

## עיצוב STEAM לשם הרחבת ההשתתפות במדע

הרחבת ההשתתפות של תלמידים בתכניות מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה (Science, Technology, Engineering, Mathematics, STEM) מוכרת כמטרה חשובה של הרפורמות במערכת החינוך והיא נושא המשוך לתחום של **צדק חברתי**. מחקרים מראים, כי התעניינות התלמידים במדע פוחתת באופן דרסטי בגילאים של חטיבות הביניים, במיוחד בקרב בנות ובני תרבויות מיעוט. מגמה זו קשורה לפרקטיקות סוציו-תרבותיות, המוטמעות בסביבת החינוך הרשמי, השמות דגש על תחרותיות וביצועים גבוהים ולא על שיתוף פעולה וצמיחה אישית. בנוסף לכך, עבור תלמידים רבים כניסה לכיתה מדעים דומה למעבר גבול, לכניסה לתרבות לא מוכרת. לכן, לומדים רבים אינם רואים את המדע כתחום רלוונטי עבורם. מקצועות מדעיים נתפסים כמשעממים, נטולי יצירתיות ורגש.

התפיסה החינוכית החדשה, שנפוצה לאחרונה בארצות הברית, דוגלת בהכנסת האמנות למכלול ה-STEM והפיכתו ל-STEAM (בתוספת האות Art=A), מה שעשוי להקל על "מעבר הגבול" וליצור מעורבות במדע על בסיס ההתעניינות באמנות, בעיצוב ובעשייה. על אף שמדובר בהתפתחות חדשה, מחקרי הערכה כבר מצביעים על השפעתה החיובית של מגמה זו במה שקשור למעורבות עמוקה יותר בפרקטיקות המדעיות, להעלאת ההתעניינות במדע, להרחבת הידע ולפיתוח זהות שקשורה למדעים. למשל, הערכת התערבות בשם "צבעי טבע", שבוצעה במשך שבועיים, בחופשת הקיץ, עבור תלמידות מכיתות ה'-ז', והתמקדה בתפקידי הצבע בביוטכנולוגיה ובאמנות, בקשרים בין מדע האופטיקה לאמנות ובחפיפה בין פרקטיקות המדע לפרקטיקות האמנות. התערבות זו הביאה לשינויים חיוביים בקרב הבנות לגבי יחסן למדע והתעניינותן בו. כמו כן, לגבי שיפור בתפיסת המסוגלות העצמית שלהן לעסוק במדע ובאמנות. כלומר, המודעות לקשר שבין מדע ליצירתיות ולרלוונטיות של המדע לחיי היום-יום פתחה את הדלת בפני שינויים בזהותן של התלמידות וקידמה את פיתוח הזהות המדעית שלהן.

כיצד, אם כן, אפשר לבצע למידת STEAM אותנטית? הרי מדע ואמנות, באופן מסורתי, נחשבים לתחומים קוטביים. במישור האפיסטמולוגי, אמנות שמה דגש על שילוב בין ידע לחוויות אישיות, כאשר המדע מתמקד בחיפוש אחר הממצאים האובייקטיביים. הערכה מדעית מתבצעת על פי קריטריונים ברורים ושיטתיים, כאשר הערכת יצירות אמנות, בדרך כלל, היא תלויה הקשר. המדע שואף להבטיח את יכולת הניבוי ואת החזרה של התופעה, בעוד שהאמנות נוטה לעתים, להדגיש את הייחודיות של היצירה. עם זאת, חוקרים מצביעים גם על מאפיינים משותפים בין שני התחומים: תצפיות קרובות על הטבע כדרך להעלאת שאלות; יצירת מודלים במהלך העבודה ושימוש ביצירתיות לקידום התחום. יישום תכניות STEAM דורש שימוש סלקטיבי בפרקטיקות של מדע ואמנות, כדי לסייע לתהליך של כינון זהות. לכן, על פרקטיקות ה-STEAM לכלול חשיבה מדעית ואמנותית, אבל גם עשייה וניסויים, התואמים לאינטרסים של הלומדים.

---

### התקציר מבוסס על המאמר:

Conner, L. D. C., Tzou, C., Tsurusaki, B. K., Guthrie, M., Pompea, S., & Teal-Sullivan, P. (2017). Designing STEAM for broad participation in science. *Creative Education*, 8(14), 2222-2231.

קידום ההתעניינות ותחושת הרלוונטיות האישית של התוכן הנלמד בקרב בני נוער הוא הצעד הראשון בפיתוח הזדהות עמוקה עם המדע, החיונית ליצירת מעורבות בתחום זה לאורך החיים. גישת ה-STEAM, המכוונת להרחיב את ההשתתפות במדע, חייבת, אם כן, להתמקד בפרקטיקות המעורבות בבניית זהות מדעית, כמו למשל:

❖ העברת המונחים המדעיים להקשר של אמנות והתמקדות במשמעות האישית והאסתטית: בשונה מבניית דגם מדעי, המאפיין את הוראת המדעים המסורתית, הדגש כאן הוא על התאמת הלמידה לאינטרסים או לזהות של הלומד.

❖ התמקדות בתהליך ולא בתוצאה: למידה משמעותית של מדעים ואמנות נובעת מתוך מעורבות בתחום ואינה קשורה דווקא בתוצר הייחודי. בנוסף, התמקדות בתהליך ולא בתוצר הסופי מסייעת גם להתגבר על הביקורת העצמית בתחומי האמנות, האופיינית לילדים בגילאי ההתבגרות ועלולה למנוע את מעורבותם בתחום. לפרקטיקות ה-STEAM יש פוטנציאל להתגבר על ההערכה העצמית השלילית ולאפשר לצעירים להיות מעורבים באופן מלא בפעילות הלימודית.

❖ חקירה פתוחה של תוכן המדע והאמנות: היכולת לחפש ולהתנסות באופן חופשי חיונית לבניית זהות מדעית.

❖ מכוונות של עיצוב לבחירה של אמצעי אמנותי, טכניקה ומסגרת: המכוונות כוללת שימוש בכלים דיסציפלינריים מתחומי המדע והאמנות, וגם בחירה במגוון אמצעים לטיפול של החזון האמנותי.

❖ חזרה באמצעות מספר טיוטות, דגמים וניסויים, המאפשרת לשפר את הביצוע ולחדד את ההבנה.

❖ תקשורת לגבי התהליך ותוצאותיו: המוטיבציה ליצירת מסר בעל משמעות באמצעות הצגת תוצאות מדעיות או יצירה אמנותית מקדמת את הלמידה וגורמת לתלמידים לשפר את הביצוע. הצגת התוצאות עשויה לקדם את תפיסת המדע כפעילות יצירתית ולבנות את ההזדהות עם תחום זה בקרב התלמידים.

דוגמה להתערבות STEAM היא התכנית "ציור עם כימיה", שבמהלכה תלמידים בחנו כיצד ריאקציות כימיות משפיעות על הצבע, וחקרו את צבע הכרוב האדום ואת הצבעים בכלל ולאחר מכן השתמשו בידע זה כדי ליצור פלטת צבעים משלהם, שבאמצעותה הם מציירים. ההתערבות התבצעה לפי השלבים הבאים:

❖ דיון על חומצות ובסיסים, תצפיות על התגובות הכימיות, בחינת האינטראקציות בין חומצות לבסיסים ומסקנות, שנבחרו לשימוש על התלמידים

❖ שימוש בידע שנרכש במהלך השלב הקודם: ניסויים פתוחים עם חומרים ליצירת פלטת צבעים, לפי הצבעים שבהם תלמידים רוצים להשתמש

❖ בדיקת רמת החומציות של חומרים בפלטת הצבעים, כדי למדוד באופן כמותי את ההבדלים בין הצבעים

❖ יצירת תמונה באמצעות ערבוב של צבעים בפלטת הצבעים האישית

❖ הצגת התמונות, דיון ומשוב הדדי

הפרקטיקות של STEAM, שתוארו לעיל, בהתערבויות לעיל, באו לידי ביטוי: (א) הידע שהתלמידים רכשו על התגובות הכימיות ועל הבסיס הכימי לצבעים ממונף לייצור כלים אמנותיים וליצירה אמנותית כאשר במהלך ההתערבות נעשה שימוש בחקירה פתוחה, בחזרה על הניסיונות הקודמים, בשיפור הדרגתי של הטכניקה ובהתאמת הצבעים; (ב) התלמידים בעצמם בחרו את נושא הציור על סמך העדפותיהם האסתטיות ואחרות וגם על בסיס רלוונטיות הנושא עבורם.

ניתן לומר, שההתערבות הקנתה לתלמידים ידע חדש בדבר התגובות הכימיות וכן מיומנויות בתחום הכימיה היישומית. הם השתמשו בידע זה ובמיומנויות אלה גם לשם יצירת אובייקט אסתטי בעל משמעות אישית עבורם. על מנת להשיג את מלוא הפוטנציאל של ה-STEAM, יש להרחיב את השתתפות התלמידים במדע ולקדם את כינון הזהות המדעית שלהם, שתאפשר למידה המשלבת פרקטיקות לאורך החיים גם מחוץ ולאחר בית הספר. ולכן, הדרך המיטבית של ביצוע פעילות STEAM היא להשתמש גם בפרקטיקות המדע וגם בפרקטיקות האמנותיות, כמכלול אחד וכשני רכיבים שווי ערך, המחזקים זה את זה (ולא להשתמש במקצוע אחד בלבד ללמידת המקצוע השני).

### **להלן המלצות מעשיות אחדות באשר לעיצוב התערבויות ה-STEAM:**

- ❖ בעיצוב הפעילות יש להסתמך על הפרקטיקות המאפיינות את המקצוע המדעי הייחודי ואת האמנות. בחירה בפרקטיקות המתאימות מהווה צעד ראשון בעיצוב הפעילות.
- ❖ יש ליצור סביבת למידה המציעה ללומדים מגוון אפשרויות להיות מעורבים בפרקטיקה משמעותית. לפי התפיסה הסוציו-תרבותית של הלמידה, לא ניתן להפריד בין ההקשר לתוכן ולתהליכי הלמידה. יש לתת לתלמידים את האפשרות להשתמש בכלים מדעיים ואמנותיים אמיתיים, לעסוק בחקירה פתוחה, לדון ברעיונותיהם ולהציג את יצירותיהם לחברים.
- ❖ יש להשתמש באסטרטגיות המאפשרות להתמודד עם ביקורת עצמית מוגזמת ועם "הקול הפנימי השלילי", שלעתים קרובות מגביל את היצירתיות בגילאי העשרה ומונע ניסיונות ומעורבות. לשם כך, חשוב להתמקד בתהליך ולא בתוצאה ולאפשר לתלמידים לחזור מספר פעמים על הביצוע לפני השגת התוצאה הסופית.
- ❖ יש להשתמש בפרקטיקות המקדמות את ההזדהות עם המדע בין לומדים מגוונים. לשם כך, חשוב להתמקד בקשר שבין התוכן הנלמד לחיי התלמידים. מתן יכולת בחירה לתלמידים מקדם את הסקרנות שלהם ואת תחושת הפיקוח על הלמידה. תקשורת בין תלמידים למומחים ובינם לבין עצמם, סביב הנושאים הנלמדים והעבודה המעשית, מסייעת ליצור תחושה של מומחיות ולהקנות למדע דימוי של פעילות יצירתית.