

האם מחוננות ויצירתיות הן מילים נרדפות במתמטיקה? ניתוח תיאורטי של מבנים

תקציר

מחקרים רבים מצביעים על כך, כי התכונות ההתנהגותיות של תלמידים יצירתיים אינן תואמות לכללי ההתנהגות המקובלים במוסדות חינוך וגם לא לנורמות ההוראה. לעומת המחוננות, שלעתים קרובות נתפסת כקשורה ליכולת להסתגל לנורמות הקיימות, יצירתיות נתפסת כתכונה גבולית ומסוכנת; לא כל המורים מנסים לטפח אותה, ורק לעתים רחוקות היא זוכה לעידוד במסגרת המערכת הבית ספרית. גם המעבר של מערכת החינוך להערכה סטנדרטית קובעת אינו מטיב עם היצירתיות ופוגע בהכנת התלמידים לקראת האפשרות של עיסוק במתמטיקה כמקצוע. בעוד שמתמטיקאים מקצועיים עובדים עם בעיות פתוחות ומתמודדים עם אי הוודאות, תכניות הלימודים רק לעתים רחוקות מעניקות לתלמידים גישה פתוחה למתמטיקה.

בתחום הפסיכולוגיה החינוכית פותחו הגדרות שונות ליצירתיות. יצירתיות נתפסת ככרוכה ביכולת להגיע לתוצאות מקוריות ולא שגרתיות, חדשנות, פתרון בעיות תוך כדי "יציאה מהקופסה". מודגש כי יצירתיות דורשת שילוב של ידע, יכולת, סגנון חשיבה, הנעה ומשתנים סביבתיים. פיתוח יצירתיות מתמטית מהווה בסיס לאפשרות להמשיך ולעסוק במתמטיקה גם לאחר סיום בית הספר. כמובן, לא ניתן לצפות מתלמידי מתמטיקה לספק פתרונות יצירתיים לבעיות המתמטיות העומדות על הפרק; עם זאת, תלמידים בהחלט יכולים לגלות יצירתיות במה שקשור לגישות ולהיבטים חדשים לבעיות ולנושאים הנלמדים. יצירתיות מתמטית של ילדים היא תהליך שמסתיים בפתרון חדש או לא שגרתי לבעיה הנדונה ובעיות דומות. כמו כן, ניסוח שאלות חדשות או אפשרויות כדי לבחון את הבעיה מזווית ראייה חדשה. יש לציין, כי המגמה לניסוח מחודש של בעיה ומציאת בעיות דומות לזו הנדונה מאפיינות את הגישה היצירתית למתמטיקה גם בקרב מדענים וגם בקרב תלמידים.

הספרות הענפה המוקדשת למחוננות מתמטית ולמאפייני החשיבה המתמטית מאפשרת להצביע על מספר יכולות ומיומנויות קוגניטיביות, המאפיינות תלמידים, שאותם מקובל לראות כמחוננים:

- ✓ יכולת חשיבה מופשטת וזיהוי מסגרות מתמטיות.
- ✓ יכולת ניהול מידע.
- ✓ שליטה בעקרונות החשיבה הלוגית וההיסק.
- ✓ יכולת לחשיבה אנלוגית והאוריסטית.
- ✓ גמישות חשיבתית.
- ✓ תחושה אינטואיטיבית של הוכחה מתמטית.
- ✓ חשיבה עצמאית - יכולת להגיע לעקרונות מתמטיים באופן עצמאי.
- ✓ מיומנויות של פתרון בעיות.
- ✓ יכולת "ויזואליזציה" של הבעיות והתהליכים.
- ✓ יכולת חשיבה רקורסיבית.
- ✓ יכולת למידה מואצת.

התקציר מבוסס על המאמר:

Sriraman, B. (2008). Are giftedness and creativity synonyms in mathematics? A theoretical analysis of the constructs. In: B. Sriraman (Ed), *Creativity, giftedness, and talent development in mathematics*, 85-112. Charlotte: IAP.

לחלק מהמיומנויות הללו יש חשיבות מיוחדת לא רק עבור תהליך הלמידה, אלא עבור פיתוח יצירתיות מתמטית ובחירה במתמטיקה כמקצוע. נמצא, כי על מנת להמשיך בקריירה של מתמטיקה ולהיות מסוגל ליצור פתרונות מתמטיים חדשים, חשובות במיוחד המיומנויות של היסק, בניית עקרונות תיאורטיים וחשיבה רקורסיבית.

מטה-ניתוח של המחקרים העוסקים בפיתוח היצירתיות המתמטית מאפשר להצביע על חמשת העקרונות הכלליים, שאותם ניתן ליישם בהוראת המתמטיקה לבני נוער ושמקדמים פיתוח של יצירתיות, במיוחד בקרב תלמידים מחוננים.

עיקרון הגשטלט

תפיסת הגשטלט רואה ביצירתיות המתמטית תהליך של בחירה בין השאלות שמביאות להגשמה ופיתוח לבין השאלות שאינן מוסיפות רבדים חדשים. תהליך זה מורכב מארבעה שלבים: הכנה, אינקובציה, הארה ואימות. יש לציין, כי דגם הגשטלט ספג ביקורת רבה בעקבות המקום המרכזי שתופסים בו כוחות תת המודע בשלב האינקובציה. עם זאת, מחקרים רבים שנערכו על תהליכי יצירה מדעית ומתמטית אישרו את תקפות הדגם. כך, מתברר, כי לאחר העבודה הממושכת על הבעיה (שלב ההכנה), ללא פריצת דרך, מתמטיקאים רבים משאירים אותה בצד לזמן מה. ה"השארה בצד" היא שלב האינקובציה, שמאפשר בסופו של דבר לפתח תובנות חדשות ולהגיע לשלב ההארה, שמספק גישה חדשה המביאה לפתרון. כאמור, דגם הגשטלט אומת בעבודה המקצועית של מתמטיקאים, אך הוא אינו בא לידי ביטוי בהוראת המתמטיקה בכיתה. על המורים לעודד את התלמידים ובמיוחד את המחוננים שביניהם לעסוק בפתרון בעיות מתמטיות לאורך זמן ולנסות את פרקטיקה של "אינקובציה", השארת בעיה בצד. חשוב מאוד לאפשר לתלמידים לחוות את האופוריה של רגע ההארה – הגילוי העצמאי של הפתרון.

עיקרון אסתטי

לעתים, מתמטיקאים מציינים את ההיבטים האסתטיים של עבודתם ואת ההערכה הגבוהה שמקבלת הוכחה "יפה", כזאת שאינה מורכבת מדי, אך מגלה קשרים חדשים, משלבת בין הרעיונות מהתחומים השונים של המתמטיקה ומשתמשת בטכניקות לא שגרתיות. מתמטיקאים רבים רואים בעבודתם תהליך אסתטי דומה ליצירתם של צייר או משורר. מחקרים שנעשו לאחרונה הראו, כי תלמידי חטיבות ביניים ובתי ספר תיכוניים מסוגלים לחוות ולהעריך את היופי של פתרון פשוט של בעיה מתמטית מורכבת. על המורה לשים דגש על הממד האסתטי של המתמטיקה ולתת לו ביטוי בעת ההערכה.

עיקרון נטילת סיכונים

מתמטיקאים מקצועיים נוטלים סיכון משמעותי כשהם מציעים פתרונות חדשים לבעיות קיימות. אם עמיתיהם ימצאו פגם בהוכחה, שמם הטוב והקריירה שלהם עלולים להיפגע, לעתים בצורה משמעותית ביותר. על המורים לעודד תלמידים ליטול סיכונים, לנהל דיונים פתוחים, שבהם תלמידים מחוננים יוכלו להציג את הפתרונות בפני הכיתה ולקיים דיון.

עיקרון המדעיות

תפיסת היצירתיות כתורמת לאתגור הפרדיגמות הקיימות והרחבת תחום הידע הקיים: על המורים לעודד את התלמידים להציע גישות חלופיות, גם אם הן, על פניו, אינן מביאות לפתרון הבעיה. יש לטפח אווירה המקדמת ויכוח וביקורת בונה, שאותה ניתן להפנות גם כלפי המורים. חשוב לעבוד עם התלמידים על התהליכים של

הפשטת הבעיות והצבת בעיות דומות בהקשרים אחרים. על המורים להראות גמישות בהתייחס לקצב התקדמות תכנית הלימודים.

עיקרון אי-הוודאות

היכולת להתמודד עם אי הוודאות, לייצר בעיות פתוחות: עולמו של מתמטיקאי מקצועי מלא אי-ודאות ואמביוולנטיות. על מנת לפתח את היצירתיות, תלמידים חייבים לדעת להתמודד עם אי-ודאות. על המורה לתת תמיכה רגשית לתלמידים שמתייאשים מלפתור בעיה קשה. כמו כן, חשוב מאוד להעניק לתלמידים את האפשרויות לא רק לפתור בעיות, אלא גם להציג בעיות אחרות ולעבוד על היכולת להבחין בין בעיה טובה לבעיה לא טובה, בין בעיה מתמטית לבעיה מתחומים אחרים, בין בעיה פתירה לבעיה שאינה פתירה. הדגם שפותח בגרמניה שם דגש על היכולת לפתח ולהציג בעיה. זאת, לעומת הדגמים שפותחו בארצות הברית, המתמקדים בלמידה מואצת של המונחים והתהליכים השייכים לתכנית הלימודים הבית ספרית ולהכנת התלמידים לעבודה מתקדמת.

חמשת העקרונות הנ"ל מגלמים את התפיסה של מתמטיקאי יצירתי כאיש אשכולות, שיודע לקשר בין תחומי ידע שונים ומשלב בין מדע לאמנות.

ניתן להצביע על מאפיינים נפוצים של סגנון חשיבה לפי הגישה המולטי-דיסציפלינארית ללמידה מתמטית:

- ✓ יכולת חשיבה ויזואלית.
 - ✓ שינויים תדירים בזווית הראייה.
 - ✓ יכולת חשיבה אנלוגית.
 - ✓ העדפת רעיונות פשוטים על פי רעיונות מורכבים ("תערו של אוקס").
 - ✓ מודעות לגבולות התחום האפיסטמולוגי ואינטרס לנושאים הנמצאים על גבול תחומים שונים, כמו חקר פרדוקסים שמצביעים על הקשר ההדדי בין מתמטיקה לשפה ולבסיסו האפיסטמולוגי של המדע.
- להלן מוצג הדגם הקונצפטואלי שמקשר בין המונחים של חוננות ויצירתיות בבתי הספר ובעולם המתמטיקאים המקצועיים.

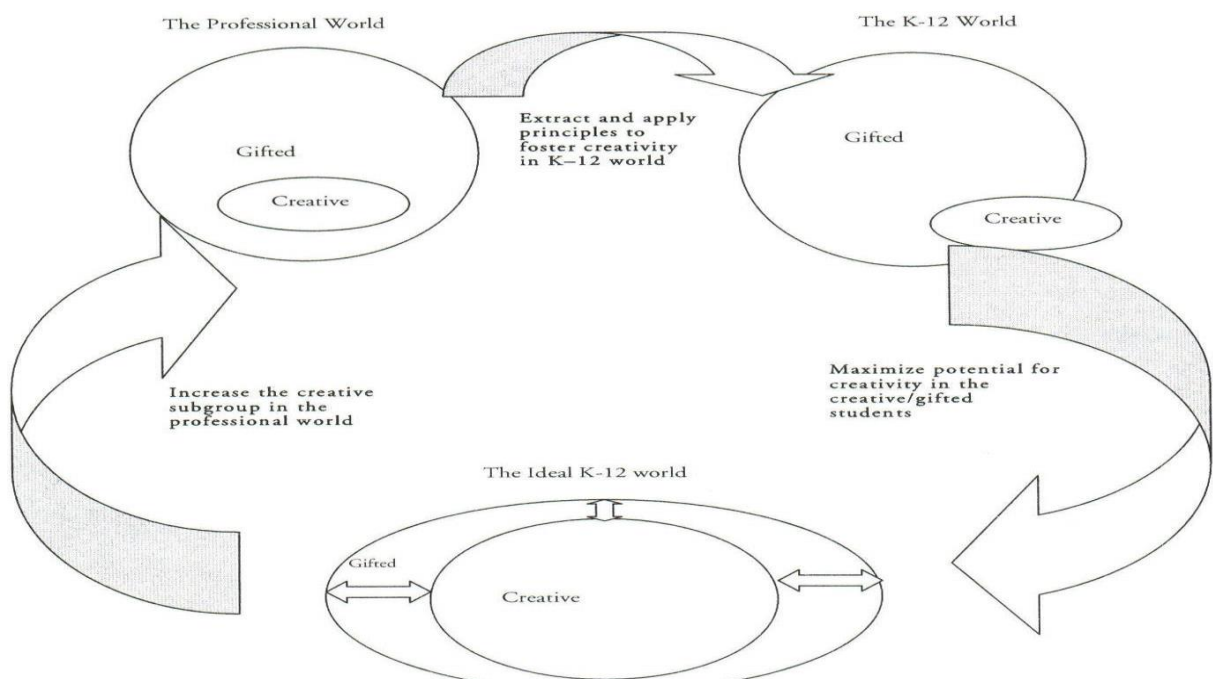


Figure 2. Maximizing the compatibility of creativity and giftedness