

אוניברסיטת בר-אילן

פיתוח

יצירתיות כללית ויצירתיות מתמטית

באמצעות פדגוגית MCR

נעמה טייב

עבודה זו מוגשת כחלק מהדרישות לשם קבלת תואר מוסמך בביה"ס לחינוך של
אוניברסיטת בר-אילן

תשע"ח

רמת גן

תקציר

המחקר בנושא יצירתיות קיבל תאוצה במאה האחרונה. בתחילה, יצירתיות נתפסה כסוג של גאונות, כלומר כתכונה מולדת שאינה יכולה להתפתח. החל משנות השישים, מחקרים בנושא הראו שניתן לפתח יצירתיות, אך הם עדיין התייחסו בעיקר לתכונות היצירתיות ולא לאופן פיתוחה. בשנות התשעים של המאה הקודמת קיבל המחקר תאוצה בכיוון של יצירתיות בחינוך (לב-זמיר, תשע"ד).

אין הגדרה מקובלת רשמית ויחידה ליצירתיות (Mann, 2006; Sriraman, 2005). ישנו מגוון רחב של תפיסות ודעות על מהותה של היצירתיות, המשתנות מעת לעת. מקיומן של כל כך הרבה הגדרות שונות ומגוונות, ניתן להסיק כי היצירתיות היא תופעה מורכבת, בעלת ממדים רבים, שכל אחד מהם יוצר הגדרה שונה.

ישנן מערכות מבחנים רבות שמודדות יצירתיות. טורנס (Torrance, 1974) ניסה ליצור סיטואציות שמייצגות את התהליך היצירתי, כשהציונים שלהן מתבססים על ארבעת המרכיבים ליצירתיות שהציע גילפורד (Guilford, 1971): שטף (fluency), גמישות (flexibility), מקוריות (originality) ושכלול (elaboration). שטף הוא מספר התשובות או הרעיונות שהועלו במסגרת הזמן המוקצב. גמישות היא מספר הקטגוריות, המחלקות, של התשובות או הרעיונות שהועלו. מקוריות היא באיזה מידה הרעיון שהועלה הוא נדיר. שכלול מתייחס ליכולת לתאר, להאיר, ולהכליל רעיונות.

חוקרים רבים מציינים את חשיבותה של הוראת המתמטיקה בדרך שמעודדת יצירתיות בקרב התלמידים (לב-זמיר, תשע"ד). מברך (2016), הציעה שמשימות מתמטיות העשויות לפתח את היצירתיות הן בעלות המאפיינים: מורכבות (complex), לא מוכרות (unfamiliar) ולא שגרתיות (non-routine). ובקיצור: CUN.

את המונח מטה-יצירתיות (meta-creativity), הזכירה בעבר ברוצ' (Bruch, 1988). היא הסבירה שמשמעותו היא, המודעות למחשבות ולרגשות במהלך חוויות יצירתיות. כלומר, מטה-יצירתיות היא עריכת תצפיות פנימיות על תהליכים יצירתיים ומאפיינים אישיים, שיוצרים משהו חדש. ברוצ' (Bruch, 1988) ציינה את חשיבותה של מטה-יצירתיות, וטענה כי דימיון יצירתי חשוב יותר מידיעות מספר לימוד.

מברך (2016) פיתחה את פדגוגית MCR (meta-creativity), לפיתוח מטה-יצירתיות בכיתה: לפי שיטה זו, ראשי התיבות CREATE מספקים מסגרת עבור השלבים הבסיסיים של קידום היצירתיות בכיתה: Core problem and sub-problems (לב הבעיה ובעיות המשנה), Reconstruct connections to generate ideas (להעלות קשרים כדי ליצור רעיונות), Explaining and Experimenting (הסבר והתנסות), Additional strategies/ methods / technologies (אסטרטגיות / שיטות / טכנולוגיות נוספות), True – but (נכון – אבל), Evaluation (הערכה).

כדי ליישם בהצלחה את פדגוגית MCR, נחוצים ארבעה עקרונות:

(1) אימון מפורש של תהליכי MCR: שאלות מטה-יצירתיות יישומיות, שהתלמידים נדרשים לענות עליהם בבואם לפתור בעיות שונות. השאלות במחקר זה חוברו בהשראת עקרונות CREATE, אך לא כללו את כל ההיבטים הנכללים ב-CREATE: א. פרק/י את הבעיה לרכיבים שלה: אילו נתונים את/ה חושב/ת שעליך לדעת כדי לפתור הבעיה? ב. אם היו ידועים לך הנתונים

שכתבת, כיצד היית משתמשת/ת בהם כדי לפתור את הבעיה? ג. האם הפתרון שקיבלת הגיוני? או לחלופין- האם את/ה תקוע/ה? למה? ד. יש עוד דרך לפתור את הבעיה? מצא/י כמה שיותר דרכים/פתרונות!

(2) הטבעת MCR בתוכן הנלמד: חשיפה לתוכן המזמן שימוש במC R במהלך הלמידה. כגון, משימות CUN.

(3) יידוע הלומדים לגבי התועלת של MCR כדי לגרום להם להפעיל את המאמץ הנוסף הראשוני.

(4) אימון ממושך, על מנת להבטיח יישום חלק ומתחזק של עקרונות הMCR.

"CREATE" מבוסס על פדגוגיה מטה-קוגניטיבית (MC), שנקראת IMPROVE,

שפיתחו מברך וקרמרסקי (Mevarech & Kramarski, 2014). על שיטת IMPROVE נעשו הרבה עבודות ומחקרים, ונמצאו ראיות המצביעות על ההשפעות החיוביות הגדולות שיש לה על חשיבה מתמטית-מדעית.

במחקר הנוכחי ניסינו לבחון האם פדגוגיית MCR, מפתחת את היצירתיות הכללית

והיצירתיות המתמטית, בקרב תלמידים הלומדים בכיתות ט'-י'. לצורך המחקר פותח על ידי החוקרת כלי לבדיקת יצירתיות מתמטית המבוסס על מבחני הTTCT, ומותאם לתחום

המתמטיקה. ניסינו לענות על השאלות: (1) האם כלי המחקר לבדיקת יצירתיות מתמטית תקף?

(2) מהי השפעת פדגוגיית MCR על יצירתיות כללית בקרב תלמידי כיתות ט'-י', ועל כל אחד מארבעת המרכיבים שלה: שטף, גמישות, מקוריות, שכלול? (3) מהי השפעת פדגוגיית MCR על היצירתיות המתמטית בקרב תלמידי כיתות ט'-י', ועל כל אחד מארבעת המרכיבים שלה: שטף, גמישות, מקוריות, שכלול?

במחקר השתתפו 110 תלמידים, מתוכם 94 (85.5%) בנות ו-16 (14.5%) בנים, הלומדים

בכיתות ט' (n=70, 63.6%) או בכיתות י' (n=40, 36.4%). רוב האבות (n=76, 69.1%) ורוב

האימהות (n=95, 86.4%) של המשתתפים היו בעלי תואר אקדמי. המשתתפים למדו בהקבצות

שונות במתמטיקה. רובם למדו ב-5 יח"ל (n=69, 62.7%), חלקם ב-4 יח"ל (n=27, 24.5%)

ומיעוטם ב-3 יח"ל (n=14, 12.7%).

במחקר זה נעשה שימוש בחמישה כלי מחקר: מבחן לבדיקת יצירתיות כללית

(Torrence, 1974), מבחן לבדיקת יצירתיות מתמטית, איסוף של נתונים דמוגרפיים, שאלון

עמדות כלפי יצירתיות ומתמטיקה ושאלון משוב על תרומתה של ההתערבות.

לצורך בדיקת השערות המחקר, משתתפי המחקר נחלקו לשתי קבוצות: קבוצת

התערבות וקבוצת השוואה. בקבוצת ההתערבות השתתפו 54 תלמידים. קבוצת ההתערבות

נדרשה להשתתף במבחן הקדם, בהתערבות ובמבחן הבתר. מבחן הקדם כלל מבחן לבדיקת

יצירתיות כללית (ראה נספח 1), מבחן לבדיקת יצירתיות מתמטית (ראה נספח 3), איסוף של

נתונים דמוגרפיים (ראה נספח 9) ושאלון עמדות כלפי יצירתיות ומתמטיקה (ראה נספח 10).

במהלך ההתערבות, שארכה ארבעה שבועות, נדרשו התלמידים לענות על ארבעה מבחנים לבדיקת

יצירתיות מתמטית, מבחן אחד בשבוע (ראה נספחים 5-8). המבחנים הוצגו לפנייהם באופן מקוון

ושילבו ליווי לפתרון הבעיה המבוסס על פדגוגיית MCR: התלמידים נדרשו לפתור את הבעיה תוך

שימוש בשאלות מטה-קוגניטיביות מלוות. מבחן הבתר כלל מבחן לבדיקת יצירתיות כללית (ראה

נספח 2), מבחן לבדיקת יצירתיות מתמטית (ראה נספח 4) ושאלון משוב על תרומתה של

ההתערבות (ראה נספח 11).

בקבוצת ההשוואה השתתפו 56 תלמידים. קבוצת ההשוואה נדרשה להשתתף במבחן הקדם ובמבחן הבתר. מבחן הקדם היה זהה לחלוטין למבחן הקדם שניתן לקבוצת ההתערבות. מבחן הבתר שניתן לקבוצת ההשוואה כלל מבחן לבדיקת יצירתיות כללית (ראה נספח 2), מבחן לבדיקת יצירתיות מתמטית (ראה נספח 4), אך לא כלל שאלון משוב על תרומתה של ההתערבות. לא נמצאה תלות מובהקת או הבדלים מובהקים בין משתני הרקע לבין קבוצות המחקר, לכן לא הסתמן צורך בפיקוח על משתני הרקע במסגרת בדיקת השערות המחקר.

במסגרת בדיקתה של שאלת המחקר הראשונה נמצא דפוס דומה מאד של היחס שבין הממוצעים של מדדי היצירתיות השונים, בין כלי המחקר שפותח (המבחן לבדיקת יצירתיות מתמטית) ובין מבחן שימושים שונים לחפץ (TTCT), שפותח על ידי טורנס, וניתן להסיק מכך על תוקף חיצוני (מתכנס), ותוקף מבנה של הכלי שפותח. בנוסף, נמצא קשר בין הציון של המשתתפים ברובם של מדדי היצירתיות, ובין הגדרתם העצמית עבור רמת היצירתיות שלהם. בנוסף, נמצאו אחוזי הסכמה גבוהים בין השופטים, וכן נמצאו מתאמים חיוביים, מובהקים ובינוניים בין הציונים במבחן-מבחן חוזר, בדומה לממצאים במבחן לבדיקת יצירתיות כללית.

במסגרת בדיקתה של שאלת המחקר השנייה, על מנת לבדוק את יעילותה של תכנית ההתערבות בשיפור היכולת היצירתית ולאור ההבדלים בין קבוצות המחקר בשלב הקדם, נערכה סדרת ניתוחי שונות חד כיווני one-way MANCOVA ו-one-way ANCOVA תוך פיקוח על ציוני הקדם. במבחן שימושים שונים לחפץ (TTCT), נמצאו הבדלים מובהקים בין קבוצות המחקר במדד הכללי של היצירתיות, וכן במדדים שטף, גמישות ומקוריות. על פי הממוצעים המתוקנים, בשתי קבוצות המחקר חלה ירידה ברמת היצירתיות, אך בקבוצת ההשוואה הירידה הייתה גדולה יותר. במדד השכלול לא נמצא הבדל מובהק בין הקבוצות. בנוסף נמצא קשר בין ציוני המשתתפים עבור רובם של מדדי היצירתיות (יצירתיות כללי, שטף ומקוריות, ובאחת מהשאלות גם מדד הגמישות), ובין ההיתרמות שלהם משתי שאלות מלוות, שהמשתתפים נעזרו בהן במהלך ההתערבות.

במסגרת בדיקתה של שאלת המחקר השלישית, על מנת לבדוק את יעילותה של תכנית ההתערבות בשיפור היכולת היצירתית המתמטית ולאור ההבדלים בין קבוצות המחקר בשלב הקדם, נערכה סדרת ניתוחי שונות חד כיווני one-way MANCOVA ו-one-way ANCOVA תוך פיקוח על ציוני הקדם. בכל מדדי היצירתיות במבחן לבדיקת יצירתיות מתמטית, לא נמצאו הבדלים מובהקים בין קבוצות המחקר בשלב הבתר, תוך פיקוח על ציוני המדדים בשלב הקדם. לעומת זאת, נמצא קשר בין ציוני המשתתפים עבור כל מדדי היצירתיות (למעט מדד השכלול), ובין ההיתרמות שלהם משתי שאלות מלוות, שהמשתתפים נעזרו בהן במהלך ההתערבות. שתי השאלות שהמשתתפים העידו שהן עוזרות להם לענות תשובות יצירתיות יותר, היו שאלות שהם נדרשו לענות עליהן לאחר התנסות כלשהי עם הבעיה. ואילו השתיים שלא נמצאו כתורמות ליצירתיות, עוסקות בהכנה לפתרון הבעיה. באופן טבעי, לאחר התנסות עם פתרון הבעיה, קל יותר לדווח על תהליך הפתרון. לעומת זאת, קשה יותר לענות על שאלות המקדימות להתנסות עם פתרון הבעיה.

במסגרת בדיקת התפלגות הממצאים לפני נתוני הרקע נמצא כי ישנם הבדלים מובהקים בין בנים ובנות בחלק ממדדי היצירתיות (יצירתיות כללי, שטף, גמישות) במבחן לבדיקת יצירתיות מתמטית, וכן נמצאו הבדלים בין תלמידי כיתות ט' לתלמידי כיתות י', בחלק ממדדי

היצירתיות (יצירתיות כללית, גמישות, מקוריות) במבחן לבדיקת יצירתיות כללית. בשאר הנתונים הדמוגרפיים שנבדקו לא נמצאו הבדלים.

במסגרת איסוף ממצאי המחקר, נמצא כי ישנו קשר מובהק בין שלושת מדדי היצירתיות: שטף, גמישות ומקוריות. שכלול, לעומת שאר המדדים, נמצא פחות קשור אליהם. יתכן שמשתתף הציג רק אזכור אחד, אבל מאד פירט אותו, וקיבל ציון גבוה מאד עבור שכלול, לעומת משתתף אחר, שכתב המון אזכורים ללא פירוט. ואכן, במבחן המקורי של טורנס צויין כי את מדד השכלול ניתן לבדוק בעיקר במבחן הציורי, ולא במבחן המילולי (נבו, 1997).

בנוסף, נמצא כי בתחילת המחקר היצירתיות, גם הכללית וגם המתמטית, היו גבוהות מאד ביחס להמשך המחקר. ניתן לומר כי בתהליך איסוף הנתונים ובתחילת המחקר ניתנו למשתתפים תחושת שייכות וקשר אישי, תחושת מסוגלות ואוטונומיה. כל אלו יצרו אצל המשתתפים מוטיבציה פנימית גבוהה, שעזרה להם להיות יצירתיים יותר. בהמשך המחקר, המוטיבציה הפנימית פחתה, בגלל הירידה במרכיביה: ולכן גם היצירתיות הלכה ופחתה באופן כללי, ביחס לרמת היצירתיות ההתחלתית. בנוסף ניתן להסביר את השינויים ברמת היצירתיות בכך שכבר בתהליך ניתוח התשובות שהתקבלו לשאלונים השונים של ההתערבות, ניתן היה לראות שכל אחת מהבעיות המתמטיות שניתנו במסגרת המבחן לבדיקת יצירתיות מתמטית דרשה יכולות יצירתיות שונות. ניתן לומר כי כדי לבחון את יעילותה של פדגוגיית MCR, בפיתוח חשיבה יצירתית מתמטית, נדרשים שני שינויים עיקריים: שינוי הבעיות המתמטיות לכאלה שמתאימות כדי לבחון את היצירתיות, ומזמנות לתלמידים את אותן מיומנויות. שינוי שתי השאלות המלוות הראשונות.

במהלך המחקר נשרו בניס רבים לעומת הבנות. יתכן כי מבנה הבעיות, שדרשו תשובות מילוליות גרמו לנשירתם של הבנים, ולהישארותן של הבנות (TIMES, 1999). במחקר זה לא היתה אופירה תחרותית, ויכול להיות שחסרונה של התחרותיות, גרם גם הוא לנשירתם הגדולה של הבנים (מברך וליברמן, 2001).

בנוסף, נמצא כי תלמידי כיתות י' קיבלו ציונים גבוהים יותר מתלמידי כיתות ט' במבחן לבדיקת יצירתיות כללית, וזאת בהתאם לעקומות של גילפורד (גילפורד, 1972) וגארדנר (גארדנר, 1995), המתארות כי בשנות העשרה, רמת היצירתיות הולכת וגדלה.

מגבלות המחקר הן: מספר התלמידים המשתתפים אינו רב, ייתכן שהתוצאות יהיו שונות אם נשתף תלמידים בגילאים אחרים. משך תקופת ההתערבות אינו ארוך וההתערבות הינה מקוונת ולא בשיעורים פורמליים בבתי הספר. ייתכן כי מדגם אשר יכיל בניס ובנות באופן שווה יניב תוצאות שונות.

מומלץ לערוך מחקרי המשך שבהם ישנה קבוצה שעונה על כל הבעיות, גם אלו של ההתערבות, אך ללא השאלות המלוות. מחקרים שיבחנו את ההתערבות בכתה ולא בפורום אינטרנטי. לבחון גילאים שונים, להוסיף משתני רקע ולהשתמש במשימות מתמטיות תקפות.