

צלילי המתמטיקה

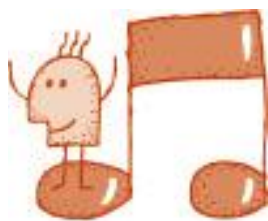
מודל בין-תחומי בהכשרת מורים למתמטיקה בגיל הרך ובכיתות היסוד

יפעת סימפסון ודורית פטקין

שניתן למצוא דוגמאות לפעילויות ומערכי שיעור בספרים, במאמרים וברשת האינטרנט, ההדרכה הפדגוגית בנושא היא ברובה מעורפלת, וכן כי יש צורך בשינוי תפישות מורים לגבי תכניות הלימודים ולגבי שימוש בשיטות הוראה אינטגרטיביות.

אדלסון וג'ונסון (Edelson & Johnson, 2003), בהתייחסן לתאוריית האינטליגנציות המרובות של גארדנר, מציינות במאמרו כי הוראה אינטגרטיבית של שתי הדיסציפלינות, מוסיקה ומתמטיקה, אפקטיבית יותר כאשר הילד ניהן באינטליגנציה מוסיקלית מפותחת. בנוסף, הן טוענות כי פעילויות המשלבות מוסיקה בהוראת המתמטיקה לא בהכרח מצריכות הכשרה מוסיקלית פורמלית מצד המורה.

סלע וסרברו (2003) חשפו ילדי גן לאוריינות מוסיקלית ומתמטית ובדקו 'באיזו מידה ניתן לשלב בין המתמטיקה והמוסיקה על מנת להעצים את תהליכי הלמידה של ילדי הגנים בשני התחומים'. הן מצאו כי ילדים, שנטו להתקשות בספירה ומנייה וחיבור עד 10, התגברו על הקושי כשפעולות חשבון אלו הוצגו בפניהם בהקשר מוסיקלי. יתרה מכך, הן העידו כי 'בסיום גן החובה הצליחו רבים מהילדים לפתור תרגילי חשבון אך מעבר לעשרת הראשונה ולהבין את משמעות החצי בהקשר הרייתי-כמותי'. מסקנתן הבסיסית היא כי הוראת שתי מערכות הסמלים (המתמטית והמוסיקלית) זו לצד זו תורמת להעמקת תהליכי למידה בקרב ילדים.



תקציר

מטרת המאמר להציג גישה בין-תחומית בהכשרת מורים המבוססת על מודל המשלב מוסיקה בהוראת מתמטיקה. בד בבד עם חשיפה להוראה חווייתית ומשמעותית של מושגים במתמטיקה רוכשים הלומדים גם ידע במושגים מוסיקליים בסיסיים.

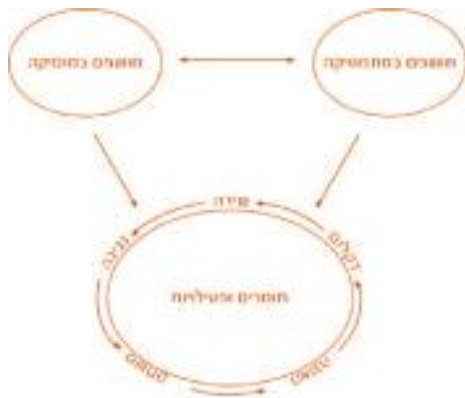
שלוש מרצות במכללה להכשרת מורים, האחת בתחום המוסיקה והשתיים האחרות מהחינוך המתמטי, פיתחו מערכי שיעור החושפים סטודנטים לאבני יסוד באוריינות מוסיקלית ולפעילויות מוסיקליות במסגרת שיעורי מתמטיקה לגיל הרך ולכיתות היסוד, וזאת במטרה להכשיר אותם להוראת מתמטיקה בשילוב מוסיקה. מערכי השיעור כוללים הצגה הדרגתית של מושגים וסמלים מוסיקליים וביצוע מוסיקלי, כשבכל שלב מוצגים במקביל המושגים המתמטיים הרלוונטיים ומודגש הקשר בין שתי מערכות הסמלים. יעילות המודל טמונה בשימת הדגש על סוגיות פדגוגיות העולות מהשימוש הסימולטני באוריינות המוסיקלית והמתמטית.

רקע תאורטי

הוראת המתמטיקה בשנים האחרונות נתמכת רבות על-ידי עזרים ויזואליים (קורן, 2001) וטקסטואליים (פטקין, מלאת ועזר, 2004) אך ישנן דוגמאות מועטות בספרות המקצועית המתעדות הוראת מתמטיקה בשילוב מוסיקה, בפרט ברמת הכשרת מורים.

סטיל ובוביס (Still & Bobis, 2003) שאלו במאמרו את השאלה המהותית - האם הוראה אינטגרטיבית המשלבת מוסיקה ומתמטיקה דורשת בהכרח מומחיות דיסציפלינארית בכל אחד משני התחומים. בנוסף, הן ביקשו לבדוק ולהשוות את הידע הדיסציפלינארי, הגישות החינוכיות, והפרקטיקה הפדגוגית, בקרב מורי בית ספר יסודי המשלבים מוסיקה ומתמטיקה, ומצאו כי למרות

סוגי החומרים והפעילויות כוללים: דקלום, שירה, נגינה, משחק, האזנה ותנועה, והם מושתתים על גישות נפוצות בחינוך מוסיקלי לגיל הרך, כמו: קודאי, אורף ודלקרוז (Kodaiy, Orff, Dalcroze)



מערכי השיעור מוצגים לסטודנטים לאחר חשיפה למושגים ותפישות פדגוגיות במתמטיקה בנושאים הרלוונטיים. בכל שיעור במודל ייתכנו שלושה שלבים היררכיים של למידה מוסיקלית, עם רמות שונות של אינטגרציה בין שתי הדיסציפלינות:

1. שלב האוריינות המוסיקלית: שלב הצגה הדרגתית של מושגים וסמלים מוסיקליים והדגשת ההקבלה בין שתי 'השפות'. הקניית בסיס באוריינות מוסיקלית עולה למשל בקנה אחד עם תכנית הביניים של משרד החינוך (תשס"ז) המציבה כמטרה מרכזית: 'לימוד והכרת עקרונות ומושגים מוסיקליים בסיסיים'. החשיפה למודל משרתת לא רק את הצרכים המתמטיים של המוכשרים להוראה אלא גם את צרכיהם המוסיקליים ולכן יעילה לשתי הדיסציפלינות.

2. שלב הקניית החומרים והפעילויות: בשלב זה נלמדים החומרים המוסיקליים (שירים, משחקי מקצב, נגינה בכלים ועוד). בהקניית חומרים שחוברו במסגרת המודל מובא בפני הסטודנטים תהליך יצירתם על כל שלביו, בכדי שיהווה עבורם דוגמה מוחשית לאפשרות ההמצאה או המניפולציה של חומרים, ויעודד בקרבם חופש יצירתיות. במקביל, מתבצעים תהליכים דידקטיים חשובים, כמו שימוש באינטליגנציה פיסית/תחושתית להפנמת ערכים מוסיקליים

'צילי המתמטיקה' - מודל בין-תחומי

המודל 'צילי המתמטיקה' מקשר בין שתי דיסציפלינות- מתמטיקה ומוסיקה. המתמטיקה היא חלק מרכזי מתכנית הלימודים של משרד החינוך (תכנית הלימודים במתמטיקה לבית הספר היסודי, 2006), ותכנית המסגרת לגן הילדים (1995)¹. במקביל, משרד החינוך הנפיק בתשס"ז 'תכנית ביניים ליישום נושאים נבחרים בתחומי החינוך לאמנויות בגיל הרך' (2007), ובה ערכת אמנות לגננת הכוללת רצינאל חינוך לאמנויות (ביניהן מוסיקה), וכן רעיונות לפעילויות. תכנית הביניים מדגישה את חשיבות המוסיקה בחינוך לגיל הרך כמפתח 'יכולות וכישורים בסיסיים של הילד, תוך שילובם של היבטים רגשיים, קוגניטיביים ופסיכו-מוטוריים'. אחת מהמטרות הנזכרות בתכנית היא 'יצירת זיקות גומלין בין תחום המוסיקה ובין עולמות תוכן אחרים'.

המודל 'צילי המתמטיקה' פותח ויושם עד כה במסגרת קורס להוראת המתמטיקה במכללה להכשרת מורים, והוא מורכב ממערכי שיעור הכוללים חומרים ופעילויות המבוססים על מושגים יסודיים במתמטיקה ובמוסיקה. **המושגים המתמטיים המוקנים במודל כוללים:** שמות וכתובת סמלי המספרים מ-0 עד 9 (כתיבה תקנית של הסמלים הגראפיים של המספרים מ-0 עד 10), ספירה ומנייה (עיקרון הסדר הקבוע, מספר מונה, מספר סודר), הבנת מושג האפס, פעולות חיבור וחיסור עד 10, לוח הכפל, דגמים וסדרות (איברי סדרה, חוקיות), מיון לקבוצות (תורת הקבוצות, קריטריונים לחלוקה, תכונת הקבוצה, סט מיון, קבוצה ריקה), השברים חצי, רבע, שמינית והיחסים בין החלק לשלם.

המושגים המוסיקליים המוקנים במודל כוללים: סולם צילי, ערכי מקצב (שלם, חצי, רבע ושמינית), מפעם (איטי, מתון, מהיר), משקל (זוגי, משולש), פעמה (חזקה, חלשה), תיבה מוסיקלית, ועוצמת צליל.

1. המוסיקה כדיסציפלינה אינה כלולה כיום בתכנית הלימודים ונתפשת עדיין כמערכת החינוך כאלמנט העשרה בר חשיבות קוריקולארית משנית.

באמצעות התנסות שכזו מפתחים הלומדים מודעות ויכולות הפקה קולית עשירה ומושכלת יותר, ונוכחים באפקטיביות של סימני יד להנחיה מוסיקלית². את המיומנויות הללו הם מיישמים אחר כך בהקניית פעילויות ווקליות ותנועתיות להכרת שמות המספרים, והמחשת כתיבת מספרים נכונה בעזרת קול וגוף (הוראת ייצוג סימבולי של מספרים, המחשת סוג וכיוון הקו במספרים, תיקון ליקויי כתיב ועוד). עבור אחת מפעילויות אלו בחרנו סט של דקלומים וציורים להכרת המספרים מתוך ספר לימוד במתמטיקה לכיתות היסוד, אותם מתבקשים הלומדים לבצע באופן ווקלי, ובכך להיחשף לדרכים אלטרנטיביות ויצירתיות להמחשת פעילויות הלקוחות מספרי ההוראה. האגשת המספרים הטקסטואלית (המיוצגת בטקסט הדקלום) והוויזואלית (המיוצגת בציור הנלווה לדקלום) מספקת ניגודים ב'אופי' הספרה אותם ניתן גם להמחיש בעזרת ניגודי מקצב, דינאמיקה, מנעד וגוון הקול. לדוגמה, במספר 'אחד', כשהדקלום והציור מדגישים 'אף' ארוך וחד בסמל הסיפורה, הצעת הביצוע המוסיקלי כוללת שירת הטקסט על צליל יחיד, בגוון מאונפף, וההיגוי הוא בסטקטו (צליל קצר וחד), שמטרתו להמחיש את האיכות הזוויתית של מפגש הקווים הישרים בסמל הספרה.

שירי מנייה

חלקן של הפעילויות במודל כולל שירה משותפת של שירים המקנים כישורי ספירה ומנייה, שירי חיבור וחיסור, מנגינות לשינון לוח הכפל, או שירים המציגים את השברים הפשוטים. המלודיות והטקסטים של שירים אלו (קיימים או שחוברו במסגרת המודל) הם פשוטים ופונקציונאליים.

ומתמטיים, פיתוח חוויה והבעה אישית, שבירת מחסומים פסיכולוגיים בפני לימוד מקצוע המתמטיקה, וכן שינון ולמידה בעל-פה. מושגים שנרכשו בשלב הכרת השפה מודגשים תוך כדי שלבי הביצוע כדי להבטיח ביצוע מושכל. בשלב זה נדרש הלומד לזהות מרכיבים מוסיקליים, להפנימם ולהפיח בהם חיים על-ידי ביצוע מדויק של הערכים המתמטיים אותם הם מייצגים.

3. שלב הדיון בהיבטים פדגוגיים-דידקטיים: הדיון בכיתה נעשה בהקשר ההוראתי, וישנה בחינה משותפת של החומרים לאור היבטים פדגוגיים-דידקטיים, כגון בהירות המושגים המתמטיים והמוסיקליים, רמת הקושי של הבנת והקניית החומרים והפעילויות, מידת ההנאה של הלומדים, ידע קודם נדרש ללומד ולמורה, אסטרטגיות למידה עדיפות, עידוד ליצירתיות, ואפשרויות שילוב בתכנית הלימודים. יעילות המודל עבור המוכשרים להוראה טמונה בשימת דגש על סוגיות פדגוגיות-דידקטיות העולות מהשימוש הסימולטני באוריינות המוסיקלית והמתמטית.

דוגמאות מתוך מאגר החומרים והפעילויות

להלן מספר דוגמאות מתוך מאגר החומרים והפעילויות במודל (לקוחות מקטגוריות המשחק, הדקלום והשירה).

משחקי השירה ודקלומי המספרים

במשחק 'המנצח' הלומדים המשמשים כמקהלה מתבקשים לשיר צליל מוחזק על ההברה 'אה', ולהגיב ווקאלית לתנועות היד של 'המנצח' (המנחה). היד מציירת באוויר רצף צורות או סמלים מוסכמים שונים, אותם אמורים המשתתפים לתרגם לצלילי שירה בעלי ארטיקולציה, דינאמיקה וגובהי צליל מגוונים (איור 1).

איור 1: תעתיק ויזואלי הכולל מספר דוגמאות לתנועות יד של 'המנצח' במשחק



2. סימני יד להוראת מוסיקה הם בשימוש נרחב בעיקר בשיטת קודאי.

שירי שברים

במסגרת הקניית שירי שברים, כתבנו מילים חדשות למנגינה של שיר הילדים 'יונתן הקטן'. כמו בדוגמה הקודמת, השימוש במנגינה הפופולארית נועד להקל על תהליך למידת השיר ואת ביצועו בביטחון. הטקסט מתאר שלבי חילוק הדרגתי מהשלם, דרך החצי, הרבע ועד השמינית, ומקנה את מושגי ה'מונה' וה'מכנה'.

לדוגמה, שיר מנייה של ימות השבוע בשילוב תנועה בו נזכר רצף המספרים הסודרים ראשון, שני, שלישי, וכו'. בחרנו לחבר מילים חדשות למנגינה של השיר העממי 'היום יום שישי', כשהמנגינה המוכרת מקלה על תהליך למידת השיר, והטקסט החדש כולל גרסה שונה לכל יום בשבוע. ביצוע החלק הרלוונטי מהשיר ביום התואם בשבוע, תורם להקניית עיקרון הסדר הקבוע וליצירת המשכיות לימודית.

רצף המספר הסודר מוקנה לילדים רק לאחר שאלו מכירים את רצף המספרים אחת שתיים שלוש, וכו'. ניתן לבצע את המשפטים המופיעים בשיר לאחר המקף בליווי משפטים תנועתיים:

שיר שברים (לפי מנגינת 'יונתן הקטן')1
|
2

אם ניקח את השלם
ולשניים נחלקו,
חצי אז נקבל
ומיד נבדוק אותו:
שתיים במכנה
ואחת במונה,
זה מלמטה, זה מעל,
כמה שזה קל.

1
|
4

אם ניקח את החצי
ולשניים נחלקו,
רבע אז נקבל
ומיד נבדוק אותו:
ארבע במכנה
ואחת במונה,
זה מלמטה, זה מעל,
כמה שזה קל.

1
|
8

אם ניקח את הרבע
ולשניים נחלקו,
אז שמינית נקבל
ומיד נבדוק אותה:
שמונה במכנה
ואחת במונה,
זה מלמטה, זה מעל,
כמה שזה קל.

שיר מנייה (לפי מנגינת 'היום יום שישי')

היום יום ראשון. 2 X
מספר אחת - נרים היד, נשכב לישון.

היום יום שני. 2 X
מספר שתיים - זה אתה זה אני.

היום יום שלישי. 2 X
מספר שלוש - נלחש פה לחש חרישי.

היום יום רביעי. 2 X
מספר ארבע - נקוד קידה מול הראי.

היום יום חמישי. 2 X
מספר חמש - לא נתבייש, פרצוף טיפשי.

היום יום שישי. 2 X
מספר שש - מחר נעופה לחופשי.

יחידת התיבה מהווה ייצוג מוסיקלי של השלם המתמטי. המנגינה הבסיסית (השורה הראשונה בתווים למטה), חוזרת בשלוש וריאציות בבית השני, השלישי והרביעי, כשבתיה הראשונה (כמו בשלישית ובחמישית) בכל בית עוקב, ניתן לראות את הפעולה חילוק בשתיים בערך המקצב (מהשלם, אל החצי, אל הרבע, ועד השמינית).



את הקניית שיר זה לילדי גן וכיתות היסוד, ניתן להתחיל כשהילדים צועדים בחלל החדר (בתפזורת, שורה, או מעגל) ומחקים את צעדי הגננת/המורה. מהירות הצעדים תגבר בהדרגה מבית לבית (מן השלם ועד השמיניות): בבית הראשון יצעדו צעד יחיד לכל תיבה, בבית השני שני צעדים, וכך הלאה⁴. חשוב להתחיל במקצב איטי במיוחד בכדי שבבית הרביעי יהיו הילדים מסוגלים לכלול שמונה צעדי ריצה בכל תיבה.

מנגינות שינון

בעזרת שינוי קל למלודיית הפתיחה של השיר 'אחד מי יודע' מההגדה של פסח (נוסח ישראלי) קיבלנו משפט מוסיקלי אותו ניתן להתאים למלל של פעולות חיבור וחסור בעשרת הראשונה (לדוגמה, 'אחד ועוד אחד זה שתיים', 'שש פחות חמש זה אחד').

לשיר השברים הבא חוברו מילים ומנגינה. הטקסט של הבית הראשון כולל מילה אחת בלבד - שלם - שהיא ייצוג טקסטואלי של השלם המתמטי. בביתים הבאים גרעין מילולי זה מתחלק בהדרגה ומוצגים השברים חצי, רבע ושמינית. הבית הרביעי כולל את מספר ההברות ומספר המילים הגדול ביותר יחסית לביתים הקודמים לו.

בית א

שלם (ההברה 'ש-' ממלאת את התיבה הראשונה).

שלם

שלם

שלם

בית ב

חה חה **חצי** (2 ההברות 'חה חה' ממלאות את התיבה הראשונה).

חה חה חצי

חה חה חצי

חצי

בית ג

אט צעד **הרבע** (4 ההברות 'אט צ-עד ה-' ממלאות את התיבה הראשונה).

אט צעד הרבע,

אט צעד הרבע,

רבע.

בית ד

אצו אצו רצו **שמיניות** (8 ההברות 'א-צו א-צו ר-צו שמי-ני' ממלאות את התיבה הראשונה).

אצו אצו רצו שמיניות,

אצו אצו רצו שמיניות,

שמיניות.

המנגינה לשיר אינה חורגת מתחומי חמשת הצלילים הראשונים בסולם, ולכן פשוטה דיה עבור ילדים בגיל הרך. השיר הוא במשקל שני חצאים, ולכן כל תיבה היא באורך של שני חצאים³.

3. הבחירה במשקל שני חצאים ולא ארבעה רבעים בייצוג השיר בתווים, נובעת מהרצון לפשט עבור ילדי הגיל הרך את התכנים המתמטיים הנובעים מהשיר.
4. על יתרונות ואפשרויות הביטוי התנועתי של מקצבים מוסיקליים בקרב ילדים, ראה Findlay (1971).



משפט הפתיחה של השיר 'אחד מי יודע' מההגדה של פסח



מנגינת שינון של פעולות חשבון המושתתת על 'אחד מי יודע'

שיתוף הפעולה בין שתי הדיסציפלינות במודל הוא דו-סטרי, כאשר המשתמשים בו רוכשים באמצעותו כלי נוסף להקניית מושגים מתמטיים, אך באותה עת גם ידע מוסיקלי מסוים המעשיר את עולמם האישי, את יכולת ההתייחסות שלהם לחומרים מוסיקליים בכל הקשר שהוא, ומעניק להם כלים חדשים ונוספים להוראה.

אין אנו טוענות כי המודל מתאים לכל מורה או לכל סיטואציה לימודית בהקשר המתמטי. בין העוסקים בהוראה ישנם כאלו שהם חסרי גישה או יכולת מוסיקליים, וכתוצאה מכך מרגישים נוח יותר להשתמש בכלים ואסטרטגיות הוראה אחרים, המקנים את המושגים לתלמידיהם באותה מידת יעילות. בנוסף, במספר מקרים נפגשנו בצורך להתאים ולעבד את החומרים מחדש, בשיתוף והתייעצות עם הסטודנטים עצמם, בכדי שישרתו בצורה נאמנה יותר את האופי הרב-תרבותי של הקבוצה, ואת ההקשר התרבותי הרחב בתוכו פועלים חבריה. בכל זאת, אנו מאמינות כי ישנו תרון ברור בחשיפת הסטודנטים למגוון רחב ביותר של

בשורת התווים השנייה, הקו הנראה כמקשר בין שני התווים האחרונים (מרווח של אוקטבה) הוא הוראת ביצוע של גליסנדו, כשבנקודה זו בשיר תמיד מתקבלת תוצאת התרגיל המתמטי.

סיכום

הנחתנו בפיתוח מודל 'צילי המתמטיקה' היא כי המוסיקה היא מרכיב הטבוע בכולנו, ומאפשרת לפעול עד רמה מסוימת בצורה אינטואיטיבית ללא כל ידע פורמלי. ההיבט החוויתי-רגשי הטמון בעשייה מוסיקלית מוביל למוטיבציה מוגברת בהכשרה להוראת תכנים מתמטיים, והשילוב הבלתי שיגרתי של שני תחומים אלה מעודד גישה יצירתית אל ההוראה בכלל ואל החומרים והפעילויות בפרט. ההכשרה במודל היא על-ידי היכרות ראשונית אך פונקציונאלית עם שפת המוסיקה, על-ידי התנסות ישירה בפעילויות מוסיקליות הבנויות סביב תכנים מתמטיים, וכן על-ידי שימת דגש על מיומנויות פדגוגיות-דידקטיות רלוונטיות.

חומרים ואסטרטגיות הוראה במשך תקופת הכשרתם למקצוע. הרחבת מנעד האפשרויות המתודולוגיות והפדגוגיות המוצעות לסטודנט (כלומר, הגדלת ארגז הכלים באמתחתו, והכשרתו לשימוש מושכל בכלים שבתוכו) יכולה להוביל להעצמת תהליכי הוראה ולמידה. בזכות הרוח הרב-תחומית הנושבת כיום בחינוך, יש מקום לחקירה יצירתית של קשרי הגומלין בין דיסציפלינות - כגון אלו הקיימים בין המתמטיקה והמוסיקה. מודל 'צילי המתמטיקה' נועד מלכתחילה לבחון ולפתח מבחר של כלים ודרכי הוראה על-פי רוח זאת. אם, כתוצאה מחשיפתם למודל, ייהנו גננות ומורים בגן ובכיתה מאותו מצרך מותרות חמקמק הנקרא 'בחירה', מבחינתנו השיג המודל את מטרתו.

מקורות

סלע, ע' וסרברו, א' (2003). מתמטיקה בהקשר מוסיקלי. **הד הגן**, כרך ב', 74-87.

פסקין, ד', מלאת, ש' ועזר, ח' (2004). **מספרים מהסיפורים: על משלים, על מעשיות ועל מתמטיקה**. חולון: רכגולד. קורן, מ' (2001). מודל העוגה המלבנית לשברים פשוטים או איך לחשב עם שברים ולהרגיש בלי. **מספר חזק 2000**, (2), 16-23. תכנית לימודים במתמטיקה לכיתות א-ו בכל המגזרים, (2006). משרד החינוך התרבות והספורט.

תכנית מסגרת לגן הילדים 3-6, (1995). משרד החינוך התרבות והספורט.

תכנית ביניים ליישום תחומים נבחרים בנושא החינוך לאמנויות בגיל הרך, (2006). משרד החינוך, האגף לחינוך קדם יסודי.

Edelson, R.J., & Johnson, G. (2003). *Integrating Music and Mathematics in the Elementar Classroom. Teaching Children Mathematics*, 474-479.

Findlay, E. (1971). *Rhythm and movement: applications of Dalcroze eurhythmics*. Evanston: Summy-Birchard.

Still, K., & Bobis, J. (2005). *The Integration of Mathematics and Music in the,Primary School Classroom*. University of Sydney.

<http://www.merga.net.au/documents/RP822005.pdf>

<http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/DCF78B C9-FE40-4B61-8BC1-78A68943C214 /37431>

[/BenaimMuzika1.pdf](#)

על מחברות המאמר:

ד"ר יפעת סימפסון

בעלת תואר שלישי בהיסטוריה של המוסיקה באוניברסיטת לונדון. כיום היא רכזת לשילוב מוסיקה בהוראה במכללת סמינר הקיבוצים. yifat_sim@smkb.ac.il



ד"ר דורית פטקין

ראש החוג למתמטיקה במכללת סמינר הקיבוצים, מדריכה מורים ו"פרחי הוראה", בעלת נסיון עשיר בדרכי הוראה ובטיפול בטעויות ובתפיסות מוטעות של תלמידים. patkin@netvision.net.il



תודתנו נתונה לגב' **אילנה דרוקר**, על תרומתה בפיתוח המודל.