

למידה בתנועה

מה תפקידו של הגוף בלמידת שפה, ואיך הטכנולוגיה יכולה לסייע לנו להחזיר אותו אל הכיתה?

מה תפקידו של הגוף בלמידת שפה? כדי לענות על שאלה זו יש לחזור אחורה, אל ראשית החשיבה האנושית על מחשבה. עוד בימי אפלטון תהו פילוסופים ומדענים לגבי היתכנות חשיבה המנותקת מהגוף, כלומר חשיבה שאינה מבוססת פעילות מוטורית, תפיסה חושית ועיבוד רגשי. דיון זה נמשך גם בעשורים האחרונים, ומקיף נושאים כמו ייצוג קונספטואלי, הבנת שפה ותפיסת דיבור.

קו אחד של מחקר מחזיק בהנחה כי החשיבה היא סימבולית בעיקרה ומנותקת מהגוף ויכולותיו השונות.¹ המצדדים במודל זה טוענים כי גם הבנת שפה וקריאה מערבות מניפולציה של סמלים מופשטים בלבד – כלומר של מילים המייצגות משמעות – באופן שהוא בלתי תלוי במערכת התפיסתית והתנועתית.²

קו מחקר שני, שתפס תאוצה בשני העשורים האחרונים, גורס כי רכישת ידע והשימוש בו מבוססים באופן עמוק על החוויה הגופנית שלנו. במרכז הגישה הזו, המכונה "קוגניציה הנטועה בגוף", או "embodied cognition", עומד הרעיון כי המוח מקשר באופן אוטומטי בין ייצוג מופשט של ידע (מילים) לבין הייצוג המוטורי והסנסורי שלו (למשל, רצף תנועות או מידע מאחד החושים). כך, למשל, נמצא כי שמיעה או קריאה של מילים מפעילות אזורים מוטוריים בקליפת המוח המעורבים בתנועה שהמילה מתארת. מנגה, אזורי השפה במוח מופעלים בתגובה לפעילות סנסו מוטורית.³

איך אנחנו 'חווים' מילים, ומה היא אכן הבניין הבסיסית של ההיכרות שלנו עם העולם? חוויה של שפה כוללת חוויה אקוסטית של הפקת דיבור והבנה, כמו גם חוויה של משמעות המילה. מחקרים הראו קשר בין מערכות חושיות למערכות תנועתיות בשני הקשרים אלו. מחקריו של פולברמולר⁴ הדגימו את הקשר בין שמיעת המילה, הגייתה וביצוע הפעולה שהמילה מייצגת בסמיכות זמנים. סמיכות זמנים זו מחזקת את הקשר בין הפעולה לתפיסה (של המילה) העומה, כנראה, בבסיס מערכת המושגים הלשונית. לדוגמה, כשאנחנו קוראים מילים המעוררות אסוציאציות חזקות של ריח כמו 'קינמון' או 'יסמין', האזור המופקד על עיבוד מידע של ריח במוח (olfactory cortex) מופעל. באופן דומה, מילים הקשורות לצלילים מפעילות את אזורי עיבוד המידע השמיעתי במוח (superior temporal cortex); פעלי תנועה מפעילים את האזור הרלוונטי לאותה תנועה בקורטקס המוטורי, ומילים המתארות תנועה מפעילות אזורים בהם מעובד מידע על תנועה ראייתית.

האם הפעלה זו של הגוף, או לפחות המוכנות המוחית לזיום תנועה או לעבד מידע חושי, היא הכרחית להבנת שפה? נראה כי פגיעה ביכולת הגוף לפעול, כמו גם פגיעה ביכולתו של המוח לתכנן תנועה או לעבד מידע חושי, אכן פוגעות ביכולתנו לעבד משמעות (להבין שפה).

למשל, ביצוע של תנועות ידיים המתרחקות מהגוף הפריע למהירות העיבוד של משפטים המייצגים תנועה

לכיוון הגוף (תנועה מוחשית או מטאפורית);⁵ הזרקה בוטוקס ששיתק את השריר האחראי על חיוך פגעה ביכולת להבין משפטים שמחים, בעוד ששיתוק זמני של השריר האחראי על כיוון הפנים לכדי פרצוף כועס האטה את ההבנה של משפטים המביעים כעס;⁶ לבסוף, אצל פציינטים שעברו פגיעה מוחית ניכרה האטה בעיבוד המשמעות של מילים המייצגות ריח, תנועה או מרחב, כאשר האזורים המוחיים המקבילים נפגעו.⁷ נראה אם כן, שהפעלה של המערכת התנועתית, החישתית והרגשית או הדמיה (סימולציה) של הפעלה זו על ידי המוח הכרחית להבנת שפה.⁸

רכישת שפה ראשונה

מידע סנסורי ומוטורי נשמר ומקושר למילים הרלוונטיות גם בתהליך הרכישה של שפה ראשונה. מודל ה-ABL לרכישת שפה מנבא כי ילדים לומדים שפה בעזרת הילדים הבוגרים יותר או המבוגרים בסביבתם, המשיימים חפצים, בעלי חיים, אנשים וכו' בסביבתם. כשילדים שומעים מילים המתייחסות לאובייקטים אלו, מופעלים גם תאי עצב (נוירונים) כלליים כמוח שלהם, ותאי עצב ספציפיים המתייחסים לפעולות ולתחושות המקושרות לאובייקט זה.⁹ ככל שחוזרים על המילה פעמים רבות יותר באותו הקשר סנסורי-מוטורי, מתחזק הקשר בין המילה לייצוגים הגופניים שלה, כך שהמילה מפעילה את הייצוגים הגופניים והמידע הסנסורי או המוטורי הספציפי עשוי להפעיל את המילה.

רכישה של שתי שפות במקביל

כשמדובר בשתי שפות הנרכשות במקביל, ניתן היה לחזות כי המילה והמילה המקבילה שלה (התרגום הקרוב ביותר) בשפה השנייה יפעילו רשת זהה של ייצוגים חישתיים ותנועתיים. אולם, במקרים רבים חפיפה זו אינה מלאה, בעיקר כשקיימים הבדלים בין-תרבותיים, או הבדלים בהקשר שבו נרכשו שתי המילים ונעשה בהן שימוש. למשל, Jared ועמיתיה מצאו¹⁰ כי דו-לשוניים הדוברים סינית ואנגלית היו מהירים יותר לזהות אובייקטים המקושרים לתרבות מסוימת כשהמילה הוצגה בשפת התרבות הזו (למשל המילה למסכה סינית, שהוצגה בשפה המגדרנית הדבורה בסין). לטענת החוקרים, המילה הכתובה במגדרנית הפעילה זיכרון תפיסתי ספציפי לחוויה של 'מסכות' בסביבה דוברת שפה זו. לפי קו מחקר זה ניתן לשער, כי ככל שהפער בתנאי רכישת השפות גדול יותר (למשל גיל, הקשר גיאוגרפי, תרבותי וחברתי), כן יגדל הפער בייצוג הידע בשתי השפות.

למידת שפה זרה

ללמידה סנסורי-מוטורית נודעת השפעה חיובית גם על למידת שפה זרה, אפילו כזו שנלמדת בגיל מבוגר וללא הקשר חברתי ותרבותי עמוק. מאייר [Mayer] ועמיתה, למשל, יצרו שפה זרה מלאכותית ולימדו מילים חדשות בשפה זו באמצעות טכניקות העשרה שונות. כל נבדק למד מילים בשלושה תנאים: כשהלמידה מלווה בשינון בקול של המילה ומשמעותה; כשהלמידה מלווה בהעתקה של תמונה הקשורה למשמעות המילה; וכשהיא מלווה בתנועת יד (gesture) הקשורה למשמעות המילה. לטכניקות ההעשרה נודעה תרומה חיובית על מספר המילים שנזכרו וכן על משך הזמן שבו זכרו הנבדקים את המילים. הנבדקים הצטיינו במיוחד בזכירת מילים שנלמדו בליווי תנועת יד - תרומה שבלטה בעיקר לאחר חודשים מזמן הניסוי.¹¹

ממצאים אלו ניתן להסיק בקלות, כי למידת שפה שנייה יעילה יותר כאשר היא מתרחשת בהקשר טבעי ככל האפשר, תוך כדי הפעלה מרבית של הגוף ואינטרקציה עם הסביבה. בתנאים כאלו הגוף יכול לשמש ככלי בתהליך הלמידה ולהפוך אותו ליעיל יותר.¹² אולם, כאשר אנו בוחנים את שיטות הלימוד הנהוגות בפועל בכיתה, פיזית או וירטואלית, אנו רואים שהן אינן מביאות בחשבון את הגוף. במקרה השכיח ביותר,

השפה נלמדת באמצעות רשימות דו-לשוניות ארוכות (מילה והתרגום שלה לשפת האם). כשלעתים מלווה את הלמידה תמונה, קובץ קול או סרטון קצר. הגוף עצמו, על התנועות שלו, אינו נוכח כמעט בלמידת שפה – הן במסגרות של למידה פורמלית והן במסגרות של למידה עצמית.¹³

הסיבות למצב הקיים מגוונות. תרגום ממצאי מחקרים מדעיים לכדי שינוי בגישות פדגוגיות הוא תהליך מורכב, המחייב שינוי פרדיגמה. מעבר לכך, יישום ממצאי מחקרים אלו נתקל באתגרים מעשיים לא מעטים: כדי להשתמש בגוף ככלי למידה בשיעורי שפה שנייה יש להכשיר מורים במיומנות זו, להתגבר על מגבלות של זמן ומשאבי אדם (למשל, הקושי של מורה בודד ביצירת הפעלה אותנטית בכיתה בת 30 תלמידים) ואף להתמודד עם סביבת הכיתה ובית הספר, המוגבלות מבחינת מנעד החוויות האותנטיות שהן יכולות להציע ללומד. כיצד יכולה הטכנולוגיה להיחלץ לעזרתנו ולהחזיר את הגוף ללמידה של שפה שנייה?

למידה ומציאות מדומה

מציאות מדומה היא סביבת הדמיה (סימולציה) שבה התכנים הוויזואליים והחושיים נוצרים רובם ככולם על ידי מחשב ויכולים להשתנות בהתאם להתנהגות המשתתף.¹⁴ מוחו של הלומד הנכנס לסביבה כזו מקבל את המציאות הסינתטית, יצירת המחשב, כאמת לאמיתה, ואת תנאיה כמגבלות ואפשרויות שגוף הלומד יכול לפעול בתוכן. רבים כיום רואים בטכנולוגיה הזו של מציאות מדומה (virtual reality technology) הזדמנות בעלת ערך פדגוגי להפוך את הלמידה לטבעית, פעילה, מעמיקה ומשמעותית יותר.

כדאי להתעכב מעט על נקודה זו, שכן באופן אינטואיטיבי, ישנם רבים החשים בסתירה או בצרימה בין המושגים "טבעי" ו"טכנולוגי" ורואים בטכנולוגיה דווקא את מה שמרחיק את האדם מגופו ומפעולה טבעית בסביבתו; אולם, ממבט קרוב, טכנולוגיה של מציאות מדומה מציעה סביבה נאמנה למקור, שבה תחושת הגוף נוכחת ומשמעותית, ומשקפת באופן אותנטי היבטים שונים של העולם האמיתי, בלי לאבד את היכולת ליצור סביבה בדיונית אך אמינה שתשרת מטרות למידה שונות.

בתחום הלמידה, היתרונות של טכנולוגיית המציאות המדומה הם רבים, וכוללים האנשה, רב-חושיות, אינטראקטיביות ופוטנציאל לשילוב של משחקיות בחוויית הלמידה. סביבות של מציאות מדומה מאפשרות להציג מידע באופן רב-חוש – מה שנמצא יעיל במיוחד ללמידה: מחקרים הראו שאנחנו מעבדים מידע מהר יותר כאשר הוא מוצג לנו בדרך המשלבת בין שני חושים (בי-מודאלית) – לעומת מידע מחוש אחד בלבד. כשהמידע מוצג כשילוב של שלושה חושים (למשל, שמיעה, ראייה, ומישוש), היתרון ללמידה רב אפילו יותר. החוקרים סבורים, שהיתרון המשמעותי של למידה רב-חושית נובע מהיכולת של הלומדים להפנות קשב לפרטים רבים יותר בסביבה; כך הם גם קולטים רמזים עדינים שהמוח מעבד באופן טבעי בסביבה טבעית (כלומר, במציאות). זאת ועוד, נמצא כי השפעת הלמידה הרב-חושית גדולה במיוחד כאשר אנחנו לומדים תוכן חדש.

מעניין לציין, כי עושר רב חושי ולכידות חושית – שתי תכונות של סביבות מציאות מדומה – קשורים גם לתחושה של נוכחות גופנית מוגברת בעולם הווירטואלי וליתרונות הקוגניטיביים המלווים אותה. הקשר הזה הודגם לאחרונה בשני מחקרים, שהתמקדו ביתרונות הפדגוגיים של סביבות תלת-ממדיות: דלגאמו ולי (2010) השתמשו במושג "נאמנות ייצוג" (representational fidelity) – היכולת להציג באופן מציאותי וחלק שינויים ותנועה בתוך הסביבה; זו קשורה גם ביכולת של הלומדים לשלוט במה שהם רואים, לנווט בסביבה הווירטואלית ולהעביר מסרים באמצעות הגוף שלהם (למשל, הצבעה, התייחסות לאובייקטים במרחב, ועוד). נאמנות ייצוג ואינטרקציה של הלומדים הם מאפייני מפתח התורמים ללמידה יעילה בסביבות של מציאות מדומה; הם הופכים את הלמידה בסביבה הווירטואלית לחוויה ייחודית של רכישת ידע ללא תיווך, תוך כדי חקר ואינטרקציה שאינם מתאפשרים בעולם האמיתי. כמו כן, סביבות של מציאות מדומה תומכות בשיתוף פעולה יעיל ומורכב בין לומדים שונים.¹⁵

מציאות מדומה ולמידת שפה זרה

מספר מחקרים ניסו להדגים את היתרון שבסביבות מציאות מדומה גם ללמידה של שפה זרה. בניסוי אחד, לומדים הסתובבו בחנות כלבו וירטואלית וניהלו שיחה בשפה שלמדו עם דמויות כגון מוכרים וקונים אחרים. החוקרים קישרו את השיפור שהראו הלומדים באוצר המילים וביכולות הפונולוגיות והדקדוקיות בשפה החדשה לתכונת ה-immersiveness של הסביבה הוירטואלית – האפשרות להיטמע בתוכה בתחושת של טבעיות – ולקלות השימוש של הסביבה הזו.

במחקר נוסף, מסדוניה ועמיתיה דיווחו כי מורים וירטואליים היו יעילים ממש כמו עמיתיהם האנושיים בהוראת אוצר מילים בשפה זרה בסביבה של מציאות מדומה. כשהלומדים ביצעו בעצמם תנועת יד איקונית, הקשורה למשמעות המילה החדשה שלמדו, הם זכרו אותה טוב יותר מאשר כשהם רק צפו במורה (האנושי או הוירטואלי) אומר את המילה ומבצע את מחוות היד.¹⁶ ממצא אחרון זה משתלב היטב בתיאוריית הלמידה הנטועה בגוף (embodied cognition), הנתמכת בממצאים שסקרנו למעלה. מחקרים מראים, כי מערכות תפיסיות ומוטוריות משפיעות על הדרך בה אנו מבינים מושגים, מבצעים היסקים ומשתמשים בשפה. למשל, הקורטקס המוטורי (האחראי על הפעלת הגוף) המופעל בזמן הבנת שפה, גם כשמדובר במושגים מופשטים כמו מטאפורות או סלנג (כמו 'הוא עף עלי').¹⁷

בהקשר זה, סביבות של מציאות מדומה מציעות דרך להפוך לימוד שפה למציאותי וטבעי יותר, וייתכן שאף ליעיל יותר: מציאות מדומה יכולה להציג שינויים מבוקרים לחוויה הגופנית בסביבה, למקד את הקשב או להרחיק אותו מתכנים מסוימים של הסביבה הלימודית, ולהציע משוב גופני ומיידית לפעולותיהם של הלומדים.

כבר ראינו שביצוע פעולה מוטורית איקונית (סימבולית) בצמוד ללמידת אוצר מילים בשפה זרה עוזר לזכור את המילה טוב יותר.¹⁸ 'הפעלה' כזו של משמעות המילה על ידי תנועת יד סימבולית יכולה אף לשנות את הייצוג המוחי של המילה (למשל, מילים שזוכרים בצירוף תנועה איקונית, בניגוד לתנועה חסרת משמעות, מפעילות את האזור במוח האחראי על תכנון תנועה).¹⁹ עם זאת, תנועות איקוניות, על אף שהן מייצגות את המשמעות של אובייקט בסביבתו המיידית של הלומד, אינן כוללות אינטרקציה ישירה איתו. אנו יודעים, שאינטרקציה ישירה כזו עשויה להועיל במידה רבה יותר ללמידה, מכיוון שהיא מציעה מידע עשיר יותר על האובייקט ועל הפעולות שהוא מזמן או מאפשר.

בתנאים של כיתה רגילה קשה לאפשר תנועה טבעית כזו, המערבת אינטרקציה משמעותית עם הסביבה לצורך לימוד מילים חדשות. בעזרת טכנולוגיה של מציאות מדומה, לעומת זאת, ניתן לדמות סביבה טבעית המאפשרת אינטרקציה מורכבת עם כל אובייקט. למשל, קטיפת תפוח מעץ וירטואלי.

בניסוי שנערך באוניברסיטת תל-אביב על ידי כותבת מאמר זה ועמיתיה, נבדקה תרומתו של מידע מוטורי אינטראקטיבי ללמידת אוצר מילים בשפה זרה.²⁰ הסטודנטים שנבדקו בניסוי 'נכנסו' לחדר וירטואלי, שבו למדו את שמותיהם של אובייקטים יומיומיים (מפתח, קערה, סיר וכו') בשפה זרה (השפה שנבחרה לניסוי היתה פינית – שפה, שרק מעט סטודנטים ישראלים נחשפים אליה). הנבדקים שמעו את שמם של האובייקטים בחדר בשלושה מצבים: צפייה בלבד (מידע חושי ללא פעולה מוטורית). ב. פעולה מוטורית שאינה קשורה לאובייקט (למשל, שרטוט של משולש עם היד באוויר) ו-ג. תנועה "אינטראקטיבית" (כלומר, כזו שקשורה לפעולות הטבעיות של שימוש באובייקט או הפעלתו בסביבת החיים שלהם). בסיום כל חלק בניסוי נבחנו הסטודנטים על רשימת המילים שלמדו. תוצאות הניסוי הראו, כי הלמידה היתה יעילה יותר במצב השלישי – כאשר הלומדים ביצעו פעולות יומיומיות, שכוחות וטבעיות, עם האובייקטים שאת שמותיהם למדו. מעניין לציין, כי תרומתה של ההפעלה המוטורית הזו התבררה כמשמעותית יותר לזיכרון המילים ככל שהזמן חלף: כעבור שבועיים הפער בין המילים שנלמדו תוך כדי תנועה אינטראקטיבית לעומת מילים שנלמדו בדרכים האחרות היה גדול יותר.

שילוב של טכנולוגיות מציאות מדומה בכיתה מציע אפשרויות רבות ללימוד שפה, כמו גם תחומי דעת אחרים. לצד היתרונות הברורים, כמו בניית עולמות מורכבים שבהם ניתן להתנסות בתרחישים אפשריים ללא סכנות והשלכות, ניצב גם היתרון הגופני: כלים של מציאות מדומה 'מחזירים' את הגוף ככלי למידה של שפה זרה, ומאפשרים פעולה טבעית המעשירה את הייצוג הגופני (ולכן גם המוחי) של המילה בשפה החדשה. בניגוד ליישום עקרונות של למידה גופנית פעילה בכיתה רגילה, שילוב של כלים אלו מאפשר שליטה במאפייני הסביבה, באפשרויות הלומד להפעיל את גופו, בהשפעה שהוא מפעיל על הסביבה המדומה והמשוב שהוא מקבל על פעולות אלו.

*


מעניין לראות כיצד ההתייחסות לגוף התפתחה לאורך ההיסטוריה של החשיבה האנושית על המחשבה. שורשי השפה הסימבולית הראשונים היו תלויים בתקשורת פנים אל פנים, ושימוש כמעט אקסלוסיבי בשפת גוף. אבותינו הקדמונים השתמשו בהבעות פנים ומחוות ידיים כדי להעביר רעיונות ומסרים פשוטים, הנטועים בסביבה הפיזית הקרובה של הדוברים. משם החל הניתוק ההדרגתי מהגוף, עם היכולת להגות משפטים מורכבים שאינם תלויים ב'כאן ועכשיו' של שניים או יותר גופים החולקים מרחב משותף. המצאת הרפוס ופיתוח כלי תקשורת אנלוגיים ולאחר מכן דיגיטליים שיפרו את היכולת האנושית להעביר מסרים מורכבים על טהרת הסמלים (אותיות ומספרים), כשהשיא הוא כמובן העברת נתוני עתק (big data) דרך רשת האינטרנט.

במעבר זה מהמוחשי אל המופשט, או מהגופני אל הסמלי, נדחק הגוף אל השוליים, ותרומתו לרכישה של מושגים חדשים מאוצר מילים ועד תהליכים ותופעות מורכבים לא באה לידי ביטוי. גישת הקוגניציה הנטועה בגוף (embodied cognition) הציתה שוב את הדיון על תפקידו החשוב של הגוף בחשיבה ובלמידה; היא מעוררת השראה אצל מעצבי מדיניות, מפתחי תוכניות לימודים ומורים בהחזרתו אל בית הספר ואל עולם החינוך בכלל. טכנולוגיות חדישות, כגון מציאות מדומה, מאפשרות שילוב של גוף הלומד בתהליך הלמידה, וזאת בקנה מידה רחב ובתוספת של אפשרויות חדשות שאינן נוכחות באינטרקציה הטבעית של מורה-כיתה.

◆

מראי מקום

1. Pylyshyn, Z. W. (1973). What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental imagery. *Psychological bulletin*, 80(1) .
Fodor, J. A. (1975). *The language of thought* (Vol. 5). Harvard university press.
2. Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological review*, 95(2), 163
3. Pulvermüller, F., & Schumann, J. H. (1994). Neurobiological mechanisms of language acquisition. *Language learning*, 44(4), 681-734.
4. Pulvermüller, F., Hauk, O., Nikulin, V. V., & Ilmoniemi, R. J. (2005). Functional links between motor and language systems. *European Journal of Neuroscience*, 21(3), 793-797.
5. Glenberg, A. M., Sato, M., Cattaneo, L., Riggio, L., Palumbo, D., & Buccino, G. (2008). Processing abstract language modulates motor system activity. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(6), 905-919.
6. Havas, D. A., Glenberg, A. M., Gutowski, K. A., Lucarelli, M. J., & Davidson, R. J. (2010). Cosmetic use of botulinum toxin-A affects processing of emotional language. *Psychological Science*, 21(7), 895-900.
Bak, T. H., O'donovan, D. G., Xuereb, J. H., Boniface, S., & Hodges, J. R. (2001). Selective impairment of verb processing associated with pathological changes in Brodmann areas 44 and 45 in the motor neurone disease-dementia-aphasia syndrome. *Brain*, 124(1), 103-120.
Kemmerer, D. (2006). The semantics of space: Integrating linguistic typology and cognitive neuroscience. *Neuropsychologia*, 44(9), 1607-1621.



Boulenger, V., Hauk, O., & Pulvermüller, F. (2008). Grasping ideas with the motor system: semantic somatotopy in idiom comprehension. *Cerebral cortex*, 19(8), 1905–1914.

7. Kemmerer, D., Rudrauf, D., Manzel, K., & Tranel, D. (2012). Behavioral patterns and lesion sites associated with impaired processing of lexical and conceptual knowledge of actions. *Cortex*, 48(7), 826–848.
- Trumpp, N. M., Kliese, D., Hoening, K., Haarmeier, T., & Kiefer, M. (2013). Losing the sound of concepts: Damage to auditory association cortex impairs the processing of sound-related concepts. *Cortex*, 49(2), 474–486.
8. Zwaan, R. A. (2004). The immersed experiencer: Toward an embodied theory of language comprehension. *Psychology of learning and motivation*, 44, 35–62.
- Zwaan, R. A. (2004). The immersed experiencer: Toward an embodied theory of language comprehension. *Psychology of learning and motivation*, 44, 35–62.
- Glenberg, A. M. (2007). Language and action: creating sensible combinations of ideas. *The Oxford handbook of psycholinguistics*, 361–370.
- Fischer, M. H., & Zwaan, R. A. (2008). Embodied language: A review of the role of the motor system in language comprehension. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(6), 825–850.
9. Glenberg, A. M., & Gallese, V. (2012). Action-based language: A theory of language acquisition, comprehension, and production. *cortex*, 48(7), 905–922.
10. Jared, D., Poh, R. P. Y., & Paivio, A. (2013). L1 and L2 picture naming in Mandarin–English bilinguals: A test of bilingual dual coding theory. *Bilingualism: Language and Cognition*, 16(2), 383–396.
11. Mayer, K. M., Yildiz, I. B., Macedonia, M., & von Kriegstein, K. (2015). Visual and motor cortices differentially support the translation of foreign language words. *Current biology*, 25(4), 530–535.
12. Macedonia, M. (2014). Bringing back the body into the mind: gestures enhance word learning in foreign language. *Frontiers in psychology*, 5, 1467.
13. Dudschig, C., de la Vega, I., & Kaup, B. (2014). Embodiment and second-language: Automatic activation of motor responses during processing spatially associated L2 words and emotion L2 words in a vertical Stroop paradigm. *Brain and language*, 132, 14–21.
14. Rebenitsch, L., & Owen, C. (2016). Review on cybersickness in applications and visual displays. *Virtual Reality*, 20(2), 101–125.
15. Reiner, M., & Hecht, D. (2009). Behavioral indications of object-presence in haptic virtual environments. *Cyberpsychology & Behavior*, 12(2), 183–186.
16. Macedonia, M., Groher, I., & Roithmayr, F. (2014). Intelligent virtual agents as language trainers facilitate multilingualism. *Frontiers in psychology*, 5, 295.
17. Repetto, C., Gaggioli, A., Pallavicini, F., Cipresso, P., Raspelli, S., & Riva, G. (2013). Virtual reality and mobile phones in the treatment of generalized anxiety disorders: a phase-2 clinical trial. *Personal and Ubiquitous Computing*, 17(2), 253–260.
18. Tellier, M. (2008). The effect of gestures on second language memorisation by young children. *Gesture*, 8(2), 219–235.
19. Macedonia, M., Müller, K., & Friederici, A. D. (2010). Neural correlates of high performance in foreign language vocabulary learning. *Mind, Brain, and Education*, 4(3), 125–134.
20. Fuhrman, O., Raz, G., Tarrasch, R., Friedmann, N. (In preparation). Ecological foreign language learning in a virtual reality environment.