

פיתוח מוטיבציה ללמידת נושאים מדעיים בבתי ספר תיכוניים: סביבה לימודית קונסטרוקטיביסטית של "בידור חינוכי" ללימודי כאוס

בשנים האחרונות, הצורך בהוראה של מונחים מדעיים מורכבים בבתי הספר והיכולת להשתמש בכלים טכנולוגיים חדשים הביאו לעיצוב סביבה לימודית, המשלבת רכיבים של "בידור ולמידה" ומסייעת לפיתוח המוטיבציה של התלמידים ומעורבותם בלמד. הדבר חשוב במיוחד לאור ממצאי מחקרים, המצביעים על כך, שמרבית תכניות הלימוד אינן מכוונות לפיתוח מוטיבציה. זהו נתון בעייתי במיוחד משום ש"חברת הידע" המודרנית דורשת יותר ויותר מוטיבציה ללמידה. הקניית מוטיבציה חשובה גם לפיתוח האוריינות המדעית. מחברי המאמר טוענים, כי על הלמידה למדעים לשלב בין הפן הקוגניטיבי לפן הרגשי ולהניע את התלמידים לבצע פעילויות אוטונומיות ויצירתיות בתחומי המדע. אמצעי הטכנולוגיה המתקדמים מאפשרים לפתח כלים ואסטרטגיות למידה בצורה מהנה, תוך כדי משחק. אחת האסטרטגיות החדשות לשם כך נקראת "בידור חינוכי" (Edutainment) והיא משפיעה באופן חיובי על המעורבות הרגשית והקוגניטיבית של התלמידים ומעלה את שביעות רצונם מתהליך הלמידה.

על פי הגישה הקונסטרוקטיביסטית, המגע הישיר עם אובייקטים מעורר את הלומדים לחשוב, לנסח השערות ולבדוק אותן לעומק. בדרך זו תלמידים יכולים להבין טוב יותר את החומר הנלמד, לזכור את הנושאים הנלמדים ולחוש תחושה חיובית של הצלחה עם סיום הלמידה. מניפולציה עם אובייקטים יכולה להיות גם וירטואלית. צפייה בתוכן המדעי הנלמד על גבי מסך המחשב, כשהיא מלווה באינטראקציה וירטואלית בזמן אמת, עשויה לקדם את ההבנה של תופעות מורכבות. בנוסף לכך, בדרך זו התלמידים זוכים לפיתוח דרך למידה אישית, המותאמת לצרכיהם.

תיאוריית הכאוס¹ מהווה אחד הנושאים העיקריים של המחקר המדעי המודרני. היא מתארת את ההתנהגות הדטרמיניסטית של מערכות דינמיות לא ליניאריות, המפתחות רגישות גבוהה, שאינה ניתנת לחיזוי, כלפי שינויים מזערניים בתנאים התחלתיים. מערכות כאוטיות² יכולות ליצור מגוון צורות ודפוסים שאינם ניתנים לחיזוי ומכונים "מושכים מוזרים". חוקרים מצביעים על החשיבות של למידת תיאוריה זו, אולם סבורים, שהנושא מתאים רק לסטודנטים במוסדות להשכלה גבוהה ולמומחים. עם זאת, לאחרונה נעשו ניסויים של עיצוב תכניות ללימודי תיאוריית הכאוס בסיוע הדמיה, גם עבור תלמידי בתי ספר תיכוניים, וזאת באמצעות טכנולוגיה ממוחשבת. לא ניתן לעקוב אחרי התפתחות המערכת הכאוטית בתנאי העולם הממשי, אך ניתן לעשות זאת באמצעות סימולציה מקוונת. אמצעי פופולרי להדמיה מוחשית של התנהגות מערכות כאוטיות הוא "מעגל צי'ואה", שפותח בשנת 1983, על ידי חוקר אמריקני בשם לאון צ'ואה.

התקציר מבוסס על המאמר:

Bertacchini, F., Bilotta, E., Pantano, P., & Tavernise, A. (2012). Motivating the learning of science topics in secondary school: A constructivist edutainment setting for studying chaos. *Computers & Education*, 59(4), 1377-1386.

¹ תיאוריית הכאוס - מתארת התנהגות של מערכות דינמיות המגלות רגישות גבוהה לשינויים קטנים בתנאי התחלה. בתורת הכאוס, אירוע קטן יכול להוביל לתגובת שרשרת שאינה ניתנת לחיזוי.

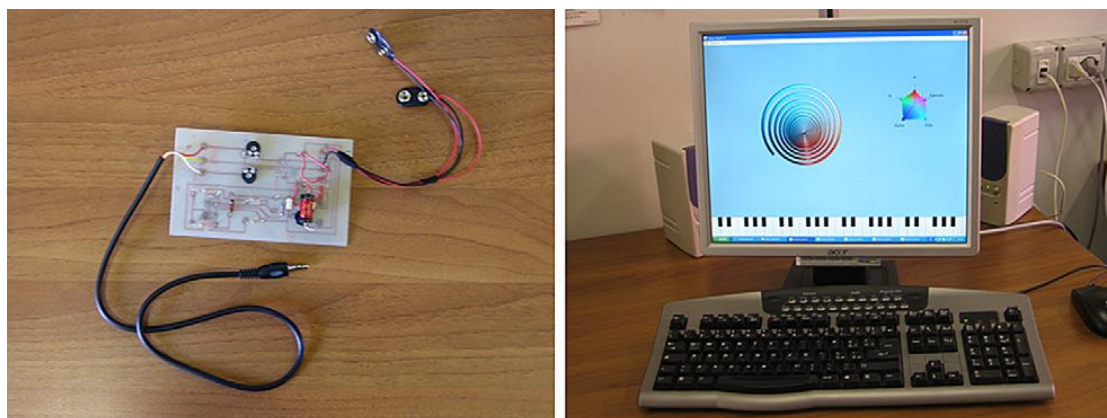
² מערכת כאוטית - מערכת שיש לה מעין רגישות ואם נשנה את תנאי ההתחלה שלה, כלומר, אם נשנה, בצורה קטנה, פרמטר מסוים במערכת, הדבר עלול לגרום לכך שלא נצליח לחזות את תוצאותיה. מערכת כאוטית הינה מערכת לא ליניארית שהינה מורכבת ואף לא מחזורית

המצאתו של צ'ואה יצרה לראשונה מערכת פיזית ריאלית ומוחשית, שבאמצעותה ניתן לעקוב אחרי הכאוס בתנאי מעבדה. מתקן צ'ואה, שאותו אפשר לבנות יחסית בקלות, מראה מאפיינים עיקריים של המערכת הכאוטית והפך להיות מודל לכאוס.

המחקר הנוכחי בוחן את השפעת ההתערבות המכוונת ללמידת כאוס באמצעות מעגל צ'ואה בקרב תלמידים בבתי ספר תיכוניים באיטליה. קבוצת ההתערבות כללה 30 תלמידים (חציים בנים וחציים בנות), בני 16, בעלי מיומנויות שימוש במחשבים וניסיון קודם ביישום פיתוחים טכנולוגיים בסביבה חינוכית. במקביל, הוקמה קבוצת ביקורת, על סמך אותם קריטריונים.

ההתערבות כללה שלושה שלבים:

א. הערכה התחלתית של למידה על מושג הכאוס ומניפולציה עם חפצים ממשיים ווירטואליים הקשורים למעגל הצ'ואה. התלמידים התבקשו לבנות את המעגל בעצמם, על פי ההנחיות, ולבדוק את פעילותו. לאחר מכן, ההתנהגות הכאוטית שוחזרה, באמצעות סימולציה ויזואלית, על גבי מסכי המחשב בתוכנת "Chaos Explorer". על פי הגישה הקונסטרוקטיביסטית, לתלמידים ניתן זמן "לשחק" עם רכיבי המעגל הממשי והמעגל הווירטואלי ולנסות להגיע לתובנות עצמאיות ולהשערות באשר לפעילותו. התלמידים עבדו בקבוצות קטנות, שהחליפו ביניהן מידע ותובנות.



ב. כתיבת תסריט בנושא יצירת מעגל צ'ואה או הסבר בסיסי של מונחי הכאוס והצגתם ב"תיאטרון וירטואלי". הקלטת תסריט ומניפולציות עם הבעות פנים של דמויות מקוונות ("הראשים המדברים"), באמצעות תוכנת "Face 3D", המאפשרת לבצע שינויים מהירים בהבעות הפנים: הבעות פניהם ליוו את שחזור התסריט, שנכתב על ידי התלמידים עצמם.

להלן, דוגמאות של "ראשים מדברים":



ג. הערכה מסכמת של הידע בתחום הכאוס והמוטיבציה של התלמידים ללמוד את הנושא. קבוצת הביקורת השתתפה בשיעורים על תורת הכאוס, שניתנו בעזרת כלים פדגוגיים מסורתיים, ללא הדמיה ופעילות עצמית, המבוססת על תפיסה של בידור חינוכי.

ההערכה טרם ההתערבות הראתה, כי לא היו הבדלים משמעותיים ברמת הידע על תיאוריית הכאוס בין שתי הקבוצות. בעקבות ההתערבות, שתי הקבוצות הראו שיפור בידע על הנושא, אך ציוני התלמידים שהשתתפו בהתערבות היו גבוהים יותר מאשר אלה של קבוצת הביקורת. בנוסף לכך, ההערכה הצביעה על כך, שבקרב התלמידים שהשתתפו בהתערבות קיימת קורלציה משמעותית בין רמת הידע לרמת המוטיבציה ולהנאה מתהליך הלמידה. במחקר נמצא, שככל שתלמידים נהנים יותר מתהליך הלמידה, כך עולים גם הישגיהם הלימודיים. ראיונות עם תלמידים הצביעו על חוויית המעורבות, שמילאה תפקיד חיוני בהבטחת תוצאות גבוהות. העלאת המוטיבציה בקרב התלמידים שהשתתפו בתכנית הניסויית הייתה קשורה לאינטרס, להנאה ולתחושת המומחיות. יש לציין, כי נושא הכאוס נחשב, בדרך כלל, כקשה מדי עבור תלמידי בתי ספר תיכוניים, אך ההתערבות הוכיחה, כי אפשר ללמד אותו בהצלחה גם בקרב תלמידים בבתי ספר תיכוניים והדגימה את הפוטנציאל הטמון בגישה הקונסטרוקטיביסטית במהלך הלמידה של מדעים.