ההבנה אודות תפישת התלמידים את לימודי המדעים והמוטיבציה להשתתף בשיעורים, התבקשו התלמידים לצייר שיעור מדעים בכיתתם. הציורים נותחו בגישה איכותנית בהתאם למרכיבי הציור.

לאחר בניית קטגוריות נערכו ניתוחי ציורים על-ידי שני סטודנטים לתואר שני בחינוך. אחוז הסכמת שופטים עמד על 84 אחוזים. השאלונים קודדו על-ידי 3 סטודנטים לתואר שני בחינוך.

ממצאים

השפעה על פיתוח מיומנויות חשיבה מסדר גבוה

טבלה מס' 2 מציגה את הממצאים בהקשר להשפעת ההתנסות בסביבת אנימציה בריינפופ על מיומנויות חשיבה מסדר גבוה. המחקר מצא כי ההתנסות בלמידה משולבת סרטוני אנימציה בריינפופ הגבירה באופן משמעותי את מיומנויות החשיבה מסדר גבוה של תלמידי יסודי ($ES=1.00$) ושל תלמידי חטי"ב ($t=11.50, p<.001$) ובתקופה המקבילה לא נמצאו שינויים משמעותיים במיומנויות חשיבה מסדר גבוה בקרב תלמידים אשר למדו אותם הנושאים במדעים ללא שימוש בסביבה המתקשבת מבוססת סרטוני בריינפופ (קבוצת הביקורת).

טבלה מס' 2. השפעת ההתנסות בסרטוני בריינפופ על פיתוח מיומנויות חשיבה מסדר גבוה תלמידי חטי"ב ויסודי (בהתאמה)

גודל האפקט ES	t(df)	לאחר ההתנסות	לפני ההתנסות	קבוצה
		ממוצע (ס"ת)	ממוצע (ס"ת)	
.93	8.41*** (90)	72.53(20.95)	48.46(30.58)	קבוצת ניסוי
1.00	11.50*** (122)	63.59(16.59)	44.31(21.95)	
.04	.04* (62)	51.59(21.11)	50.63(26.14)	קבוצת ביקורת
.08	3.58* (114)	45.04(20.44)	43.65(21.68)	

p<.05. * p<.01, ** p<.001, ***

ממצאים נוספים אשר עלו מתוך ראיונות עומק עם המורים:

- בהתבסס על דיווחי מורים הצפייה בסרטונים מאפשרת ריכוז תשומת לב התלמידים בדמויות "חינוכיות" איתן הם חשים הזדהות. התלמידים רואים עצמם דרך עיניהם של תום ומובי – גיבורי הסרטונים (Perspective-taking). כך מקבל השיעור אופי מגוון, מעניין והחשוב מכל רלוונטי בעיני התלמידים ("אני מרגישה כאילו שאני מצאת שם יחד עם תום ומובי", "נושאים שחשבתי שבכלל לא יעניינו את התלמידים פתאום תופסים עניין בגלל האנימציה").
- המורים ציינו כי הם מזהים בסרטונים מאפיינים של אי-ליניאריות, מבט רב-ממדי על הנושא, ביקורתיות והומור. מרכיבים אלה אינם באים לידי ביטוי במובהק בסביבה הלימודית המסורתית. בהיותם בעלי מאפיינים אלה מאפשרים הסרטונים למורים להציג תופעות מורכבות אשר אין ביכולתם להדגים באמצעות ניסויים בכיתה ("הסרטונים עזרו להם להבין ברמה הרבה יותר גבוהה ממה שניסיתי להסביר").
- המורים ציינו כי הסרטונים מכוונים לזיכרון החזותי אשר נשמר טוב יותר לאורך זמן.
- שילוב סרטוני אנימציה יוצר למידה חווייתית עבור התלמידים.
- המורים הדגישו שהשפה של הסרטונים מתאימה מאוד לילדים ("הבחירה באוצר המילים מאד מתאים לילדים גם אם זה מידע ברמה גבוהה שחשבתי שלא יבינו חלק גדול מהדברים, זה היה מדהים בעיני").

ממצאים נוספים אשר עלו מתוך ראיונות עומק עם התלמידים:

- התלמידים ציינו כי גם מידע מורכב המוצג בסרטוני אנימציה ברור להם משום שהוא מוגש בשפה מותאמת ומהנה ("אני מרגישה כאילו שילד אחר שמבין בנה את הסרטון").
- תוכן הסרטונים מחובר מאד לחיי היום-יום ("בדרך כלל אני לא רואה קשר בין מה שאנחנו לומדים בכיתה לבין הדברים במציאות. תום ומובי מציגים את הדברים שונה. לא צריך לחפש את הקשר לדברים במציאות").

3. התלמידים ציינו כי שיעורים בהם משולבים סרטוני אנימציה מאפשרים להם להבין טוב יותר את הנושאים הנלמדים. התלמידים הדגישו כי סרטון אנימציה הופך נושא לנגיש וברור ("רק אחרי שראיתי את הסרטון הבנתי את מה שהמורה הסבירה לנו").

השפעה על פיתוח מוטיבציה ללמידה

התלמידים בקבוצות הניסוי והביקורת, השיבו על שאלוני מוטיבציה בשני מועדים – לפני ואחרי ההתנסות בלמידה משולבת סרטוני אנימציה. טבלה מס' 3 מציגה את הממצאים בהקשר לתלמידי יסודי וחטי"ב בהתאמה. נמצא כי ההתנסות בלמידה משולבת סרטוני אנימציה בריינפופ הגבירה באופן משמעותי את המוטיבציה של תלמידי יסודי ללימוד מדעים ($ES=1.70$, $t=15.28$, $p<.001$) וכן את המוטיבציה ללמידה של תלמידי חטי"ב ($ES=.91$, $t=15.28$, $p<.001$). בתקופה המקבילה נמצאו כי חלה ירידה במוטיבציה של תלמידי יסודי ותלמידי חטי"ב שלא השתתפו בשיעורי מדעים משולבי בריינפופ (קבוצת הביקורת).

טבלה 3. השפעת ההתנסות בסרטוני בריינפופ על פיתוח מוטיבציה ללימודי מדעים של תלמידי יסודי וחטי"ב (בהתאמה)

גודל האפקט ES	t(df)	לאחר ההתנסות	לפני ההתנסות	קבוצה
		ממוצע (ס"ת)	ממוצע (ס"ת)	
.91	9.90*** (90)	3.67(.62)	3.00(.86)	קבוצת ניסוי
1.70	15.28*** (118)	4.38(.58)	3.24(.77)	
-.42	- 3.80*** (61)	2.80(.68)	2.98(.82)	קבוצת ביקורת
-.24	- 4.57*** (112)	2.98(.78)	3.18(.87)	

ניתוח מתאמים פירסון הראה כי קיים קשר בין הגברת המוטיבציה ללימוד מדעים באמצעות סרטוני אנימציה בריינפופ לבין עלייה במיומנויות חשיבה מסדר גבוה של תלמידי יסודי ($r=.45$, $p<.001$) ושל תלמידי חטיבת ביניים ($r=.39$, $p<.001$). כלומר, שימוש בסרטוני אנימציה בריינפופ הגבירו את עניין התלמידים בלימודי מדעים בד בבד עם הגברת הישגי התלמידים בהקשר למיומנויות חשיבה.

גורמים אחרים התורמים להאצת החדשנות הפדגוגית

- בכיתות בהן נערכה צפייה יחידנית בסרטוני האנימציה, אך לא נעשה שימוש באוזניות, נצפה רעש שלעיתים הפריע ללמידה במיוחד כאשר תלמידים צפו בסרטונים באופן חופשי (א-סינכרוני).
- כאשר הצפייה הייתה קבוצתית באמצעות הקרנה, ציינו המורים כי חלק מהתלמידים היו מעורבים פחות בתהליכים לימודיים. לכן עדיפה לטעמם גישת הצפייה היחידנית.
- קשיים לוגיסטיים בתוך כתלי בית-הספר: תשתית מחשבים רעועה מגבילה מאוד את ריבוי השימושים המיוחל בתקשוב ובסרטוני האנימציה המתוקשבים בפרט. ברוב בתי-הספר היסודיים ובחטיבות הביניים שהשתתפו במחקר הייתה מעבדת מחשבים אחת בלבד בה ניתן היה לצפות בסרטוני אנימציה באופן יחידני.
- אפשרות ההקרנה של סרטוני האנימציה מוגבלת מאחר ולרוב קיים מקרן אחד בלבד בכל בית-ספר ומגבלה זו מקשה על לערוך שיעורים בו-זמניים המשלבים סרטוני אנימציה.

דיון

לצד מחקרים אחדים אשר בחנו בעבר השפעות של סביבות למידה ממוחשבות על מיומנויות חשיבה מסדר גבוה (e.g. Hopson, Simms, & Knezek, 2001-2002), מחקר זה הינו בין הראשונים מסוגו אשר בוחנים באופן שיטתי ומקיף השפעות של למידה משולבת סרטוני אנימציה על מיומנויות חשיבה בדגש על פיתוח העברת ידע. המחקר מצא כי ההתנסות בלמידה משולבת סרטוני אנימציה בריינפופ הגבירה באופן משמעותי את מיומנויות החשיבה מסדר גבוה. במחקר זה הודגשה אחת היכולות המורכבות ביותר – היכולת של התלמיד להעביר ידע לנסיבות חדשות. ממצאים אלה מראים כי

בכוחה של סביבה לימודית עשירה, המשלבת מרכיבים של הוראה ולמידה מסורתית עם שימוש במרכיבי תקשוב (סרטוני אנימציה ממוחשבים, חידונים ושאלות-תשובות של מומחים), לטפח בוגר מושכל בעל יכולת ליישם ידע נלמד בסיטואציות חדשות – אחת ממיומנויות הלמידה החשובות ביותר (משימת מטרה) על-בסיס הבניית ידע בסיטואציה אחרת (משימת מקור), תוך הבנייה מחודשת והתאמה (Presseau, & Frenay, 2004). מטרת לימודיות אשר מדגישות את טיפוח החשיבה, בד בבד עם הבניית ידע, ניתנות להשגה בסביבה לימודית המושתתת על עקרונות פסיכולוגיים-חינוכיים עדכניים בדבר למידה והוראה (Rosen, & Salomon, 2007). סביבת סרטוני האנימציה המתוקשבים – בריינפופ, נותנת מענה לחלק מעקרונות אלה כאשר היא מדגישה חשיבה מסתעפת ורב-ממדית והמחשה של תופעות מורכבות. מורים ומומחי תוכן זמינים משתמשים מתווכים בתהליך הלימודי ונוצר טשטוש גבולות בין שיעור לבין הלימוד בבית. אופי הסרטונים ובמיוחד גיבוריו מזמנים אצל הלומד חוויה של הסיטואציה (Perspective-taking) המתוארת בסרטון. בהתבסס על ממצאי הראיונות, ניתן לראות כי המורים והתלמידים מתארים ממדים פסיכולוגיים-חינוכיים המאפיינים במיוחד מיומנות העברת ידע לנסיבות חדשות – אחת ממיומנויות החשיבה המרכזיות (e.g. Salomon & Perkins, 1989; Bransford & Schwartz, 1999; Halpern, 1998). בקנה אחד עם ממצאי מחקרים אחרים שהראו כי לסרטוני אנימציה ממוחשבים פוטנציאל גבוה ללמידה של מושגים או מערכות מורכבות, בהשוואה ללמידה מסורתית הנוקטת בהסברים וורבאליים של מורים (e.g. Park, 1994; Rieber, 1991; Tversky, Bauer-Morrison, & Betrancourt, 2002). הממשק הגראפי של סרטוני אנימציה בריינפופ מעורר גירוי בו-זמני של הלומד על-ידי קול ותמונה ובכך מטפח את אחת ממיומנויות החשיבה הנחוצות בעידן המידע – חשיבה צילומית-חזותית (Eshet, 2004). חשיבה מסוג זה מסייעת להבין בקלות ובאופן שוטף מסרים המתוארים חזותית השכיחים כל כך בעידן המידע.

לצד הגברת מיומנויות חשיבה, הראה המחקר כי ההתנסות בסביבה הלימודית המשלבת סרטוני אנימציה בריינפופ הגבירה משמעותית גם מוטיבציה ללימוד מדע וטכנולוגיה, בעוד שתלמידי קבוצת הביקורת חוו ירידה במוטיבציה ללימוד מדע וטכנולוגיה. המרכיבים המוטיבציוניים שהוזכרו על-ידי התלמידים והמורים בהקשר לסביבה החדשה, תואמים את המושג "חוויה אופטימלית" (Flow – Optimal experience): תחושות של ריכוז והנאה, הנעה פנימית ונטייה לחזור על הפעילות שהסבה תחושה זו (Csikszentmihalyi, 1988; Nakamura & Csikszentmihalyi, 2002).

ראיונות עם מורים הצביעו על השפעה משמעותית במיוחד של ההתנסות בסביבת סרטוני אנימציה על תלמידים בעלי לקויות למידה. ממצא זה עומד בהלימה עם ממצאים של מחקרים אחרים שבחנו את יעילותן של סביבות ממוחשבות על לומדים בעלי לקויות למידה (e.g. Ford, Poe, & Cox, 1993; Ota, & DuPaul, 2002). כמו-כן מצא המחקר בקרב תלמידי חט"ב כי ההתנסות בלמידה משולבת סרטוני אנימציה בריינפופ העלתה את הנטייה להומוגניות הכיתתית בהקשר ליכולת התלמידים לחשיבה מסדר גבוה (שינוי בסטיית תקן בגובה 9.63). פרשנות אפשרית לכך הוא שתלמידים בעלי לקויות למידה המתקשים ללמוד באינטראקציה כיתתית מסורתית, מוצאים עצמם מתנסים ב'חוויה אופטימלית' אותה מספקת הסביבה החדשה המבוססת על סרטוני אנימציה. חוויה זו מגבירה את המוטיבציה של הלומד וכן את יכולתו להבין לעומק את הנושא הנלמד.

Acknowledgement

The research was supported by BrainPOP Israel, which supplied technical assistance to the researcher and the participating teachers.

מקורות

Bransford, J. D. et. al. (1999). *How people learn: brain, mind, experience, and school*. National Research Council.

Bransford, J. D., & Schwartz, D. L. (1999). Rethinking transfer: A simple proposal with multiple implications. *Review of Research in Education*, 24, 61-100.

- Csikszentmihalyi, M. (1988). The flow experience and its significance for human psychology. In M. Csikszentmihalyi & I. S. Csikszentmihalyi (Eds.), *Optimal experience: Psychological studies of flow in consciousness* (pp. 15-35). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Eshet, Y. (2004). Digital literacy: A conceptual framework for survival in the digital era. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13(1), 93-106.
- Flemming, S. A., Hart, G. R., & Savage, P. B. (2000). Molecular orbital animations for organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 77(6), 790-793.
- Ford, M. J., Poe, V., & Cox, J. (1993). Attending behaviors of children with ADHD in math and reading using various types of software. *Journal of Computing in Childhood Education*, 4, 183-196.
- Glynn, S. M., & Koballa, Thomas R., Jr. (2005). The contextual teaching and learning instructional approach. In R. E. Yager (Ed.), *Exemplary science: Best practices in professional development* (pp. 75-84). Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
- Good, D. J. (2004). The use of flash animations within a WebCT environment: Enhancing comprehension of experimental procedures in a biotechnology laboratory. *International Journal of Instructional Media*, 31(4), 355-370.
- Halpern, D. F. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains: Disposition, skills, structure training, and metacognitive monitoring. *American Psychologist*, 53, 449-455.
- Hopson, M., Simms, R., & Knezek, G. (2001-2002). Using a technology-enriched environment to improve higher-order thinking skills. *Journal of Research on Technology in Education*, 34(2), 109-119.
- Marini, A., & Genereux, R. (1995) The challenge of teaching for transfer. In A. McKeough, J. Lupart, & A. Marini (Eds). *Teaching for transfer: fostering generalization in learning* (pp. 1-19). Erlbaum, Mahwah.
- Nakamura, J., & Csikszentmihalyi, M. (2002). The concept of flow. In C. R. Snyder & S. J. Lopez (Eds.), *Handbook of positive psychology* (pp. 87-92). Oxford University Press.
- Ota, K. R., & DuPaul, G. J. (2002). Task engagement and mathematics performance in children with attention-deficit hyperactivity disorder: Effects of supplemental computer instruction. *School Psychology Quarterly*, 17(3), 242-257.
- Park, O. (1994). Dynamic visual displays in media-based instruction. *Educational Technology*, 21-25.
- Presseau, A., & Frenay, M. (2004) *Le transfert des apprentissages. Comprendre pour mieux intervenir*. Presses de l'universite de Laval.
- Rieber, L. (1991). *Computer-based microworlds: a bridge between constructivism and direct instruction*. Paper presented at the meeting of the Annual Convention of the Association for Educational Communications and Technology (pp. 692-707).
- Rosen, Y., & Salomon, G. (2007). The differential learning achievements of constructivist technology-intensive learning environments as compared with traditional ones: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 36(1), 1-14.
- Salomon, G., & Perkins, D. (1989). Rocky roads to transfer: Rethinking mechanism of a neglected phenomenon. *Educational Psychologist*, 24, 113-142.
- Tversky, B., Bauer-Morrison, J., & Betrancourt, M. (2002). Animation: can it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies*, 57, 247-262.
- Yarden, A. & Yarden, H. (2006). *Supporting learning of biotechnological methods using interactive and task included animations*. European Association of Research on Learning and Instruction, SIG Biennial Meeting on Comprehension of Text and Graphics, Nottingham, UK.