



בית הספר : מעלה שחרות

סמל מוסד : 770602

טלפון : 08-6355930

כתובת : קיבוץ יטבתה ד.ג. חבל אילות 88820

שמיעה אבסולוטית בקרב ילדים – האם ניתן לפתחה וכיצד?



פרטי המנחה

ת.ז. : [redacted]

שם : יורם אילן

תואר אקדמי : MA במוזיקולוגיה

מקום עבודה : בית הספר מעלה שחרות

טלפון בעבודה : [redacted]

כתובת פרטית : קיבוץ יטבתה

טלפון נייד : [redacted]

מייל : [redacted]

פרטי התלמידה

ת.ז. : [redacted]

שם : יעל רונן

תאריך סיום : מרץ 2016

טלפון : [redacted]

כתובת : קיבוץ יטבתה

מייל : [redacted]

תוכן עניינים

3.....	תודות
4.....	מבוא
6.....	פרק א'- סקירת ספרות
6.....	המוח ותפיסת השמיעה
9.....	מבנה הצליל, האוזן ומנגנון השמיעה
13.....	שמיעה אבסולוטית
17.....	שמיעה יחסית ופיתוח שמיעה
23.....	מאפיינים התפתחותיים בגיל הרך, חינוך מוזיקלי והלחנה מיטבית לילדים
31.....	דרכים לפיתוח שמיעה במסגרת חינוך מוזיקלי
35.....	פרק ב'- מהלך הניסוי ותוצאות
35.....	תכנון פרוטוקול הניסוי
41.....	מהלך הניסוי ותוצאות
56.....	פרק ג'- מסקנות, דיון והצעות למחקר עתידי
58.....	דיון ומחקר עתידי
61.....	סיכום
70.....	ביבליוגרפיה
75.....	נספחים
75.....	רשימת טבלאות
76.....	רשימת איורים

תודות

ברצוני להודות מעומק לבי למספר אנשים שסייעו לי בכתיבת חיבור זה.

ראשית כל ליורם אילן שהנחה אותי לאורך כל התהליך, החל מהגיית הרעיון ועד הוצאתו אל הפועל ואל הכתב, וסייע במצבים רבים של בלבול וחוסר ודאות. תודה רבה על שייעצת לי, השקעת בי והאמנת בי ובעבודה זו.

אודה גם לאתי סתיו, שבתחילת תהליך הכתיבה הייתה בתפקיד מלוות עבודות הגמר מטעם בית הספר, ולליאורה טימיאנקר שהחליפה אותה בתפקידה. תודה על תשומת הלב הרבה ועל הרצון לעזור בכל עת.

תודה לנורית בארי על העריכה הלשונית.

תודה גדולה לצוות גן תמר בקיבוץ יטבתה ולצוות גן אשלים בקיבוץ קטורה על כך שפתחתם בפניי את הדלת ואת הלב ועל שיתוף פעולה יוצא דופן וכלל לא מובן מאליו.

תודה גם להורי הילדים בגנים הללו שנתנו בי אמון, וסמכו עליי בעבודה עם ילדיהם.

לסיום, תודה ענקית לילדים המדהימים והמיוחדים שהשתתפו במחקר זה והם האור שמאחורי הכתוב. גרמתם לי הנאה אמתית בעבודה על חיבור זה, והענקתם לה משמעות רבה שהיא מעבר למילים ונתונים.

מבוא

מוזיקה תמיד הייתה חלק חשוב בחיי. התחלתי לשיר מהרגע בו ידעתי לדבר, ובמשך הזמן הלכה אהבתי למוזיקה והתפתחה. כיום אני תלמידה במגמת המוזיקה בבית הספר ובנוסף לומדת פיתוח קול ומנגנת בפסנתר. הבחירה בכתיבת עבודת גמר שקשורה למוזיקה הייתה טבעית, כמו גם הבחירה לשלב עבודה עם ילדים במחקר אותו אני מעוניינת לבצע. בחירות אלו מהוות שילוב נכון עבורי, בין מחקר תיאורטי לעשייה בפועל.

עבודה זו מוקדשת כולה לאמי, נטע רונן ז"ל, שמלבד אימא נהדרת הייתה גם אשת רוח וידע. חלק גדול מחייה התעסקה במחקר ובעבודה אקדמית, ובגיל צעיר מאוד הגיעה לכדי כתיבת דוקטורט. לצערי הרב, לא הגיעה אמי לסיום כתיבת עבודת הגמר שלי, הישג שהיה מסב לה גאווה גדולה. אהבתי אליה, והקשר העמוק שהיה לה למחקר, מעניקים לעבודה זו משמעות רבה.

עבודה זו נוגעת בשאלה המסקרנת את ציבור העוסקים במוזיקה כמו גם את שדה המחקר הקוגניטיבי, משך שנים רבות, תופעה הקרויה בספרות "שמיעה אבסולוטית" (Athos, et al. 2007). תמציתה של תופעה זו הינה היכולת לזהות ולהגדיר את גובהו האבסולוטי של צליל מבלי להיעזר בנקודת משען צלילית יחסית או בכלי נגינה. תכונה זו עשויה להוות יתרון עבור המוזיקאי שכן היא מאפשרת מתן אינפורמציה מוחשית למדיום שבעיקרו מופשט, ולראייה מספרם הגבוה באופן יחסי של בעלי שמיעה אבסולוטית בקרב מנצחים וזמרים ונגנים מקצועיים.

ידוע כי העיבוד של הגירוי החושי נעשה במוח באזורים שונים האחראים הן על האינפורמציה הצלילית והן על יכולת העברת המידע כשפה. אזורים אלו נחקרו, ונמצאו כבעלי פוטנציאל שכולל והשתפרות, כחלק מתהליך הלימוד שעובר האדם מרגע לידתו. כלומר, התכונה האמורה, סביר שהייתה תכונה נרכשת הניתנת לשיפור. אולם, השמיעה האבסולוטית כתופעה נתפסת כתכונה מולדת הקיימת אצל אחוז קטן באוכלוסייה ומתגלה רק במקרה שהפרט נחשף לסביבה שבה הוא נדרש להתמודד עם מסוגלויות מוזיקליות.

כאמור, מקובל לראות את השמיעה האבסולוטית כתופעה מולדת שמקורותיה אינם ברורים. אלא שבעשורים האחרונים, ככל שמתקדמים המחקרים הנוגעים לתפקודו של המוח ולמידע אודות אזוריו השונים, הולכים ומתבהרים נתונים חדשים בדבר האפשרות שלשמיעה האבסולוטית ישנם מרכיבים רבים, שחלקם ניתנים לשכלול, ובראשם אלמנט הזכירה ושיפור הזיכרון (Elmer, et al. 2015).

ליבתו של חיבור זה תתמקד בשאלה אם ניתן בתהליך כלשהו לפתח אצל אדם שמיעה אבסולוטית, גם אם לא זוהה כמי שנולד עם תכונה זו, או לחילופין לשכלל את הזיכרון הצלילי של הפרט לרמה המתקרבת לזו של אדם בעל שמיעה אבסולוטית.

על מנת לבחון שאלה זו, בוצע ניסוי בקרב קבוצת נבדקים בגילאי הגן. במהלך ניסוי זה קיבלו הנבדקים תו נתון ועליו חזרו מדי יום משך עשרים ימים. בתום תקופת הניסוי, נתגלה כי בתנאים מסוימים, פיתחו חלק מן הילדים הנבדקים זיכרון צלילי באופן כזה שאפשר להם לחזור על הצליל הנתון מבלי להיעזר בכלי נגינה, ברמה העשויה להיתפס כמתקרבת לזו של בעלי שמיעה אבסולוטית. תוצאותיו של הניסוי מעידות לפיכך על קיומו של פוטנציאל לפיתוח זיכרון צלילי המגיב לגירוי של חומר מופשט בתנאי חזרה מסוימים.

פרקי העבודה יהיו לפיכך :

- סקירת ספרות, שבה יסקר באופן מעמיק ושיטתי גוף המחקר העדכני הנוגע לסוגיות האמורות ובתוך כך : המוח ותפיסת שמיעה, האוזן ומנגנון השמיעה, תכונת השמיעה האבסולוטית ופיתוח השמיעה היחסית. בנוסף, יסקר גוף עבודות נרחב הנוגע להיבטים שונים הקשורים בנבדקים שהינם ילדים בגילאי הגן מן הצד האחד, ותלמידי מוזיקה מן הצד שני. כלומר, חיבורים הסוקרים סוגיות הקשורות בקליטותן של מנגינות ומאפייני הלחנה והוראת שיר מיטביים לילדים בגילאים האמורים.
- תכנון הניסוי ופרוטוקול התצפיות : בחלק זה אפרט את מהלכם של המבדקים תוך מתן פירוט ביחס לשיטות הבדיקה והחלופיות וכן שיטת הבדיקה אשר תשמש כביקורת. בנוסף, יוצג בחלק זה החומר הצלילי אשר ישמש אותי לצורך העברת הנתונים. חומר זה הינו שיר ילדים מקורי שצליליו ומילותיו חוברו על- ידי בהתאם לעקרונות ההלחנה המיטבית לילדים (ראה להלן).
- תוצאות, מסקנות ודיון : חלק זה יציג את התוצאות שנתקבלו ועובדו לכדי נתונים אמפיריים וכן את המסקנה העולה מתוצאות אלו כפי שהוצגה להלן.

פרק א' - סקירת ספרות

השאלה המרכזית שבה עוסקת עבודה זו – האם שמיעה אבסולוטית הינה אלמנט מולד או נרכש – מסתעפת לשלל נושאים הקשורים במכלול השמיעה, הן כתופעה אנטומית והן מהבחינה המוזיקלית והחינוך המוזיקלי, לרבות נושאים הקשורים בהתפתחות מוחית וקוגניטיבית ועוד. טכניקת הבדיקה שנבחרה בעבודה זו מעלה אף היא מספר נושאי לוויין כגון הלחנה והלחנה מיטבית לילדים, זיכרון צלילי, היתכנותו של כישרון מוזיקלי וכיוצא באלו. בהינתן כל זאת, אנסה בפרק זה לעמוד על שלל המושגים והנושאים הנגזרים מהעבודה על מנת לגבש מערכת מושגים מוסכמת ותשתית תיאורטית לגיבוש פרוטוקול הניסוי, ניתוח תוצאותיו וגזירת המסקנות העולות ממנו.

מקצתם של הנושאים העולים בעבודה זו סבוכים ביותר וקשורים קשרי גומלין ישירים ומשניים עם נושאים נוספים, אשר בכל אחד מהם מתקיימת רלוונטיות מסוימת לנושא המחקר. כך למשל בנוגע למערכת עיבוד הנתונים המרכזית של האדם – המוח, אשר תקצר היריעה אפילו מלהבהיר את קצה קצהו של היקף החומר העצום הנוגע אליו. ובכל זאת, מתוך רצון ליצור שפה מוסכמת עבור חיבור זה, אגע גם בנושאים כגון זה ונושאים אחרים מורכבים לא פחות.

המוח ותפיסת השמיעה

המוח הוא האיבר הראשי במערכת העצבים הנמצא בגופם של בעלי חיים מפותחים. האנטומיה של המוח היא דבר מורכב וייחודי, כאשר כל מבנה אנטומי הוא בעל תפקיד כלשהו. המוח מתחלק באופן כללי לשתי הקיספרות (המי-חצי, ספירה-כדור = שני חצאי כדור), המתחלקות בעצמן לאונות. המבנה של המוח הוא סימטרי ברובו, ואזורים מקבילים בשתי ההמיספרות לרוב אחראים על אותם תפקידים ומערכות. עם זאת, האנטומיה והקישוריות¹ בתוך שתי ההמיספרות בהחלט אינן זהות, וקיימת התמחות של כל המיספרה לתפקודים מסוימים, באופן שגם עשוי להשתנות מאדם לאדם. ההמיספרה השמאלית ע"פ רב-אחראית לתפקודים השפתיים, והימנית לרוב דומיננטית בהקשר של תפיסה מרחבית. עם זאת, החלוקה הפשטנית הזו אינה נכונה לכלל האוכלוסייה, ובכל מקרה מדובר בדומיננטיות של המיספרה מסוימת ולא בהפרדה מוחלטת של התפקודים המוחיים בין ההמיספרות (לאור 1993).

¹ שתי ההמיספרות מחוברות ביניהן באמצעות מערכת קישוריות אשר במובנים רבים מבטאת את פוטנציאל ההסתמכות של ידע המיספרי א' על ידע המיספרי ב'. הקישוריות עצמן, מספרן וצורתן הינן תופעה אינדיבידואלית והן מתפתחות במהלך שנותיו של כל אדם בהתאם למנגנונים שונים אשר תקצר היריעה מלהסבירן בחיבור זה.

ההבדלים בהקשר השמיעתי בין ההמיספרות נבדקו באמצעות מספר שיטות. מבחן האזנה חצויה, שבו מוצג גירוי סנסורי (תחושתי) אודיטורי, כך שהוא מעובד רק ע"י המיספרה אחת. במאמרה של שרה טננבוים-לאור היא מפרטת את הממצאים של מבחן ההאזנה החצויה:

- יש עיבוד מועדף של גירויים לשוניים ע"י ההמיספרה השמאלית.
- שתי ההמיספרות שונות גם בעיבוד החומר הלשוני עצמו. הברות הנבדלות ביניהן רק בתנועות שלהן, מזוהות באופן שווה ע"י שתי ההמיספרות, ואילו הברות הנבדלות ביניהן בעיצורים, מובחנות ביתר דיוק ע"י ההמיספרה השמאלית.
- יש הבדלים מורכבים בין שתי ההמיספרות כשמציגים להן, בו זמנית, גירויים לשוניים ומוזיקליים. לאור מצביעה על מספר מחקרים המוכיחים את עליונותה הכללית של ההמיספרה הימנית בקליטת צלילי מוזיקה וההבחנה ביניהם. נמצא שכאשר משמיעים דיבור לשתי האוזניים, האוזן הימנית היא המועדפת, אם כי הביצוע פחות טוב מאשר במקרה שהשמעה היא באוזן ימין בלבד. אותו היחס יש בין גירויים מוזיקליים המושמעים לשתי האוזניים. יכולת הקליטה והעיבוד של המוח מאפשרת השמעת מוזיקה לאוזן אחת מבלי שתופרע השמיעה של חומר לשוני ע"י האוזן השנייה והביצוע של שתי האוזניים הינו שווה. שתי האוזניים שוות גם במקרה שמציגים לאחת מהן דיבור ולשנייה רעש. היחסיות בעליונות ההמיספרה הימנית על השמאלית בקליטת חומר מוזיקלי ולשוני בלטה במיוחד כשנבדקו אנשים עם מיומנות מוזיקלית לעומת אנשים חסרי ניסיון כזה.
- ההמיספרה הימנית עדיפה בזכירת רצף של שינויי טונים ובזיהוי תבניות שמיעתיות לא לשוניות (שם, שם).

לשמיעה כפי שאנו חווים בחיי היום-יום, קיים מרכיב נוסף מלבד התהליכים השמיעתיים המתרחשים בשתי ההמיספרות במוח, והוא אלמנט התפיסה. התפיסה המוזיקלית עוסקת במפגש שבין הקולט - המאזין, לבין הקלט - האירוע המוזיקלי. היא מתייחסת ליכולת לקלוט אירוע שמיעתי תוך הבחנה במרכיביו השונים. הבנה באמצעות השמיעה הינה הבנה הכרוכה בפעילות מחשבתית המאורגנת באמצעות סכמות החשיבה המוזיקליות. התהליך מתבצע באופן הבא:

אינפורמציה שמיעתית מגיעה אל המוח באמצעות מערכת השמע, נקלטת בו ולאחר מכן מאורגנת ומעובדת ליחידות בעלות משמעות (אילנברג 2001).

את התפיסה השמיעתית ניתן להדגים בצורה נוחה למדי באמצעות תחום השפה. כיצד אנו יודעים מיד ששני משפטים שונים הם בעלי משמעות זהה, ושניים אחרים מאוד דומים ומשמעותם שונה?

כיצד אנו הופכים בלי בעיות משפט לשאלה או לציווי? עם שאלות אלו בדיוק, ניסה הבלשן נועם חומסקי להתמודד, בהציגו תיאוריה על מבנה וצורת הפעולה של התודעה האנושית בכל הנוגע לשפה. מורכבותן ותחכומן הרב של שפות אנושיות מצד אחד, והקלות היחסית בה רוכשים ילדים את שפת האם שלהם ומשתמשים בה בדרך המעידה על הבנת הכללים מצד שני, העלו אצל חומסקי שאלות באשר למנגנונים בהם מצויד מוחנו וכיצד נוצרו מנגנונים אלו. חומסקי פיתח אג'נדה של בלשנות מדעית, הטוענת לקיומו של תחביר אחד בסיסי, הכולל את כל המשפטים האפשריים ואף לא אחד מהמשפטים הלא אפשריים בכל שפה אנושית שהיא. כיוון שילדים מפתחים במהירות ובקלות הבנה לשונית ברמה מבנית, למרות שהם נחשפים רק לפני השטח של השפה, יש להניח שהמבנה הדקדוקי הבסיסי, אותו כינה חומסקי generative grammar, הוא מולד, ולמרות שיש צורך בגירוי סביבתי של השפה להפעלתו, אין צורך ללמדו. חומסקי הניח, אם כן, שקיים במוחנו מנגנון מנטאלי מולד המאפשר את רכישת השפה וכלליה (Language Acquisition Device= L.A.D). החידוש של חומסקי היה בכך שאנו נולדים עם תכנית קיימת אותה יש רק להוציא לפועל, ובהכרזה שאותו מנגנון נמצא באיבר אוטונומי במוח, שהוא ייחודי לשפה, ואינו מושפע מתחומים אחרים של הקוגניציה האנושית. המשתמע מכך הוא שעצם הימצאותו של הילד בסביבה הדוברת שפה מסוימת, מספיקה בכדי שהתכנית תצא לפועל, ללא כל מאמץ מיוחד או כוונה חינוכית של הנוגעים בדבר (קרן 2010).

ראינו אם כן, שהמוח כיחידת העיבוד המרכזית של הקלט האודיטורי, רלוונטית לנושא מחקר זה בשלושה היבטים חקורים למדי:

- השמיעה ועיבוד הקלט האודיטורי כיסוד אנטומי.
- ההפרעה האקוסטית לסוגיה וההבדלים בין מסרים טקסטואליים, רעשים, צלילים, הפרעה אקוסטית מונופונית וסטריאופונית וכיוצא באלו.
- תפיסת המסר האודיטורי ומתן משמעות למסר זה, בין אם הוא מסר שפתי או צלילי.
- ובמיוחד, גישות מחקריות הבוחנות את תהליכי ההתפתחות של המוח לרבות היתכנותו של מידע מולד בשכבות מוחיות שונות המשותף לכל בני האדם, כמו גם תכונות מוחיות אינדיבידואליות וכאלה הניתנות לשכלול ולמידה.

מבנה הצליל, האוזן ומנגנון השמיעה

על מנת להבין את מנגנון תפיסת השמיעה, אעמוד בפרק זה על החומר שאותו האוזן קולטת והמוח מעבד לנתונים בעלי משמעות. בתחילת פרק זה אפרט את מרכיביו העיקריים של הצליל תוך מתן דגש על גובה הצליל ועל מהותו של ההפרש היחסי בין שני גבהי צליל המוכר במינוחו המוזיקלי כ"מרווח" (Interval). כפי שנוכל לראות, ערכים אלו הינם בחלקם אובייקטיביים, כלומר הם נקלטים ומפורשים באותו אופן אצל כל אדם, חלקם סובייקטיביים ובכל אופן, מרביתם קשורים בסביבה תרבותית ומידע תלוי ערכים מוקנים.

חלקו השני של פרק זה יעסוק באיבר הקולט – האוזן, ובאופן שבו מועבר המידע הצלילי ליחידת העיבוד המוחית תוך התמרתו לאותות חשמליים.

מבנה צליל: הצליל הינו מידע אקוסטי העובר כלחץ אוויר מהגורם המחולל ועד לאיבר הקולט – האוזן. שני מושגים אלו יידונו בחלק זה, להבנה טובה יותר של המדיום שבו עוסק חיבור זה.²

ראשיתה כאמור של, ההפרעה האקוסטית³ בגורם המחולל אותה. משמעותה הפיזית של ההפרעה האקוסטית הינה כי המחולל יצר לחץ קול, קרי, דחיפה של האוויר. כל גורם מחולל דוחף את האוויר באמצעות מנגנון שונה ובלחץ שונה. לדוגמה, אדם שר הינו אדם אשר נושף מראותיו אוויר וכך מזיז את האוויר מסביבו. לכל כלי נגינה מנגנון שונה שבאמצעותו נוצר לחץ קול מסביבו. תורה זו אשר מסבירה את הטכניקות השונות ליצירת צלילים נקראת תורת הכלים (כהן 1983).

ההבדל המהותי בין ההפרעה האקוסטית המכונה "קול" (Sound), או "רעש" (Noise) וזו המכונה צליל (Tone or Note) הינו בסוג לחצי הקול, בשעה שלחצי הקול הצליליים הינם בעלי תדירות מחזורית הנמשכת זמן מינימלי המאפשר את תפיסת גובה הצליל (Pitch Perception) או גובה התו (Musical tone). הגורם המשפיע כאמור על תחושת גובה הצליל הינו התדירות של לחצי הקול אשר נמדדת ביחידות הרץ (Hz) שמשמעותן – מספר הפולסים בשניה (100 הרץ = 100 פעמים בשניה). כלל שהתדירות מהירה יותר (ערך הרץ גבוה יותר) כך הצליל גבוה יותר ואורך הגל קצר יותר. הרץ

² תקצר היריעה מלהסביר את התהליך מבחינת מרכיביו ואוסף הגורמים הקשורים בו. חלק זה יתמקד אם כן, במערך המושגי הקשור בצלילים ובגבהי הצלילים וכן בערכים פסיכואקוסטיים נוספים הרלוונטיים לחוויית השמיעה הצלילית.

³ יהא זה קול, רעש, צליל, מלל או כל הפרעה אחרת.

הינו יחידה לוגריתמית כלומר שגובה הצליל הינו יחסי לעומת גובה צליל אחר. שני צלילים במרווח של אוקטבה יהיו בערך כפול אחד ביחס לשני. הכיוון המערבי הנורמאלי⁴ קובע כי הצליל "לה" שבאוקטבה המרכזית (A⁴) יהיה בתדר 440Hz, כלומר שהצליל לה באוקטבה אחת גבוהה יותר יהיה 880Hz ובאוקטבה אחת נמוכה יותר יהיה 220Hz וכך הלאה. המשמעות הפיזית של נתון זה מתבטאת בכך שמיתר שאורכו X יהיה בתדירות כפולה ממיתר באורך $\frac{1}{2}X$. התדירות מותנה בתכונות החומר אשר ניתנות לכימות באמצעות המאסה של החומר כלומר שנתוני האורך של המיתר הינם ביחס לשיעור מאסה נתונה. במילים אחרות, מיתר במאסה X (הבאה לידי ביטוי בנפחו ומשקלו) יפיק צליל נמוך באוקטבה ממיתר שמאסתו הינה $\frac{1}{2}X$ וכן הלאה. באותו אופן נגזרים יחסי הגבהים ממאסתו של האוויר הכלוא בנפח של כלי נשיפה וכיוצא בזה. כל כלי וסוג החומר אשר מפיק את הצליל וממנו נגזר השינוי בחומר על מנת להפיק צלילים בגובה אחר. בעוד שהאוקטבה הינה ערך פיזיקלי הנגזר מיחסי כפולה של התדירות, ניתן לתפוס את שאר המרווחים בין צליל לצליל כיחסים שרירותיים, אשר נקבעו בהתאם לאסתטיקות השונות של תרבויות מוזיקליות. במוזיקה המערבית (ולא רק) מקובל לחלק את האוקטבה ל-12 חלקים שווים הנקראים "חצי טון". כל חצי טון משמעותו צליל גבוה/נמוך בתדירותו מהצליל הסמוך אליו פי שורש 12 של שתיים. כלומר, תוספת של חצי טון (כמו מ-סי ל-דו) = הכפלה בשורש 12 של שתיים או תוספת של טון (כמו מ-דו ל-רה) = הכפלה בשורש 6 של שתיים.

לחצי הקול כאמור, פוגשים את עור התוף ומעוררים אותו לתגובה שהינה תמונת ראי של נתוני גל הקול כך שתדירות התגובה שלו זהה לתדירות לחצי הקול.

ערכים נוספים הקשורים לתכונות הצליל הינם העוצמה המתקבלת מכמות האנרגיה המופעלת על החומר. ערך זה אינו משפיע על גובה הצליל (אם נשיר חזק יותר לא בהכרח נשיר גבוה יותר ואם נפרוט חזק יותר על הגיטרה לא ישתנה גובה הצליל). הגורם הפיזי אשר מבטא את כמות העוצמה הינו "האמפליטודה" כלומר, המרחק מנקודת שיווי המשקל של החומר (מצב של שקט או אי תנועה), ועד לנקודת הקיצון כפול שתיים (Peak-to-peak amplitude). בעוד שגובה הצליל ניתן לכימות ולתפיסה מדידה שבמצב תקין היא זהה בין המחולל ובין הקולט, אין קשר מדיד בין עוצמת הקול המיוצרת לבין תפיסתה אצל המאזין והביטוי הפסיכואקוסטי שלה הינו

⁴ תולדות המוזיקה והעדפות אסתטיות מעדיפות כיוונונים שונים מזה אולם אין לכך השפעה על המשמעות הפיזיקלית של יחסי הגובה בין הצלילים.

סובייקטיבי. ישנן סקלות שונות למדידת עוצמה באמצעות הערך דציבל ($\text{Decibel} = 10 * \text{Bel}$) אולם הן כולן מבוססות על יחסיות השוואתית.

הגובה והעוצמה של הצליל אינם מספיקים כדי לתאר אותו באופן מלא. לראיה, ניתן להבחין בין צלילים המנוגנים על ידי שני כלים שונים, כגון פסנתר וחליל, גם כאשר הם מנגנים באותה עוצמה ובאותו גובה. הדיבור מהווה דוגמה מובהקת אף יותר לכך, שכן אנו יכולים להבדיל בין שלל הברות, גם כאשר מקפידים להגות אותן באותו הגובה ובאותה העוצמה. ההפך נכון גם - אנחנו יכולים לזהות כאותה הברה צלילים שונים, גם כאשר הם נהגים בעוצמה ובגובה שונים. מכאן שלצליל יש מרכיבים נוספים, מלבד העוצמה והגובה שלו. ניתן להגדיר את הגוון (Timbre) של הצליל כאוסף המאפיינים של החויה הפסיכו-אקוסטית של הצליל שאינם קשורים בעוצמה או בגובה שלו.

ההסבר הפיזיקלי לגוון קשור בהימצאותם של רכיבים צליליים רבים המופקים ביחד עם התדירות היסודית של הצליל אשר נשמעים ביחד עם הצליל עצמו אולם אינם משפיעים על תפיסת הגובה שלו. רכיבים אלו נקראים "צלילים עיליים" (Over Tones) והגוון הינו ביטוי ליחסי העוצמה בין כל אוסף הצלילים העיליים.

נתונים אלו, לצד רכיבי אינפורמציה נוספים, נקלטים ע"י האוזן ומתורמים לערכים בעלי משמעות. בחלק הבא, אפרט את מבנה האיבר הקולט – האוזן.

האוזן ומנגנון השמיעה: האוזן מורכבת משלושה חלקים עיקריים, שלכל אחד מהם

תפקיד בתהליך השמיעה:

האוזן החיצונית - מכילה את החלק הנראה של האוזן, האפרכסת (PINNA), הבנויה קפלי עור וסחוס והיא האלמנט הראשון אתו יוצר הצליל המגיע אינטראקציה. בהמשך האפרכסת נמצאת תעלת השמע (MEATUS), שאורכה כ- 20 מ"מ, המובילה מן האפרכסת אל עור התוף. חלקה החיצוני של תעלה זו בנוי סחוס ומכוסה תאי עור שמפיקים שעווה ומצמיחים שערות. עור התוף (TYMPANIC MEMBRANE) הוא רקמה דקה, חזקה וגמישה שנמצאת בין האוזן החיצונית לבין האוזן התיכונה, מתוחה בקצה תעלת השמע, לרוחבה. המבנה דמוי המשפך של האוזן מסייע לאיתור מקומו של מקור הצלילים.

האוזן התיכונה - חלל קטן בין עור התוף ובין האוזן הפנימית ובו שלוש עצמות המחוברות זו לזו. עצמות אלו נקראות עצמות הארכובה והן כוללות את "הפטיש" (MALLEUS), "הסדן" (INCUS) ו"הארכובה" (STAPES) וקריות כך בשל צורתן. תפקידן העיקרי של עצמות הארכובה הוא להגן על האוזן מפני לחצי קול פתאומיים בעלי עוצמה רבה מדי, בשמשן מעיין קפיץ או בולם זעזועים. תפקיד נוסף של האוזן התיכונה הוא לשמש כמשווה לחץ משני צדי עור התוף. אזור זה מחובר בצינורית דקה לחללי האף והסינוס. במקרה שצינורית זו נחסמת (עקב נזלת) אנו מרגישים לחץ באזור ממברנת השמיעה היכול להתפתח לדלקת או כאב.

האוזן הפנימית - מורכבת משורה של חדרים מכוסים קרומים וממולאים נוזל. אפשר לחלקה בחלוקה גסה למבוכ ולשבלול. המבוכ בנוי משלושה צינורות חצי מעגליים, הניצבים זה לזה, כך שכל אחד מהם נמצא במישור אחר, אופקי או מאונך. המבוכ מפקח על שיווי המשקל. השבלול ממיר את תנודות הקול לאותות חשמליים, ובכך מסייע במשימתה העיקרית של האוזן – השמיעה. תחילת השבלול בחלק הפנימי של החלון הסגלגל, ומכאן הוא מתפתל כדוגמת קונכייה של חלזון (מכאן שמו המדעי של השבלול – קוקליאה COCHLEA). השבלול מורכב משלושה חלקים עיקריים: SCALA VESTIBULI, SCALA TYMPANI, ו-SCALA MEDIA. ההפרדה בין החללים מתבצעת ע"י שתי ממברנות: (BM) BASILAR MEMBRANE ו-(RM) REISSNER MEMBRANE. הסקלות מכילות נוזל מימי, אך הרכבו של הנוזל ב-SCALA MEDIA שונה במעט מהרכבו בסקלות החיצוניות. להפרש פוטנציאלים זה משמעות רבה בהתמרה המכאנית החשמלית אותה מבצע השבלול. על הממברנה הבאזילארית נמצא "איבר קורטי", הכולל את מערכות תאי השיער המשמשות להמרה המכאנית חשמלית (כאמור תפקידה העיקרי של הקוקליאה) ולשיפור יכולת ההפרדה בתדר. המבנה הפיסיקלי של הממברנה הבאזילארית מקנה לחלקים שונים לאורך הממברנה תגובה ספקטרלית שונה כפי שניתן לראות בתרשים מספר 3: החלקים הקרובים לבסיס (צרים ודקים) מגיבים היטב לתדרים גבוהים, והחלקים הקרובים לקצה הרחוק של השבלול (רחבים ועבים) מגיבים לתדרים הנמוכים⁵.

⁵ ראה: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Hearing>>

שמיעה אבסולוטית

על פי מילון אוקספורד למוזיקה, שמיעה אבסולוטית הינה תכונה הקיימת בקרב אנשים מסוימים המאפשרת להם לתפוס באופן מוחלט ולהעניק משמעות לגובה של צליל אליו נחשפו (Parncutt and Levitin 2007). אנשים בעלי תכונה זו מסוגלים לזהות את גובהו של צליל מבלי להיעזר בגובה צליל אחר שישמש כעוגן יחסי. השמיעה האבסולוטית מעסיקה את שדה המחקר המוזיקולוגי ותחומי דעת חופפים לרבות חינוך מוזיקלי ומחקרים העוסקים במדעי המוח ותהליכי למידה וזכירה. תשומת לב רבה הושקעה בהיבטיה המשוניים והמסקרנים של התופעה, ביניהם למשל העובדה כי אנשים בעלי שמיעה אבסולוטית מסוגלים לתפוס גובה צליל אפילו של רעשים ללא מאפיינים מוזיקליים, כגון השקת כוסות זכוכית או סירנת אמבולנס. למרות העיסוק הרב בתופעה הנ"ל, הידע שקיים כיום בעולם המחקר מבוסס על דיווחים נקודתיים ורחוק מלהיות מדויק לחלוטין (Miyazaki 2004, 426).

מיאזאקי חילק את השמיעה האבסולוטית לשני סוגים: הראשון הוא שמיעה אבסולוטית פסיבית שפירושה שמיעה של צליל, זיהוי גובהו, והגדרתו בשמו המקצועי, והשני הוא שמיעה אבסולוטית אקטיבית שמשמעותה הפקה של צליל מסוים בצורה מדויקת מתוך התכוונות, ללא סיוע של גובה צליל יחסי. בנוסף קבע מיאזאקי כי ישנם היבטים נוספים הקשורים בשמיעה אבסולוטית, כגון זיכרון לטווח ארוך של צלילים מתוך יצירה מוזיקלית מסוימת או היכולת לזהות סולם מסוים לפי צלילי סולם זה, אך לא ברור אם תופעות אלו קשורות לשמיעה אבסולוטית בצורה ישירה (ibid ibid).

מערכת גובה הצליל אינה "אבסולוטית" מטבעה. למעשה, מרכיבים מוזיקליים חשובים ביותר כגון מלודיה והרמוניה בנויים מיחסים בין צלילים. מוזיקאים רבים, כאלו שלא ניחנו בשמיעה אבסולוטית, משתמשים ביכולת מוזיקלית נוספת הנקראת שמיעה יחסית (ראה פיתוח שמיעה להלן). במילון אוקספורד למוזיקה, המכיל את כלל המושגים הקיימים בעולם המוזיקה, לא נמצאת הגדרה חד משמעית למושג שמיעה יחסית. ניתן לשער שזאת מפני שיחסיות, בניגוד לאבסולוטיות, אינה דבר ספציפי ומדיד. יחס הינו כלי נוח למתן הסבר, תיאור או ניתוח סדרים, שיטות ודברים המשווים אחד לשני, ולכן, המושג שמיעה יחסית מתייחס ליכולת של אדם לזהות

גובה צליל בעזרת גובה צליל אחר שלגובהו יחסיות טבעית וקבועה ע"י טונאליות⁶ (Zatorre, et al. 1997).

לאורך השנים, וכחלק מהתפיסה הרומנטית של הכישרון המוזיקלי כסוג של מתת-אל, נחשבה השמיעה האבסולוטית יכולת מוזיקלית נדירה, אך יש לציין כי שמיעה אבסולוטית היא למעשה יכולת לזהות גובה צליל שבאופן טבעי זיהויו מתאפשר בסיוע גובה צליל יחסי, ללא סיוע זה. לכן, גם מוזיקאים ללא שמיעה אבסולוטית, יכולים להשתתף בחופשיות בכל פעילות מוזיקלית, ולהגיע להישגים תוך שהם ניחנים בשמיעה יחסית (מפותחת) בלבד. מיאזאקי עמד על יחסי גומלין מסויימים בין השמיעה האבסולוטית והיחסית וקבע כי השמיעה האבסולוטית עשויה להפריע לפיתוחה של שמיעה יחסית ולהפך. הסיבה לכך היא ששמיעה אבסולוטית ושמיעה יחסית שייכות לרבדים שונים לחלוטין בתחום הזיכרון הצלילי, כאשר האחת מתייחסת להבנת תדר הצליל כפי שנקלט במערכת השמע, והשנייה מתייחסת להבנה של גובה צליל בסיוע גובה צליל יחסי, בהתבסס על יחסי הגומלין בין הצלילים. לאדם עם נטייה לשמיעה יחסית, יהיה קשה יותר לפתח שמיעה אבסולוטית בשל הניגוד הקיים בין שתי התכונות. מצד שני, לאדם בעל שמיעה אבסולוטית יתקיים ברוב המקרים קושי ברכישת שמיעה יחסית, בגלל הנטייה של אדם עם שמיעה אבסולוטית להסתמך עלייה במסגרת פעילות מוזיקלית (Miyazaki 2004, 427). מבלי להקדים את המאוחר, ומבלי שהדברים נאמרים במפורש, ניתן להבין את דבריו של מיאזאקי כהסכמה עם גוף המחקר הטוען כי שמיעה אבסולוטית הינה כושר הניתן לפיתוח (ראה להלן).

רק אחד מ-10,000 אנשים מעיד על עצמו כי הוא בעל שמיעה אבסולוטית. ההבחנה בין אדם המחזיק בשמיעה אבסולוטית לבין אדם שאינו מחזיק בשמיעה אבסולוטית אינה חד משמעית: אדם בעל שמיעה אבסולוטית מפותחת מזהה בין 70%-ל-100% מצלילים אקראיים אליהם נחשף, אך קיימים גם אנשים שמוזהים עד כ-40% מהצלילים האקראיים אליהם הם נחשפים, וגם יכולת זו נחשבת לשמיעה אבסולוטית ברמה מסוימת (Parncutt and Levitin 2007). שאלות על שמיעה אבסולוטית עולות מהידע שקיים כיום בעולם המחקר לגבי מערכת השמיעה. תאים אשר מגיבים לתדרים ספציפיים נמצאים לכל אורך מכלולי המערכת האודיטורית. לכן, מידע לגבי גובהו האבסולוטי של צליל מסוים זמין באופן פוטנציאלי לכל אורכו, השאלה: "מדוע שמיעה

⁶ טונאליות- מערכת מוזיקלית בה צלילים ואקורדים מסודרים ע"פ סדר מסוים בכדי ליצור היררכיה של יחסים בין צלילים, צלילים יציבים ומשיכה בין צלילים. מתוך ויקיפדיה האינציקלופדיה החופשית <<http://en.wikipedia.org/wiki/Tonality>>.

אבסולוטית אינה קיימת אצל כולם? ". ע"פ לוינטין, ייתכן ששמיעה אבסולוטית אכן קיימת אצל כל בני האדם. מספר הולך וגדל של ראיות מוכיחות כי אנשים רבים, אף על-פי שאינם מסווגים כבעלי שמיעה אבסולוטית, ניחנים בתכונות דומות לה. למשל, אנשים ללא שמיעה אבסולוטית שמתבקשים לזהות צליל אקראי ששמעו, מצליחים לעשות זאת פעמים רבות, ולעתים טעויותיהם רחוקות בחצאי טונים מגובה הצליל האמיתי ששמעו. ממצאים דומים דווחו מתיעוד אנשים בעלי הכשרה מוזיקלית ללא שמיעה אבסולוטית, שנתבקשו לזהות את סולמה של יצירה מוזיקלית. לוינטין בחן היבטים הקשורים בזיכרון צלילי תוך הסתמכותו על שירים אותם קבוצת הנחקרים מכירים היטב. תוצאות המחקר הראו כי קיימת אצל הנבדקים זכירה של צלילי שיר אבסולוטיים, במיוחד לגבי שירים המושרים לרוב באותו סולם. כלומר, לבני אדם יש נטייה להתחיל לשיר שיר שמוכר להם היטב, בסולם בעל קרבה משמעותית לסולם המקורי של השיר, בביצוע אותו הם מכירים. מחקר זה מצביע על כך שאנשים מסוגלים לזכור מרכיבים יחסיים של שיר (מנגינה) כמו גם מרכיבים אבסולוטיים (סולם, גובה צליל) וכי שתי יכולות זכירה אלו נפרדות זו מזו (Levitin 1994).

מרבית המחקרים הראשוניים שנעשו בתחום השמיעה האבסולוטית עסקו בשאלה אם שמיעה מסוג זה היא תופעה גנטית, מולדת נדירה או האם ניתן לרכוש אותה, או להקנות אותה לאדם מסוים בדרך כלשהי. המחקר חלוק בדעותיו ביחס לשאלה זו. ישנם חוקרים אשר סברו כי שמיעה אבסולוטית הנה תכונה מולדת, אשר נמצאת או חסרה בקוד הגנטי של אדם נתון. והיה והיא קיימת, יוכל אדם לממשה ללא כל הכשרה מוזיקלית מוקדמת, ולזהות צליל ששמע ברגע שיהיה נוכח בסיטואציה המתאימה לכך. אדם אשר לא ניחן בתכונה גנטית זו, לא יוכל להשתוות בפעולת זיהוי צלילים לאדם אשר נולד עם תכונה שכזו, ללא קשר או תלות במידת ורמת ההכשרה והאימון (Parncutt and Levitin 2007). ע"פ מיאזאקי, תומכי התיאוריה הגנטית מדגישים את האחוזה הזעיר של בעלי שמיעה אבסולוטית בקרב האוכלוסייה הכללית וטוענים ששמיעה אבסולוטית קיימת באחוז רב יותר בקרב בני אותה משפחה. אכן, הנתון כיום הוא שאחוז בעלי השמיעה האבסולוטית מבין האוכלוסייה כולה קטן מ- 0.01%, אך נתון זה אינו אמין ואינו ודאי מפני שאינו מגובה בהוכחות ממשיות (Miyazaki 2004, 430). מצד שני, החוקרים הדוגלים בגישת השמיעה האבסולוטית כתכונה נרכשת, בצורתה הפשוטה ביותר, טוענים כי אין כל קשר בין שמיעה אבסולוטית לגנטיקה. כלומר, שמיעה אבסולוטית הינה תוצאה של מספר גורמים המביאים לפיתוח היכולת לזיהוי צלילים אצל אדם. מכאן, שכל אדם תחת הנסיבות הנכונות,

יוכל לפתח שמיעה אבסולוטית (Levitin 1994, 414). נערכו מספר ניסיונות לבדיקה אם שמיעה אבסולוטית עשויה להשתרש אצל אדם באמצעות אימון. כמה מן הניסיונות הנ"ל הראו כי ניתן לפתח זיכרון צלילי ברמת דיוק מסוימת. ברם, תוצאותיה של שמיעה אבסולוטית שהושגה באמצעות אימון רחוקות ברמת דיוקן מאלו של שמיעה אבסולוטית "אמיתית". מכאן, שאין הוכחות חותכות בנוגע לגבי תיאוריות הלמידה של שמיעה אבסולוטית (Miyazaki 2004, 430).

תופעה ראויה לציון בנושא השמיעה האבסולוטית היא האחוזים הגבוהים של בעלי השמיעה האבסולוטית ביפן, שלפי בדיקות שנערכו עומד על כ-30% אחוז בקרב סטודנטים לחינוך מוזיקלי ועל כ-50% בקרב סטודנטים למוזיקה. הסיבה המשוערת לכך היא שביפן, נשלחים הילדים ללימוד נגינה, בייחוד נגינה על פסנתר בגיל צעיר במיוחד. ע"פ עדויות, מרבית המחזיקים בשמיעה האבסולוטית החלו את ללמוד מוזיקה בין גיל 3 לגיל 6. זאת ועוד, סקרים, שנערכו בקרב מספר גדול של מוזיקאים בגילאים שונים, מצביעים על ירידה באחוז בעלי השמיעה האבסולוטית ככל שעולה הגיל. תוצאות אלו תומכות בתיאוריה לפיה שמיעה אבסולוטית נרכשת בצורה האפקטיבית ביותר ע"י סוג מסוים של אימון בגילאים צעירים. תיאוריה זו הינה גישת מפתח בחיבור זה כפי שיוצג בפרקים הבאים. תיאוריה זו לגבי שמיעה אבסולוטית מקבילה לתיאוריה התפתחותית נוספת הנוגעת לרכישת שפה (ראה חומסקי להלן) (קרן 2010), ומכאן שהאפשרות לרכישת שמיעה אבסולוטית בדרך של למידה, נכללת במסגרת רחבה של תכונות התפתחותיות קוגניטיביות (Miyazaki 2004, 430). הסברה כיום היא שאף על פי שלא נמצא הגן המשפיע על שמיעה אבסולוטית, ישנו מידע ביחס לאזורים המוחיים המגיבים לגירוי האודיטורי בהקשר של ניתוח והבנה של גובה הצליל האבסולוטי בדרך של זיהוי התדר. סוגיה זו נתמכת במחקרים עדכניים ביותר אשר זיהו כי הרקע המוחי לשמיעה האבסולוטית נמצא בשני אזורים שונים במוח הנבדלים בקרבתם לקליפת המוח החיצונית, האחראית לתופעות רכישת השפה והזיכרון. משמע, לשמיעה האבסולוטית שותפים גם אזורים תחתונים במוח, כלומר אזורים מולדים ברמת "תרדמה"⁷ משתנה, וגם אזורים עליונים אשר תכליתם היא רכישת מידע ואכסונו. שותפות זו אינה זהה בין כלל בני האדם והיא קשורה לתכונות גנטיות מחד ולחשיפה אקראית או מתוכננת מאידך (Elmer, et al. 2015).⁸ את הסברה הזו ניתן לקשר לתיאוריה החומסקיאנית אשר הוצגה

⁷ אזורים רדומים במוח הינם אזורים המחכים לגירוי על מנת לרכוש מידע ונתונים.

⁸ ראה גם: ערן חיות, שי בן חיים ו זהר איתן, "שמיעה אבסולוטית משתמעת וחשיפה לסולמות מוזיקליים: אפקט המוכרות על תפיסה והערכה של מוזיקה". בהכנה.

בחיבור זה בראשית סקירת הספרות ולהציף מחדש את השאלה, האם שמיעה אבסולוטית הינה תכנית קיימת או קונפיגורציה מוחית מסוימת עמה אנו נולדים, אשר אינה מושפעת מתחומי קוגניציה אחרים, ויש רק להוציאה לפועל, או שמדובר במערכת שלמה של "הוצאת פוטנציאל מהארוך" אשר יתכן ומתקיים אצל כל אדם.

שמיעה יחסית ופיתוח שמיעה

שמיעה מוסיקלית הינה שמיעה בהקשר מוסיקלי. זוהי אותה שמיעה הקיימת אצל כל אדם, המקושרת עם ידע מוסיקלי והופכת את התכנים שנשמעו למובנים למאזין. "...שמיעה מוסיקלית נתפסת כמצרך נדרש בחינוך של סטודנטים מוצלחים למוסיקה. רבים מהמחנכים המוסיקליים מאמינים שבלי שמיעה מוסיקלית מפותחת, בלתי אפשרי למוסיקאי לתפקד במקצועיות כמורה, מנצח, מבצע או מלחין" (Hiatt and Cross 2006, 46).

שמיעה היא יכולת – כישור, שכדי להבין מהי וכיצד היא מתפתחת, יש לתת את הדעת על היבטים פיזיים, היבטים חברתיים-תרבותיים, והיבטים הקשורים בלמידה פורמלית.

קיימת הבחנה בין שמיעה והאזנה. בעוד שמיעה היא תהליך פיזי, האזנה הינה תהליך מנטלי. שמיעה טובה אינה מגיעה בהכרח יחד עם מיומנויות האזנה טובות, ולהפך. מיומנויות האזנה ומיומנויות תקשורת מילולית נרכשים בעזרת חוש השמיעה. כפי שתואר בפרק הקודם, קול מורכב מתנודות שונות בגלים דרך האוויר. גלי קול יכולים לרטוט במהירויות שונות. ככל שהתנודות מהירות יותר, כך הצליל גבוה יותר. כזכור, התדירות מייצגת את מספר התנודות שמופקות בכל שניה, והתדירות נמדדת בהרץ. תדירות הצליל הינה דבר פיזי, בעוד גובה צליל הינו השיפוט הסובייקטיבי של התדירות. הקול עובר את האוזן ומתורגם למסרים המועברים למוח. ההבחנה שאנו עושים כאשר אנו מאזינים למוסיקה, נעשית בעזרת המוח. זוהי יכולת קוגניטיבית שיכולה להיות מולדת ("אינטליגנציה מוטבעת") או מאומנת בעזרת אימון שמיעתי (Darrow 1990).

דארו טוענת כי ילד בעל שמיעה רגילה בדרך כלל מסוגל לשמוע את כל הצלילים השונים בסביבתו, אבל עלול להתקשות להבין מהם. כמעט כל משימה שמיעתית יכולה להיות מנותחת לארבעה שלבים בסיסיים: גילוי- בו המאזין מחליט האם שמע, הבחנה- בה המאזין קולט שוני בין צלילים, זיהוי- בו המאזין נותן שם לדבר ששמע, והבנה- בה המאזין שופט את הדבר ששמע ברמה מעמיקה. אנו יכולים לעשות רבות בכדי לשפר את יכולת ההאזנה של אדם. מטרתנו כמחנכים מוסיקליים, עפ"י תפיסתה של דארו, הינה להגדיל את כמות המידע המתקבל בעזרת חוש השמיעה. ניתן לעשות זאת

כאשר מלמדים ילדים לנתח את הצלילים והקולות שהם שומעים. האזנה הינה מיומנות שצריכה להיות מתורגלת באופן עקבי (ibid, ibid).

תהליך רכישת הידע המוסיקלי, בין אם בשמיעה ובין אם בהבנת אותו ידע, מתחלק לשני חלקים שונים לפי גישתם של הנון וטריינור (Hannon and Trainor 2007). החלק הראשון הינו תהליך בנייה תרבותי, והחלק השני הינו חווית מוסיקה פורמלית כגון שיעורי מוסיקה. ידע מוסיקלי נותן לאנשים את היכולת להקיש ולרקוד, לזהות צלילים שגויים, לזכור ולהפיק מנגינות וקצב דומה, ולחוש רגשות המובעים במוסיקה, כל זאת גם ללא קשר ללימודי מוסיקה פורמליים.

במאמרם, מציינים הנון וטריינור יכולות מוסיקליות וידע הנרכשים בעזרת תהליך בנייה תרבותי טבעי – דרך חוויות יום יומיות כמו האזנה למוסיקה, שירה וריקוד. לדוגמה, הרגישות לקונסוננטיות ודיסוננטיות היא אוניברסלית. אפילו בעלי חיים מסוגלים להבחין בין מרווחים קונסוננטיים למרווחים דיסוננטיים.

ההבדל הגדול בין בעלי חיים ובני אדם הינו שבני אדם רגישים יותר למרווחים קונסוננטיים, ככל הנראה בגלל ההעדפות האסתטיות התרבותיות שלהם. על אף שסולמות מוסיקליים הם שונים בתרבויות שונות, כולם מבוססים על מרווחים קונסוננטיים. לפי הנון וטריינור, ילדים בני 5 בצפון אמריקה כבר מזהים חריגות מהסולם, ובגיל 7 הם כבר מזהים חריגות הרמוניות (ibid, ibid).

מבניים קצביים הינם בסיסיים יותר לזיהוי מאשר גובה צליל, כיוון שהם יוצרים את הבסיס לכל התנהגות מוסיקלית חברתית, כמו ריקוד. ההבחנה בין צורות ריתמיות שונות נעשית כבר בגיל חודשיים. החוש הריתמי שלנו כנראה מבוסס על קצב ביולוגי כמו הליכה ופעמות הלב. ההעדפה למשקל מוסיקלי הינה תרבותית. בצפון אמריקה הנטייה הינה ליחס של אחד לאחד, או אחד לשניים. כלומר, בכל הנוגע לקצב וגובה צליל, ילדים רגישים למאפיינים בסיסיים ברמה האוניברסלית, כבר מגיל צעיר מאד. המאפיינים הינם מרווחים קונסוננטיים וערכים ריתמיים, המהווים בסיס לכל מורכבות מוסיקלית אחרת. כלל המבוגרים, אלו שלמדו מוסיקה בצורה פורמלית ואלו שלא, רכשו יכולות מוסיקליות שונות בעזרת חוויות מוסיקליות אותנטיות (ibid, ibid).

(ibid). במסגרת הפסיכולוגיה הקוגניטיבית של המוסיקה, נעשו מחקרים רבים על תהליך השמיעה והניתוח. קרומהנסל למשל, מציג את התפיסה וההבנה של צליל וקצב בעזרת תבניות פשוטות. כאשר אדם שומע מערכת צלילים או קצב, מתבצעים במוחו תהליכים קוגניטיביים, ביניהם זיהוי תבניות ריתמיות או צליליות בעזרת ידע קודם, והשוואתן לגירוי שמתקבל באותו רגע. כך אותו אדם בעצם משתמש בידע הקיים שלו, תוך כדי ניתוח לתבניות בסיסיות, מוכרות, ומזהה בעזרתן

את המידע החדש. בנוסף לתהליכים הקוגניטיביים, גם הזיכרון לטווח הקצר מהווה צורך חשוב בשמיעה מוסיקלית, בכדי לזכור ולחזור על מנגינות (Krumhansl 2000).

בנוסף, מחלק קרומהנסל את התהליך לרכישת ידע מוסיקלי לשלוש גישות שונות. הגישה הראשונה שמה דגש על רכישת ידע אקדמי, ולה שני מימדים: למידת נגינה ואימון על כלי או קול, ורכישת ידע תיאורטי, רכישה של יכולות ניתוח, הלחנה, וידע בהיסטוריה של המוסיקה. הגישה השנייה מתייחסת לנגנים הרוכשים את כל היכולות המוסיקליות שלהן מנגינה, ללא ידע אקדמי, והגישה השלישית מדברת על רכישת ידע דרך היכרות עם סגנונות מרובים, לא רק במוסיקה המערבית (ibid, ibid).

באשר לתפיסה הקוגניטיבית של קצב, קרומהנסל מציין כי הדבר המעניין הוא יכולת המוסיקאי להבחין בין מקצבים שהשוני ביניהם קטן מאד. לא ניתן לעשות זאת ללא הקשר, וההקשר במקרה זה הוא המשקל. ברגע שיש משקל ברור למנגינה, המאזין יכול לחלק אותה לתבניות על פי אותו משקל. גם במקרה של גובה צליל, המאזינים מאד רגישים להבדלים הקטנים בתדירויות הצליל.

מחקרים במסגרת פיתוח שמיעה עוסקים בנושאים שונים הקשורים בצליל. אחד הנושאים הינו זיהוי מרווחים מוסיקליים. מרווח הוא היחס בין שני צלילים, וזיהוי המרווחים נעשה על ידי הכרת היחסים השונים. היבט נוסף בשמיעה הוא הזיהוי של קונסוננטים ודיסוננטים. התיאור הנפוץ למרווחים קונסוננטים הוא "נעים", "חלק", או "טהור", והוא נובע מיחס פשוט בין תדירויות שני הצלילים (לדוגמה 1:2 – אוקטבה, או 3:2 – קווינטה). היבט אחר הוא כיוון צלילי ואינטונציה (הנגנה). לעתים רבות נגנים וזמרים סוטים מהכיוון המקובל, כאשר בדרך כלל מדובר על זמרים או נגני כלים בעלי כיוון גמיש (כלי נשיפה, גיטרה, ועוד) (ibid, ibid).

מחקרים נוספים מרחיבים את התפיסה שלעיל שלפיה קיימת העדפה לשמיעה של מרווחים קונסוננטיים ומוסיקה קונסוננטית. במחקרו של הוסמן שחקר את המבנה האנטומי של האוזן ואת דרך השמיעה הפיזית של מרווחים קונסוננטים ומרווחים דיסוננטיים בהקשר של סדרת הצלילים העיליים, נמצא שצלילים ומרווחים קונסוננטיים עוברים את מערכת השמיעה בקלות ביחס למרווחים הדיסוננטיים, ובהקשר ישיר הם משרים על המאזין תחושות רגשיות שונות. תחושת שלווה ורוגע אל מול תחושת מתח. בנוסף, משתתפי מחקרו תיארו שמרווחים מלודיים שונים זה מזה גם ביחסי גובה הצליל וגם ברגשות שהם מעוררים במאזין (Smith and Williams 1999).

במחקר מוח שנערך על משתתפים שאינם מוסיקאים, ומעולם לא למדו פיתוח שמיעה, התגלה כי בגזע המוח קיים מכניזם נוירולוגי המנתח גובה צליל, המראה קידוד מועדף למוסיקה קונסוננטית,

ואף משמר את ההיררכיה המוסיקלית הנמצאת במוסיקה מערבית, גם כאשר אין השכלה מוסיקלית. המחקר נערך בארצות הברית, ועל כן התוצאות עלולות להיות מוטות ורלוונטיות לאנשים שגדלו על מוסיקה מערבית (Krishnan and Bidelman 2009).

הוסמן, במחקרו שהוצג לעיל, סבר שהסיבה לכך שבני אדם שגדלו בתרבות המובנית על מוסיקה מערבית טונאלית מזהים את המרווחים הקונסוננטיים עם תחושת שלווה ורוגע, היא מכיוון שהם חלק ממערכת הצלילים העיליים ההרמונית? על כן, מרווחים אלה מזהים יותר בקלות ובצורה ברורה יותר, ומעובדים בקלות, בעוד שהמרווחים הדיסוננטיים קשים יותר להאזנה ועל כן גורמים לתחושת מתח וצורך חזק בפתרון (Smith and Williams 1999).

אך האם תפיסת המוסיקה אותה אנו שומעים היא רעיונית? דבליס מגדיר רעיוניות כך: היכולת להבחין בין סוגי חוויות חושיות שונות, כמו ראייה ושמיעה, והאמונה שהחוויה החושית שהאדם מקבל היא אותה חוויה חושית שכלל האנשים מקבלים. בנוסף, היכולת לקרוא לאותה חוויה בשם המשמש את כלל האנשים (DeBellis 2005). דבליס מתייחס לשמיעה המוסיקלית בעזרת דרגות סולמיות, ומנסה להפריך את התפיסה ששמיעה לפי דרגות סולמיות היא רעיונית. הוא טוען שכיוון שאדם ממוצע בשיעור פיתוח שמיעה אינו מסוגל להאמין בביטחון מהי הדרגה הסולמית אותה הוא שומע, כיוון שמאזינים ממוצעים אינם יכולים להבחין בין דרגה אחת לאחרת, וכיוון שזהו מידע אותו רוכשים בשיעור פיתוח שמיעה, ולא מגיעים אל השיעור עם המידע הקיים, לא ניתן להגדיר את הסיטואציה כרעיונית. דבליס טוען כי שמיעה לפי דרגות סולמיות הינה תהליך "שקוף" – תהליך בו משתמשים בתפיסות תיאורטיות כדי להבהיר את האמונה בדבר הנשמע, אמונה שלא עומדת בפני עצמה. עם זאת, דבליס מסייג בכך שחלק מהתפיסות המוסיקליות של המאזין הרגיל הן רעיוניות, לעתים בתחום הסגנון המוסיקלי (ibid, ibid).

מחקרם של פיין, ברי ורוזנר, התמקד בתחום שמיעתי הנוגע לציפייה הרמונית - היכולת להבין את הכיוון אליו הולכת המנגינה בעזרת ההרמוניה – האקורדים המלווים. במחקר זה, שהתמקד בשירה, השתתפו 22 זמרים, כולם מנוסים בשירה במקהלות. הזמרים התבקשו לשיר עשרה מרווחים שונים כתובים, מטרצה גדולה ועד ספטימה גדולה, גם בעלייה וגם בירידה. בחלק השני

⁹ צלילים עיליים (Overtones) הם תדרי לווין המופיעים מעל התדירות היסודית בעת הפקת צליל כלשהו. על פי רוב, התדר היסודי הוא החזק והברור ביותר, והצלילים העיליים מתווספים אליו ומעניקים לו את ה"צבע" המיוחד לכלי הנגינה. בתורת הגלים מכונים צלילים כאלה הרמוניות גבוהות של התדר היסודי. תדירויותיהם של הצלילים העיליים הן כפולות שלמות של התדר היסודי (כלומר, אם תדר היסוד הוא X, הצלילים העיליים יופיעו כ 2X, 3X וכן הלאה), לכן הם תמיד גבוהים יותר מהצליל היסודי שלהם. לכל צליל בטבע יש עקרונית אינסוף צלילים עיליים אך נהוג להתייחס לכפולות הקרובות בלבד שכן אותן ניתן לשמוע ביתר קלות. <en.wikipedia.org/wiki/Overtone>

של המחקר, הזמרים התבקשו לשיר ארבעה כוראלים של באך, שכל אחד מהם שונה בדרך אחרת: הרמוניה שונה בשלושת הקולות האחרים בעוד המנגינה נשארה זהה, מלודיה שונה ויותר רנדומאלית אך עדיין תואמת להרמוניות המקוריות עם יתר הקולות, ושינויים במלודיה ובהרמוניה גם יחד. המסקנה החשובה מהמחקר היא שזמרים משתמשים בציפייה ההרמונית שלהם כדי לחזות מה יהיה הצליל הבא אותו הם צריכים לשיר. כלומר – משתמשים בטונאליות כדי לשמוע בצורה ברורה יותר (Fine, Berry and Rosner 2006).

מספר מחקרים בדקו את השפעת השירה על השמיעה- האם השירה עוזרת בתחומי פיתוח השמיעה השונים. במחקרם של וובר ובראון (נערך ניסוי שנועד לגלות אם קל יותר לשמוע בעזרת שירה, כלומר לשיר כדי לזכור את המנגינות, לעומת שמיעה בעזרת שמיעה פנימית בלבד, ואם מילים עוזרות לזכור מלודיה טוב יותר. המחקר גילה שקל יותר ללמוד שירים עם מילים מאשר ללמוד מנגינות, אך שהשירה בקול רם לא הקלה על המשתתפים לזהות את השוני בגובה הצליל, ושהצלילו באותה המידה לשמוע בעזרת השמיעה הפנימית בלבד (Weber and Brown 1986). במחקר נוסף בוצע ניסוי בנוגע להאזנה למוסיקה בגילאי היסודי – האם ישנה עדיפות להאזנה ליצירות תוך כדי שירה או בלעדיה, והמסקנה אליה הגיעו היא שישנה עדיפות להאזנה עם שירה, מכיוון שהתלמידים זכרו את הנושאים מהיצירות טוב יותר (McLean 1999).

במחקר של פיין, ברי, ורוזנר, שהוצג לעיל, התגלה שכמות הטעויות בשירה עם הרמוניה ששונתה היה גדול בהרבה מאשר כאשר המלודיה שונתה, ושהמנוסים יותר טעו פחות. המסקנה שהסיקו מכך החוקרים, בנוסף על כך שההרמוניה תורמת להשלמת הצלילים, היא שככל שהזמרים מנוסים יותר בשירה, כך קל להם יותר להצליח לשיר מלודיה ששונתה. נוסף על זה, התוצאות בשירת המרווחים היו נמוכות למדי, מכיוון שמשתתפי המחקר לא היו מנוסים בקריאה מתווים (Fine, Berry and Rosner 2006).

היבט נוסף העולה בתחום השמיעה הינו השפעתם של גורמים אקוסטיים על השמיעה – שמיעה בכלים שונים, במנעדים שונים, ובעוצמות שונות. במחקר של נויהוף, מקבת' וונוזי בו השתתפו גברים ונשים מעל גיל 18 שלא עוסקים במוסיקה באופן מקצועי, התגלה ששמיעת גובה הצליל ועוצמת הצליל נעשית באותו המקום בגוף פיזית, ובעקבות כך, ככל הנראה, רבים מהמשתתפים בבלבו גובה צליל עם ווליום חזק (Neuhoff, McBeath and Wanzie 1999). במחקר דומה שנעשה, נבדק אם גורמים אקוסטיים כמו גובה צליל או גוון צליל גורמים לאדם לשמוע מרווחים בצורה שונה. במחקר נוגן רצף של חמישה צלילים ואחריו עוד רצף של חמישה צלילים בסולם אחר. הרצף השני היה יכול

להיות בעל אותם מרווחים כמו הראשון (מועתק במדויק) או בעל מרווחים שונים. הנבדקים סימנו "בטוח שונה", "שונה", "זהה", "בטוח זהה". המחקר גילה שהשמיעה היחסית מושתתת בעיקר על גובה הצליל ולא על גורמים אקוסטיים כפי שנבדק (McDermott, Lehr and Oxenham 2008). שלנברג ומורנו בדקו אם למנעד יש השפעה על הצורה בה אנשים שומעים. במחקרם השתתפו 40 סטודנטים בממוצע גילאים 20, לחצי מהם ניסיון מוסיקלי רחב ולחצי מהם אין כמעט או בכלל ניסיון מוסיקלי. המשתתפים שמעו שני צלילים בעלי גובה צליל שונה, והתבקשו לזהות את סדר הצלילים – גבוה ואחריו נמוך או להיפך. בניסוי התגלה שלקבוצה עם הניסיון המוסיקלי היו תוצאות טובות יותר, אבל כשצלילים נוגנו במנעד גבוה יותר, ההבדל בין שתי הקבוצות נעלם. מכאן אפשר להסיק שהקושי בזיהוי גדל במנעד גבוה (Schellenberg and Moreno 2010).

במחקרו של סמפלסקי השתתפו 27 סטודנטים למוסיקה בניו יורק, חציים נשים וחציים גברים, ממוצע הגיל שלהם הוא 20, עם ממוצע של 8 שנים נגינה על כלי או שירה. השמיעו להם 11 מרווחים (מסקונדה קטנה ועד ספטימה גדולה) בעזרת גוון של קלרינט שהושמע דרך מחשב (בווליום לבחירתם של הסטודנטים). כל מרווח הושמע ב-10 טרנספוזיציות שונות ובשלוש צורות שונות – מלודי יורד, מלודי עולה, והרמוני (שני הצלילים יחד). אחרי שמיעה של מרווח היו צריכים ללחוץ על שם המרווח המתאים במחשב. הם התבקשו להחליט מהר, מתוך אינסטינקט, ולא לנסות לנתח את המרווח. היו להם 8 שניות בלבד. התוצאות הראו שמרווחים גדולים קשים יותר לזיהוי ממרווחים קטנים. המרווח סקסטה קטנה היה הכי קשה לזיהוי מבין כל הקטגוריות. מבין המרווחים היורדים מלודית – ספטימה גדולה היה הקשה לזיהוי. היה בלבול בין סוגי מרווחים זהים כמו סקונדה קטנה וגדולה. התגלה גם שישנו סיכוי גדול יותר לבלבל ספטימה קטנה עם שני סוגי הסקסטות מאשר עם ספטימה גדולה. היו בלבולים חוזרים בין קווינטה זכה וקוורטה זכה. זוהו יותר טעויות במרווחים הרמוניים מאשר במרווחים המלודיים (Samplaski 2005).

היבט עיקרי בתחום השמיעה הינו נושא המזוהה כ-"שמיעה פנימית". קובינגטון מתארת שמיעה פנימית כדמיון צלילי וטונאלי, היא קוראת לכך "שמיעה מנטלית". כאשר אדם מסוגל לדמיון את התווים שהוא רואה, הוא שומע יצירות שלמות בראשו מבלי שאלו יהיו מנוגנות בקול. השמיעה הפנימית היא כלי העוזר למוסיקאי להלחין ללא המגבלות הקיימות בהלחנה על גבי כלי נגינה ספציפי, ועוזר להתאמן על נגינה ללא מגע בכלי הנגינה עצמו. השמיעה הפנימית עוזרת גם לאנאליזה ברורה יותר של הטקסט המוסיקלי (Covington 2005).

אך מהו בעצם תחום פיתוח השמיעה? פיתוח שמיעה הינו חלק מלימודי התיאוריה. לרוג'רס גישה ייחודית על הוראת תיאוריה ופיתוח שמיעה. רוג'רס טוען שתחום התיאוריה אינו בדיוק מקצוע, אלא פעילות, בדומה להלחנה וביצוע בימתי. "המחשבה על מה אנו שומעים והשמיעה של מה שאנחנו חושבים עליו – והייתי כולל אפילו את המחשבה על מה שאנחנו חושבים עליו" (Rogers 2000).

רוג'רס מחלק את התיאוריה לשני תחומים: מיומנויות בכתיבה כגון הלחנה וניתוח, ומיומנויות אוראליות כגון הכתבות וסולפג', ומציין כי השאיפה העיקרית של הוראת התיאוריה צריכה להיות מציאת דרכים לביטול ההבחנה בין שני התחומים. בנוסף, הוא מתאר את מטרת התיאוריה המוסיקלית כהבנה של הדברים אותם אנו שומעים. לטענתו, התיאוריה ופיתוח השמיעה קשורים זה בזה – אם אנחנו מסוגלים להבין, אולי נוכל לשמוע טוב יותר, ולהפך (Rogers 1984).

תיאור נוסף של המיומנויות והתרגילים הנלמדים בשיעור פיתוח שמיעה, המהווה גם התייחסות נוספת לשמיעה הפנימית הינו בהגדרות "האוזן הרואה" ו-"העין השומעת". העין השומעת יכולה להביט בתווים, לשמוע אותם בעזרת הדמיון, ולנגן אותם מקריאה, בעוד האוזן הרואה יכולה לשמוע מוסיקה ולתרגם אותה לתווים כתובים. תרגילים נפוצים בשיעורי פיתוח השמיעה הנוגעים באוזן הרואה ובעין השומעת הינם שירת סולפג', קריאה ריתמית, זיהוי טעויות, הכתבות מלודיות, והכתבות הרמוניות. פיתוח שמיעה אינו מקצוע העומד בפני עצמו, אלא מקצוע הקיים בחיבור להוראת התיאוריה בפרט ולחינוך המוסיקלי ככלל (Beckman 2011).

ההיבטים השונים במסגרת השמיעה המוסיקלית מגוונים, ובהתאם לזאת גם הדרכים השונות לפיתוח שמיעה מגוונות מאד.

מאפיינים התפתחותיים בגיל הרך, חינוך מוזיקלי והלחנה מיטבית לילדים

השאלה העולה בחיבור זה, בוחנת אם השמיעה האבסולוטית עשויה להיות למעשה מרכיב נרכש אשר ניתן לשכללו אצל האדם באותם המנגנונים שבהם מתעצבים כישורים אחרים בדגש על כישורים שפתיים וקוגניטיביים. הניסוי אשר יוצג בחיבור זה, נקבע כך שיתמקד בטווח הגילאים אשר חוקרי השמיעה האבסולוטית המוצגים בראשית פרק סקירת הספרות הגדירו כגיל המבחן בהיבטים של רכישת שפה, ובהתפתחות המוחית הרלוונטית לשמיעה האבסולוטית.

החוקרים העריכו כי הגיל האופטימלי לעניין זה הינו גילאי 3-5 או מה שמקובל לכנות בספרות העוסקת בחינוך – "הגיל הרך".

הבדיקה תעשה באמצעות מכלול מוזיקלי שלם, דהיינו לימוד שיר חדש, המדמה את השלבים החינוכיים המוזיקליים, תוך ניסיון לבודד בפרוטוקול הניסוי מרכיבים העשויים להשפיע על הישגי הילדים ותוצאות הניסוי. מרכיבים אלו יכולים להיות כאמור מתאם גילאי לקוי (ראה להלן), לחן שאיננו מיטבי, חלל עבודה שאינו מתאים ומערכת מתווכת ובראשה הדמות אשר תלמד את השיר אשר ישגו בטקטיקות המומלצות ללימוד שיר (ראה להלן). בהמשך חלק זה ייסקרו באופן שיטתי גישות ומוסכמות ייסוד המוקנות כמתודה חינוכית בסמינרים להכשרת גננות ומורים למוזיקה, ובראשם כאמור, עמידה על גילאי הנבדקים, עיצוב החלל שבו תיערכנה הבדיקות והתצפיות, מאפייניו של הלחן המיטבי לילדים ודרכי הוראה מומלצות.

הגיל הרך: הגדרת "הגיל הרך" תוחמת את טווח השנים שבין גיל שלוש לגיל חמש. ילדים

בגילאים אלו הם סקרנים בדרך כלל, פתוחים לקלוט ולגלות דברים חדשים, זיכרונם צלול, דמיונם מפותח, והם אוהבים להמציא וליצור (ברגר 1988). בגילאים אלה מתרחש תהליך התפתחותי אשר מתחיל בגיל שלוש ומתקדם בהדרגה מבחינת רמת הקושי אליה מסוגלים הילדים להגיע (זינתי 2012). בהינתן אלו, יציג חלק זה את ההתפתחות המוזיקלית של הגילאים האלו אשר הינם בישראל גילאי הגן עד ראשית בית הספר.

בהתפתחות המוזיקלית של הגיל הרך נפגשים אם כן שלושה תחומים:

א. התפתחות קוגניטיבית כללית: פיתוח חשיבה וארגון, אסטרטגיות שימור ושליפה מן הזיכרון, תבניות וכו' וכו' :

- קשב- הקשב קובע מהם הדברים שהילד ישים לב אליהם. בתחילה הקשב מכוון לגירויים הבולטים והחזקים ביותר. זאת אומרת שהילד נמשך לגירויים, ואין הוא יוזם התמקדות בגירויים. ילדים בוגרים יותר נוטים ליזום מיקוד וקשב ופחות מגיבים לגירויים. ניתן להגיד שעם השנים, הקשב הופך לממוקד ויעיל יותר.
- זיכרון - הזיכרון קובע מהי האינפורמציה הנשארת בתוך המוח, כיצד היא מאורגת ומתחזקת לשימוש באינפורמציה המאוחסנת בעתיד (זכירה). הזיכרון של ילדים צעירים הוא פחות מאורגן בהשוואה לזה של ילדים בוגרים יותר. (הניק, ואחרים

(157-195, 2007)

- תפיסה (חושים)- התפתחות החושים הכוללת פיתוח כל חוש בנפרד, שילוב בין חושים לשם ביצוע פעולה ושימוש בחושים לצורך תפקודים מורכבים כגון קליטה של קצב כמו גם זמן ומרחב. (שם, שם).
- ב. התפתחות קישורים מוזיקליים ספציפיים, אשר יישומם בלימוד יסודות המבנה והכללים של המוזיקה האופיינית לתרבות מקומית:
- ג. התפתחות היכולת המוטורית הנחוצה בכדי להוציא מוזיקה אל הפועל (השגת שליטה על השימוש בקול, אימון של גבהים וקולות שונים, אימון ריתמי ושליטה בגוף על מנת להביע מקצבים, לרקוד או לנגן).

שלושת התחומים הנ"ל מתפתחים בו זמנית ותורמים את תרומתם הקריטית לפיתוח היכולות המוזיקליות של הילדים (קרן 2010).

מגילאי שלוש ועד חמש הילדים נהיים מודעים יותר לגובה מלודי ולתבניות ריתמיות. גלושנקוף מסבירה כי היכולת הריתמית והניסיון לדייק במקצב מתפתחים החל מגיל שלוש, כאשר בגיל חמש אמור הילד להיות מסוגל לשיר שיר בדיוק ריתמי רב וזאת בגלל שתחושת הפעמה כבר מפותחת אצלו. בגיל כזה יוכל הילד לשיר בפעמה קבועה ואפילו ללוות את עצמו בהקשת הפעמה תוך כדי שירה (גלושנקוף 1999). עם התפתחות הדיבור, מסוגלים הילדים לשיר שירים מורכבים יותר, להמציא תנועות מורכבות ולחקור לעומק צלילים וכלים חדשים. טווחי הקשב של הילדים מתארכים ככל שעולה הגיל וכמו כן יכולת המיקוד בנושא אחד לאורך זמן. ילד צעיר יותר מחזיק במאגרי זיכרון קטנים יחסית ולכן, יקל עליו להוסיף מידע לזיכרון קיים מאשר "לאחסן" זיכרון חדש (זינתי 2012).

סוגיית ההתפתחות בגיל הרך קשורה קשר הדוק לשני גורמים חשובים נוספים, המשפיעים על ההתפתחות האנושית, והם תורשה וסביבה (Chen-Hafteck and Mang 2012). המחלוקת העיקרית הנוגעת לנושא זה היא בין החוקרים הסבורים שעיקר ההשפעה הוא סביבתי, לבין אלו הנותנים משקל דווקא לגורם התורשתי ולמבנה ההתפתחותי הטבוע בנו מלידה. היבט נוסף של היחסים בין תורשה לסביבה הוא הדיון בשאלת הפוטנציאל האישי ועד כמה ניתן להשפיע עליו. חוקרים שבדקו ותיעדו התפתחות של ילדים בתחומים שונים מדגישים את המידה הרבה של שונות בין ילדים כבר משלבים מוקדמים מאוד בהתפתחות, אך בה בעת מציינים שהשונות האישית בין ילדים נורמאליים בגיל הרך מתבטאת בדרך כלל במידת ההצטיינות של ביצוע משימות, ולא בעצם היכולת לבצען או במהירות בה נלמדו (לרוץ מהר יותר, לשיר מדויק יותר, לצייר יפה יותר

וכדומה). הנוטים להאמין בהשפעת התורשה, ייחסו הצטיינות זו ל"כישרון" עמו נולד אותו ילד, ואכן לא ניתן להתעלם מאותם ילדים מחוננים שמשלבים מוקדמים ביותר מפגינים הצטיינות בתחום זה או אחר. יחד עם זאת טוענים המאמינים בהשפעת הסביבה, שהתערבות בתהליכים בזמן הנכון יכולה להגדיל במידה ניכרת את הפוטנציאל האישי בתחומים מסוימים של ההתפתחות (קרן 2010).

מחקרים רבים שנעשו בתחום התפתחות הילד בגילאי הגן, רואים במוזיקה מרכיב חשוב להתפתחותו העתידית של ילד לאדם בוגר. להתנסויות של ילד בתחום המוזיקה בגילאים אלו יש השלכות ארוכות טווח המשפיעות על יכולת הלמידה של הילד ועל התפתחותו הגופנית, הנפשית והשכלית (סולקין 1999, 83). קלאודיה גלושנקוף מבהירה במחקר מצוטט למדי כי "תפקידו של החינוך המוזיקלי הוא לספק לילד בגיל הגן סביבה מוזיקלית עשירה שתאפשר לילד לפתח רגישות לצליל, תלמדו את פעולת ההקשבה ותיתן לו אפשרות להתבטא" (גלושנקוף 1999, 105). כמו כן קובעת גלושנקוף, כי "הלימוד המוזיקלי בגיל הצעיר אף תורם ליחסו של הילד הרך למוזיקה וניתן להבין כי חינוך מוזיקלי בגילאים מוקדמים, יהווה תשתית ובסיס להתפתחות מוזיקלית אישית של כל ילד בעתיד" (שם, שם).

"חינוך מוזיקלי חייב להתחיל בגיל הגן", כך טען קודאי: "השנים שבין גיל שלוש לשבע חשובות מבחינה חינוכית יותר מהשנים שלאחר מכן. מה שקולקל, או לא נלמד בגיל זה, יתוקן מאוחר יותר... במשך שנים אלו נקבע עתידו של אדם לכל ימי חייו" (ברגר 1988). ברגר מוסיפה כי: "מה שנלמד בגן הילדים לא נשכח לעולם והפך לבשר מבשרו של האדם..." (שם, שם). מהאמור לעיל אנו מבינים כי גיל זה הוא גיל קריטי ללמידתו של הילד והיכרותו את המוזיקה, שכן שלב זה לא יחזור שנית. נוסף על כך ידוע כי ילד מסוגל ללמוד דבר מה בקלות, בעוד אדם מבוגר אינו מסוגל, ומה שלמד בגיל צעיר, יהיה חקוק בזיכרונו (לפעמים בתת-מודע) למשך כל חייו. למידת המוזיקה תורמת בתחום ההכרתי, קוגניטיבי, ולכן חשוב מאוד לפתח מיומנויות מוזיקליות כבר בגיל צעיר. יש להדגיש בחינוך המוזיקלי את חשיבות כל מרכיבי המוזיקה: מקצב, מלודיה, גוון, עוצמה, צורה, מרקם והרמוניה, כי כולם נחרטים ומקובעים כנדרש במוח (הניק, ואחרים 2007, 157). החוקרים מדגישים את תרומת המוזיקה והשפעתה על העוסקים בה בתחומי הפסיכולוגיה והקוגניציה. הממצאים מצביעים על תכנים חוץ מוזיקליים רבים שהעיסוק במוזיקה מסייע בפיתוחם וביניהם: קידום יכולת ריכוז ומיקוד קשב, קידום יכולות אקדמיות, תמיכה בהקניית כישורי שפה, וסיוע לפיתוח דמיון ויצירתיות של הילדים (שם, 9-158).

בנוסף, מזהה קרן את אלמנט הזיכרון הצלילי כמכריע בהתפתחות האמורה. בלמידה השמיעתית, שמיעת תצורות צליל משפיעה על שמירת חומרים דומים להן בזיכרון. לצורך השמירה יש להמיר את התדירות האקוסטית מתהליך של צלילים בזמן, לאירוע או יחידה בה מיוצגים באופן סימולטאני גם הנתונים הצליליים וגם המידע הנוגע למיקומם היחסי על ציר הזמן. רק כאשר מנגינה נזכרת כך, יש לנתונים, השמורים בתוך סדר אירועים, משמעות למימוש חוזר, התורמת לחיזוק של החוויה ע"י הפגשתה עם החומר השמור כבר בזיכרון. בתהליך יצירת הייצוג המנטאלי, בו מתרחש מעבר מרצף צלילי לאירוע נזכר, משתתפים שלושה מרכיבים:

- המיקום הזמני של החוויה בכל תהליך, אותו רגע אבסולוטי על רצף הזמן הנמצא בתנועה מתמדת הלאה, חופשי מחוויה מסוימת.
- הייצוג המנטלי השונה מאוד מאותו רגע אבסולוטי. הוא אמנם כולל אותו, אך הוא כולל גם את התוכן החויתי של אותם רגעים שקדמו לו, ומאחד אותם לכלל חוויה מאוחדת של מקטע הזמן שעבר.
- באותו הזמן הייצוג המנטאלי יוצר ציפייה לקראת מה שעתיד להתרחש בעתיד הקרוב. תוכן אותה הציפייה מושפע בראש ובראשונה מהתוכן של מה שנחווה ברגעים שעברו.

ע"י תפיסת האירועים שקרו לאחרונה, האירוע המידי והאירוע הצפוי להתרחש בטווח הקרוב, כמרכיבי החוויה של רגע זה, ניתן לראות את כל מרכיבי התהליך בצורה סימולטאנית כחוויה אחת, וליצור נוסחה שתאפשר את שמירתה בזיכרון (קרן 2010).

תיארנו בהרחבה את האפשרות כי שמיעה אבסולוטית הינה כושר הניתן לרכישה, המותנה כאמור בתנאי גילאיים מיטביים. חלק זה ישלים את התמונה תוך שהוא מתמקד באותה סביבה מיטבית כפי שזו מתוארת במחקרים העוסקים בלמידה, ומתוך ההנחה כי השמיעה האבסולוטית הינה תכונה הרלוונטית במיוחד לעוסקים במוזיקה, סביבה מיטבית לחינוך מוזיקלי בכלל ובחינוך מוזיקלי לגיל הרך בפרט. במאמר מוקדם התמקדו מקדונלד וסיימון במשמעויות חלל העבודה והאלמנט התיווך בהקשר לסביבת הלימוד המיטבי:

חלל: הנחייה נוספת ניתנת בספרן של דורתיי מקדונלד וג'ין סימונס ומציבה דגש בעיצוב החלל כאלמנט מכריע בלימוד מוזיקה. החוקרות טוענות כי פעילות מוזיקלית דורשת מרחב וציוד שיגבירו את העניין בלמידה. מרחב ברמה גבוהה מסייע למורה להגיע לרמת הרגישות

המקסימלית במסגרת המפגש עם תלמידי, ולהפך, מרחב ברמה נמוכה יפחית את עניין התלמידים ואת הרגישות והטיפול מצד המורים (McDonald and Simons 1989).

תיווך: מתוך שלל הגורמים הקשורים בחינוך מוזיקלי, לא נפקד, כאמור, מיקומו של המתווך העיקרי ללמידה – המורה. המורה למוזיקה, טוענות החוקרות, מהווה גורם מכריע ביעילות לימוד המוזיקה בגילאי הגן. בספרך "Musical Growth and Development" מבהירות מקדונלד וסימונס את תמצית הדרישות מן המורה המיטבי והן היכולות לשיר בצורה מדויקת ולנגן כבסיס הנדרש למורה למוזיקה בכדי שיוכל ללמד את המקצוע, כמו גם שליטה באלמנטים מוזיקליים כדוגמת קצב. בנוסף, מורים הנהנים לרקוד או להתנועע לצלילי מוזיקה ומרגישים בנוח לעשות זאת, מקרינים ביטחון והנאה זו לתלמידיהם. למרות כל זאת, גם בהינתן כל המרכיבים הנ"ל, המורה המוצלח ביותר למוזיקה יהיה זה שמבין ילדים כפי שמבין במוזיקה, כלומר מורה המעוניין להכיר את תלמידיו, בעל חינוך וחוש הומור, הנהנה מעבודה עם ילדים וקשוב לצרכי תלמידיו (ibid ibid).

בספרה "התבוננות וחוויה בחינוך מוזיקלי" מציגה דליה כהן (כהן, התבוננות וחוויה בחינוך המוסיקאלי 1991) "דפוסי הוראה" למוזיקה שהינם:

- חיקוי- לימוד פרטי ידיעות מתוך כפייה.
- עיצוב- לימוד מתוך עקרונות וחוקים נתונים.
- פיתוח- מבחר הידיעות נקבע בהתאם לתלמיד, עידוד לגילוי ולחשיפה של עקרונות וחוקים.

בנוסף, מביאה כהן דרכים להוראת נושאים מוזיקליים ומכנה אותם "נתיבי-על". נתיבים אלו הם: שמע וידע; קליטה ועשייה; תרגול ויצירה; לחוד וביחד (שם, שם).

- שמע וידע- השמיעה היא תנאי ראשון לקליטת מוזיקה. קיימות דרגות רבות לרגישות השמיעה, המשתנות מתלמיד לתלמיד. קיימות גם דרגות שונות של שמיעה מתוך הבנה, כלומר "האזנה". לפיתוח השמיעה דרכים רבות. נלווה הכרחי להם הוא ידע, או לכל הפחות למידה בלתי מודעת. למעשה אנו שומעים את חוקי הארגון של היצירה על רקע מערכת מוזיקלית קוגניטיבית, שאליה מתייחסת היצירה, ומערכות אלו שונות כאמור בסגנונות המשתנים בין התרבויות השונות. מילדות, כל אחד מעצב

- לעצמו מערכת של תרבות מוזיקלית תוך שמיעה מרובה. כאשר מדובר בפיתוח דקויות של שמיעה, לגבי סגנונות שונים, הכרח להכיר את חוקי הסגנון.
- קליטה ועשייה- בהקשר של לימוד מוזיקה, קליטה היא זיהוי מדויק של החומר הנלמד, עשייה היא מתן ביטוי מדויק של אותו חומר. בלימוד מוזיקה, הקיימות של שני ניגודים אלה אינה סימטרית לגבי בני אדם שונים. יש המזהים בקלות ומתקשים בביצוע ולהפך. המורה חייב להכיר את התלמידים מבחינה זו ולזכור שלפעמים התלמיד אינו שולט בקולו.
 - תרגול ויצירה- הן התרגול והן היצירה יכולים לשמש דרכי לימוד. החינוך המוזיקלי רצוף תרגול מגוון ביותר, שאין דומה לו באמנויות אחרות. מן הראוי לתת את הדעת על דרכי התרגול, כדי שלא יפגעו ביצירה.
 - התבוננות וחוויה- זוג מונחים זה חיוני מאוד בלימוד מוזיקה. השאיפה למציאת האיזון הנכון צריכה להעסיק תמיד את המורה הקשוב לדרכי ההוראה.
 - לחוד וביחד- המוזיקה נותנת מצע רחב לשתי האפשרויות, לחוד וביחד. מצע זה עשוי להתרחב בשל השילובים הרבים של המוזיקה עם תחומים אחרים (שם שם).
- עמנואל עמירן פוגצ'וב (פוגצ'וב 1974) מציג מספר היבטים נוספים, המכריעים בהקניית שיר :
- הכנת האווירה- להקניית שירים יש צורך בראש ובראשונה ליצור אווירה הולמת. יצירת האווירה תוכל להיעשות בדרכים שונות בהתאם לשיר ובהתאם לגילאים השונים. לפעמים יש להקדים את הקניית השיר ע"י סיפור, תיאור מילולי או שיחה שהתלמידים ייקחו בה חלק פעיל.
 - הצגת השיר בשלמות- יש חשיבות מכרעת בהתרשמות הראשונה מן השיר. אי לכך יש להשמיעו בצורה המושלמת ביותר האפשרית, במפעמו הנכון ובהתאם לכל סימני הדינאמיקה שלו.
 - הזמרה- המורה שר את השיר בשלמותו והתלמידים משתתפים תחילה באופן חלקי, לעיתים שרים רק את המנגינה, או את פסוקי השיר אחד אחרי השני. בדרך זו קולטים הילדים במהירות את פסוקי השיר ומילותיו. המורה ישמור על המפעם המתאים ועל הדינאמיקה המלאה בכל שלבי ההקניה.
 - ההנאה האמתית באה משירת שירים ידועים ותהליך הלמידה צריך שיהיה מבוא להנאה מן הזמרה.

הלחנה מיטבית לילדים: בהמשך לדברים האמורים, קובעת קלאודיה גלושנקוף כי על מנת להגיע לכדי תוצאה קולית איכותית בעבודה עם ילדים, יש לפתח ולטפח את הפקת הקול עצמו. בנוסף, השירים שיש ללמדם רצוי שיהיו בעלי מרכיבים מוזיקליים תואמים את גיל הגן (כמו מנעד מצומצם, מילים ומקצב שניתנים לביצוע מדויק). מודל קולי איכותי של שירה ובחירה מתאימה של שירים יהיו בסיס לפיתוח שירה נקייה כמו גם זיכרון מילולי ומוזיקלי (גלושנקוף 1999). גלושנקוף מחדדת נושא זה ומדגישה את רמת הקושי של כל פרמטר מוזיקלי השותף בהלחנה. "דופק, מקצבים, משפטים מוזיקליים, גובה צליל, מהירות (tempo), ווליום, אורך (משך הצליל) ומלודיה הם מרכיבים עיקריים ומשמעותיים מעולם המוזיקה והם הכרחיים להלחנה של שירי ילדים". כדי שילד יוכל לחקות שיר ברמת דיוק גבוהה ובשירה נקייה, על השיר להיות בעל תכונות מוזיקליות מסוימות והן:

- א. מנעד השיר לא יעלה על אוקטבה, כשסקסטה היא מנעד מומלץ.
- ב. הקו המלודי יהיה פחות גלי, עם עדיפות למשפטים יורדים ועולים.
- ג. המרווחים הפנימיים יהיו לרב סקונדות, טרצות, קוורטות וקווינטות.
- ד. השיר יהיה דיאטוני או פנטטוני, בלי סטיות טונאליות (צלילים זרים, מודולציה).
- ה. הפרזות יהיו קצרות.
- ו. המשקל המועדף יהיה זוגי.
- ז. המקצב יהיה פשוט, מורכב מיחידות ריתמיות לא מגוונות.
- ח. השיר יהיה סילבי (מורכב מהברות ברורות).

הגשת שיר כזה לילד בגיל הגן, טוענת גלושנקוף, מעלה את הסיכויים שיצליח לשיר אותו בדיוק יחסי, בשירה נקייה, ויחד עם זאת נפתח בו תחושה טונאלית, החשובה לתפיסה המוזיקלית המערבית (שם).

סוגיות אלו המוצגות להלן יהוו סוגיות מפתח בקביעת פרוטוקול הניסוי, ולמעשה מהוות בידוד משתנים, כך שניתן יהיה לשלול כל הפרעה חיצונית לניסוי באשר הוא אמור להתנהל כסביבה לימודית מיטבית.

דרכים לפיתוח שמיעה במסגרת חינוך מוזיקלי

בתחילת סקירת הספרות, נסקרו גישות מגוונות בכל הקשור לפיתוח שמיעה, בעיקר תחת השיח האקדמי הקשור בהוראת סולפז' ויסודות התאוריה המוזיקלית. בנוסף לאלו, יפרט חלק זה את עקרונות פיתוח השמיעה כמרכיב חינוכי- התפתחותי, מחוץ לשדה התיאורטי מוזיקלי, כלומר פיתוח שמיעה ורגישות צלילית אצל ילדים כתהליך חינוכי כללי.

גורדון פיתח שיטה לפיתוח שמיעה סביב המונח שמיעתיות (Audiation). גורדון מגדיר שמיעתיות כתפיסה והבנה של מוסיקה בעת האזנה וקריאה. ההגדרה לשמיעתיות כביכול מרחיקה את עצמה מההגדרה "שמיעה מוסיקלית". גורדון מבדיל בין השתיים, וטוען שאדם יכול להיות מסוגל לחזור על פראזה מוסיקלית, לזהות יצירה, או אפילו לשנן מנגינה ולנגן אותה, אך בכל זאת לא להבין את המוסיקה, את החלוקה הפנימית ואת הטונאליות. אדם אינו יכול להבין את הכתוב בתווים בצורה אמיתית, ולתת לו משמעות מוסיקלית, מבלי היכולת לדמיין את המוסיקה ולשמוע בראשו כיצד היא אמורה להיות (Gordon 1989).

גורדון מחלק את השמיעתיות לכמה היבטים שונים: האזנה למוסיקה, קריאת מוסיקה, כתיבת מוסיקה, ביצוע מהזיכרון, ואלתור וביצוע יצירתי. לעומת ההיבטים השונים, גורדון מתקשה לחלק את השלבים השונים, כיוון שעל אף ההיררכיה הקיימת בין השלבים, חלק מהשלבים נחצים במקביל, במעין ספירלה של התקדמות. בתהליך השמיעתיות שומעים תחילה את הצלילים ומבינים אותם, לאחר מכן מחלקים את הצלילים לקבוצות ותבניות טונאליות וריתמיות, נערך תהליך של הבנת המוסיקה והתבניות השונות, חיבור התבניות והמוסיקה עם מוסיקה שנשמעה ונותחה על ידי המאזין בעבר, ולבסוף נוצרת היכולת לצפות את המשך המנגינה בעזרת היכרות עם תבניות קודמות. "שמיעתיות היא למוסיקה כמו שחשיבה היא לשפה דיבורית" (ibid, 77). משמעות שיעורי התיאוריה המוסיקלית לפי תפיסה זו היא הגדלת "אוצר המילים" המוסיקלי, כך שהתלמיד יכיר יותר תבניות ריתמיות וטונאליות, ועל כן יוכל לתת משמעות רחבה יותר לקטעים המוסיקליים אותם הוא שומע (ibid, ibid).

גישה נוספת היא גישתו המוכרת של קודאי כלפי מוסיקה ככלל. קודאי האמין שכל אדם צריך לדעת קרוא וכתוב מוסיקלי. במהלך שנות חייו דאג לאסוף שירי עם ולחנים שאינם כתובים בתווים ולכתוב אותם כך שיוכלו לשרוד שנים בעתיד. התנועה בראשותו של קודאי דאגה ללמד ילדים לקרוא תווים בכדי שיוכלו לפתח עצמאות מוסיקלית, נוסף על שיעורי המוסיקה השגרתיים בגיל

בית ספר יסודי. הדבר שמייחד את דרכו של קודאי הוא השלבים להוראת ילדים קרוא וכתוב מוסיקלי. ללמד שמיעה לפני ראייה, להתחיל מהמוכר וממנו לצאת אל הלא נודע, להשתמש בדרכים כמו סולפג'י (שירה בשמות צלילים) או תיווי בעזרת ספרות לחיבור בין הכתוב והנשמע, ולספק הכנה לקראת הקריאה העצמאית מהחמשה. קודאי כתב ספרי תרגול שונים, בהם בין היתר תרגילים לקריאת סולפג'י. אחת השיטות החשובות ללימוד תווים צמחה מגישתו של קודאי – שפת סימנים צלילית (Jacobi 2012).

איש חינוך מוסיקלי אחר שהחל את דרכו כמלחין ושינה בדרכו את פני החינוך המוסיקלי הוא קארל אורף. אורף דגל בגישת החיבור בין המוסיקה, המחול, והשפה. גישתו חולקת עקרונות דומים עם גישתו של קודאי: שימת דגש על ביצוע פעיל של מוסיקה, התחלת הלמידה מהשמיעה ולא מהקריאה, שילוב תנועה בלמידה, וראיית החשיבות שבחינוך המוסיקלי החל מגיל צעיר. מה שמייחד את גישתו של אורף הוא הדגש הרב על האלתור. מהלך השיעור כולו מתנהל בתחושת אלתור מתוכננת להפליא, כך שהתלמיד מרגיש שהוא מוביל את השיעור ומקבל את החופש ליצור, ומאבד את תחושת החובה הקיימת בלמידה רגילה (Goodkin 2011).

גישה ידועה נוספת הינה גישתו של דלקרוז ללימוד המוסיקה. גישתו של דלקרוז מלמדת הבנה מעמיקה של המוסיקה בעזרת תנועה קצבית שנקראת "ריתמיקה". כאשר דלקרוז לימד הרמוניה וסולפג'י בז'נבה, הוא הבין שהסטודנטים שלו לא שומעים את ההרמוניה שהם כותבים. הוא החל לפתח משחקי פיתוח שמיעה הכוללים תנועה במרחב וניצוח. המאפיין הייחודי בגישתו של דלקרוז הינו ההדדיות הקיימת בין המורה לתלמיד. המורה מנגן והתלמידים מגיבים אל המוסיקה בתנועה במרחב, אך המורה רואה כיצד התלמידים פועלים ומשנה את המוסיקה בהתאם להם. בצורה זו, הגוף הופך להיות כלי נגינה ששומע ומבין את המוסיקה, ובמקביל- הוא זה שיוצר אותה. שלושת התחומים בהם עוסקת גישתו של דלקרוז הינם ריתמיקה, המכילה בתוכה הבנה של קצב, מבנה, ודינמיקה בעזרת תנועה, ובנוסף סולפג'י ואלתור (Farber and Parker 1987).

גישות פדגוגיות שכיחות יותר בזמננו, נוטות להתמקד בהבדלים מתודולוגיים נקודתיים, ולא דווקא בגישה מוסיקלית כוללת שונה. דוגמה לכך היא גישתו הפדגוגית של קרפינסקי להוראת פיתוח השמיעה לתלמידי הקולג'י. ההבדלים המתודולוגיים בהם מתמקד קרפינסקי הינם במסגרת הפרמטרים המוכרים שהם חלק משיעור פיתוח השמיעה – הכתבות וסולפג'י. במסגרת הכתבות ריתמיות, קרפינסקי מתנגד לבידוד הריתמי, כיוון שהמטרה הסופית של הכתבה ריתמית הינה שהתלמיד ידע לכתוב תווים משמיעה- מלודיה וקצב גם יחד. על כן, הוא דואג שההכתבות

הריתמיות יהיו גם מלודיות, כאשר המשימה של התלמידים תהא לכתוב את התווים הריתמיים בלבד. בנוגע להכתבות מלודיות, גישתו מחולקת לארבעה שלבים: השלב הראשון הינו האזנה. השלב השני הינו זיכרון מלודי לטווח קצר, בו התלמיד מנסה לזכור את המנגינה במלואה בעזרת שינון. השלב השלישי הוא הבנה. הבנת המשקל הכולל של המנגינה, הבנת הקצב בעזרת הסולפג' הריתמי שהוא חלק מהפדגוגיה של קרפינסקי, והבנת גובה הצליל בעזרת תחושת טונאליות והיכרות עם דרגות סולמיות. השלב הרביעי הוא הכתיבה עצמה בתווים. גישתו לשירת סולפג' נוגעת בצורך לנתח את התווים לפני תחילת השירה. לבדוק את המפתח, המשקל, הסולם. לבדוק אם המנעד מתאים למנעד התלמיד, ואם לא, על התלמיד לבקש להעביר סולם כך שיוכל לשיר זאת בקלות. לבחון מראש את המנגינה מתחילתה ועד סופה כדי לוודא מראש מול אלו אתגרים התלמיד עומד. בנוסף, משתמש קרפינסקי בזיהוי טעויות כמתודולוגיה חשובה – הטלת משימה על התלמידים של זיהוי טעות המנוגנת מתוך התווים המופיעים מולם, כך שידעו לזהות כבר בשלב מוקדם טעויות של גובה צליל, קצב, ארטיקולציה וטמפו. לקרפינסקי אין גישה ייחודית הנוגעת להכתבות הרמוניות. בספרו הוא מציג את הגישות השונות הקיימות בעולם (Karpinski 2000).

בעשורים האחרונים חוזרות לעולם החינוך גישות הוראה ולמידה קונסטרוקטיביסטיות, המשפיעות גם על עולם החינוך המוסיקלי. הגישה הקונסטרוקטיביסטית גורסת כי תלמידים בונים את תהליך הלמידה בעצמם, כאשר המורה מסייע להם לשפר, לשכלל או לשנות את הידע האינטואיטיבי, התבניות, ההרגלים והרצונות שהם מביאים איתם לשיעור. גישתו הקונסטרוקטיביסטית של הנסן משלבת את התלמידים בתהליך למידת פיתוח השמיעה שלהם. גישתו הינה שבכדי שאדם יוכל לזהות דבר מה חדש, הוא צריך להעתיק ידע קיים לקונטקסט או לחוויה חדשה. הנסן מתאר את אסטרטגיות ההוראה שלו: כאשר מלמדים יסודות בפיתוח השמיעה, עלינו להבדיל בין קבוצות הידע השונות (לדוגמה: אקורדים משולשים ואקורדים מרובעים), וללמד כיצד להבחין בין כל אחד מחלקי הקבוצה בעזרת השוואה. לפתח את האמון של התלמידים בשמיעה שלהם. החלוקה לקבוצות הידע היא חלק משמעותי מהפדגוגיה של הנסן. לפי גישתו, גם כאשר תלמיד ניגש להכתבה מלודית, עליו לנתח אותה לקבוצות ותבניות מוכרות. בנוסף, בדומה לגישתו של קרפינסקי, גם הנסן שם דגש על תחושת הטונאליות וחשיבות הטוניקה. דמיון נוסף הינו בחשיבות שינון המנגינה וזכירתה. הנסן מוסיף את חשיבות קו המתאר של המלודיה – כאשר התלמיד מזהה את הקו הכללי, הוא יכול לכתוב צלילים עפ"י תנועת כללית מעלה ומטה, ולתקן זאת לאחר מכן (Hansen 2005).

חלק זה כלל, אם כן, סקירה נרחבת של מכלול המרכיבים השותפים בתפיסת החומר הצלילי וההתייחסות אליו במילים. ראינו כי במכלול זה ישנן מספר תחנות, שחלקן פיזיות, חלקן קוגניטיביות וחלקן תקשורתיות. סקרנו את אופן קליטת הצליל באמצעות איבר השמיעה- האוזן, והתמרתו לאות חשמלי המעובד ע"י המוח כאינפורמציה בעלת משמעות. סקרנו גישות שונות הקשורות בתפיסת השמיעה ובזכירה של האות המעובד. ולבסוף, בחנו עקרונות אלו בהתייחס להעברתן כחלק מרצף חינוכי- התפתחותי אצל ילדים בגיל הרך. לצד זאת, נסקרו גישות חינוכיות הקשורות בחינוך המוזיקלי כאמצעי לבידוד משתנים, ההכרחי לבניית פרוטוקול ניסוי תקין אשר מחריג פרמטרים העשויים להשפיע על תוצאותיו. כפי שראינו, כולל הניסוי מרכיב של העברת מידע מוזיקלי מבודק לנבדק באמצעות שיר ילדים. בהינתן זאת, נסקרו גישות מתחום החינוך המוזיקלי לילדים בגיל הרך, תוך התמקדות במרכיבי ההלחנה המיטבית לילדים ואופטימיזציה של החלל הלימודי לצורך מפגש סטרילי מהשפעות חיצוניות.

פרק ב' - מהלך הניסוי ותוצאות

תכנון פרוטוקול הניסוי

מטרתו של חיבור זה היא לבדוק אם ניתן לפתח זיכרון צלילי ברמה המקבילה לשמיעה אבסולוטית בקרב ילדים בגילאי 4-6, ובאילו מתודות יושג השיפור האפקטיבי ביותר. בחלק זה של החיבור, אסקור במפורט את פרוטוקול הניסוי ואציג את התוצאות שהתקבלו באופן אמפירי ושיטתי, לרבות ניתוחן ומתן הסברים במידת הצורך. בפרק הבא יוצגו המסקנות כפי שהוסקו בהתייחס לפרוטוקול הני"ל.

השערות מקדימות:

- אם נאפשר לילד לחזור מספר רב של פעמים על צליל נתון באמצעות מתן צליל מכין יחסי, בשלב כלשהו הוא יזכור את גובה הצליל ללא סיוע של הצליל המכין.
- ניתן להניח ששמות הצלילים מהווים עבור הילד מילים שתומות, כך שהמילה דו אינה מכילה כל משמעות קוגניטיבית ועל כן יש להוסיף לניסוי שלב אשר ייתן בידי הילד כלי לזכירת שמות הצלילים.
- מכאן נובע, שאם תהליך החזרתיות יהיה מלווה בצירוף שמו של הצליל¹⁰ באופן מפורש, יתקצר מאוד שלב השיום עד שנוכל לבקש את הילד לשיר את אותו הצליל ביחד עם שם הצליל והילד יעשה את הקישור מאליו.

שלב א': הלחנת שיר

המשימה שניתנה לילדים, ועליה התבססו התצפיות והתוצאות, הייתה ללמוד שיר חדש שלא הכירו לפני כן, בסולם דו מז'ור, בהתאם למאפיינים המוזיקליים המתוארים בסקירת הספרות (גלושנקוף 1999).



איור 1: מאפייני הלחן

¹⁰ לדוגמה, הצליל היחסי יהיה דו והטקסט יכיל את המילה דו במפורש.

ניתן לראות כי מאפייני הלחן עוקבים במדויק אחר המלצותיה של גלושנקוף, ובראשם מאפייני המלודיה, הטונאליות והמקצב. המנגינה, אם כן, בעלת מתאר גלי המתחילה ומסתיימת בצליל הטוניקה, כששיא הגובה הינו במדרגה החמישית (5̂) של הסולם והמנעד הכולל נותר בתחום סקסטה. התנועה המלודית הינה סקונדיאלית לחלוטין, למעט הקמביאטות¹¹ החותמות כל אחד מן הפסוקים. כמו כן, ניתן לראות כי איסוף הגובה עד מחצית המנגינה, ואבדן הגובה במחציתה השניה, נעשה באמצעות סקוונצות מדויקות מבחינת המקצב הרפיטיטיבי, חלוקת הפעמה וכיווניות הלחן. אלמנט נוסף קשור בפיסוק ובהישענות על משפטים קצרצרים הבונים פריודה סימטרית בעלת שני פסוקים הרמוניים פונקציונאליים: טוניקה < סובדומיננטה, דומיננטה < טוניקה¹².

הלחן המתואר זכה לשתי ורסיות מילוליות. ורסיה א' הינה טקסט שירי ילדותי, הנשען על שמות ועצמים שהינם חלק מעולם של הילדים וסביבתם הגנית:

C Am Dm G7 C Dm B^b Gm7 A7 Dm

בו - או - גיל דן - ו - גיל או - בו גן - ב - הק - ש - נ שיר - ו - חן או - בו שיר - נ - ו - או - בו

5 Gm A7 Dm G7 C Am Dm G C

בו - או - נת גל - גל - גל או - בו לל - תו - נש כל ה - קוד - נר - יום - ה - נה - ה - נ - נ - אד - מ - נה - ה - נ - נ - אד

איור 2: ורסיה א', טקסט שירי – "נשחק בגן"

נשחק בגן

בואו גיל ודן, נשחק בגן
 בואו חן ושיר, בואו ונשיר
 בואו נתגלגל, בואו נשתולל
 כל היום נרקוד ונהנה מאד.

ורסיה ב' הינה בעלת לחן זהה כאמור, אלא שהטקסט עוקב אחר שמות התווים במטרה להעניק להם משמעות ולייצר סמל זכיר. שם השיר עוקב אחר המסר החבוי ונקרא "מי ידע את שמי?":

¹¹ ראה: <https://en.wikipedia.org/wiki/Cambiata>

¹² השיר הולחן עם קו הרמוני תומך אולם כלי הנגינה המתווך היה מטלופון כך שהשיר והביצוע נותרו מונופוניים לחלוטין.

C Am Dm G7 C Dm B^b Gm7 A7 Dm

דו דו דו רה מי מי שמי את דע - י רה רה רה מי רה פה גי - מי נה - גי - מי

5 Gm A7 Dm G7 C Am Dm G C

סול סול סול פה מי פה פה פה מי רה מי מי רה מי דו רה מי - ו - על - ש - סי - דו - י

איור 3: ורסיה ב', טקסט צלילי – "מי ידע את שמי?"

מי ידע את שמי?

דו – דו – דו – דו – רה – מי, מי, מי ידע את שמי?
 רה – רה – רה – מי – פה, מנגינה יפה
 סול – סול – סול – פה – פה – פה – מי, פה – פה – פה – מי – רה,
 מי – מי – מי – רה – דו, ו-סי שעל ידו.

ניתן לראות כיצד שמות הצלילים (מודגשים) עוקבים במדויק אחר מקומם הטונאלי, גם כשהם חבויים ומשתלבים בטקסט השירי.

שלב ב': קבוצת הנבדקים

הניסוי הועבר בשני גני ילדים בערבה הדרומית, בקיבוצים יטבתה וקטורה. לרשותי עמדו שתי קבוצות נבדקים אשר היה ניתן להבטיח שיוכלו לקחת חלק בשתי החזרות על הניסוי. הנבדקים כולם בגילאי 4-5 בגן בקיבוץ יטבתה נבדקו 6 ילדים, ובגן בקיבוץ קטורה נבדקו 8 ילדים. תאריכי הניסוי נקבעו בהתאם ללוח השנה הגני ובעצה אחת עם הגנת המובילה. החזרה הראשונה נקבעה לאמצע החופש הגדול (לפני שלב המעברים המייצר חוסר שקט בגן), והחזרה השנייה נקבעה לאחר החגים כחלק משגרת הפעילות של הגן. הניסוי כלל כאמור שתי חזרות, כאשר כל חזרה כוללת עשרה מפגשים בכל גן לאורך תקופה של שבועיים. מכאן, שבמסגרת הניסוי כולו, כל נבדק שהיה נוכח בכל המפגשים עבר בסה"כ עשרים מפגשים.

בכל גן חולקו הילדים לשלוש קבוצות, כאשר בכל קבוצה 2-3 נבדקים. לימוד השיר בכל קבוצה נעשה בדרך העברה שונה:

- קבוצה A) טקסט שירי¹³ בטוניקות משתנות [קבוצת ביקורת].

¹³ הכוונה לורסיית "נשחק בגן".

- קבוצה B) טקסט שירי (נשחק בגן) בטוניקה קבועה [דו מז'ור].
- קבוצה C) שמות צלילים¹⁴ בטוניקה קבועה [דו מז'ור].

שלב ג': פרוטוקול המפגש ותוכנית הניסוי

החלל בו הועבר הניסוי היה חדר בגן בו עוברים הילדים מפגשים על בסיס קבוע. זהו חדר מקושט, צבעוני וסטריילי הרחוק מן הרעשים השגרתיים של הגן. בחדר זה רגילים הילדים לעסוק בפעילות מוזיקלית ויצירתית. המרחב ברמה גבוהה והוא תואם את ההנחיות שניתנו בסקירת הספרות ליצירת חלל המאפשר אווירה לימודית פורייה.

הושם דגש על שמירה על פרוטוקול ניסוי זהה בכל הקבוצות ועל התנהלות אובייקטיבית שלי, כמנחת הניסוי.

פרוטוקול המפגשים יהיה קבוע מראש, ויכלול את הסעיפים הבאים :

- כל המפגשים יוקלטו מתחילתם ועד סופם. כל ההקלטות ישמרו ויקוטלגו בבסיס נתונים. כל הקלטת מפגש תתחיל בתאריך, שעה, קבוצה, דרך העברה ושמות הילדים.
- המפגש יערך תמיד באותו החדר. החדר שקט, נעים, ומופרד מרעשים סביבתיים.
- בתחילת כל מפגש תוקדש דקה ל"שבירת קרח" ותחילת עבודה.
- כל מפגש יתנהל ע"פ המשימות שהוקצו לו מראש (ראה טבלה): שני המפגשים הראשונים יוקדשו ללימוד השיר על פי דרך ההעברה של כל קבוצת בדיקה. חמשת המפגשים הבאים יוקדשו ללימוד ושינון השיר בהתאם לפרוטוקול המצ"ב. שני המפגשים האחרונים יוקדשו לבדיקת זכירת צליל/סולם ההתחלה. במפגשים אלו לא יינתן צליל התחלה.

¹⁴ הכוונה לורסיית "מי ידע את שמי?"

תיאור מפגש מספר :										מס' נבדקים	קבוצה
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
חזרה עפ"י דרך העברה										3	Ktu-A
										2	Yot-A
חזרה עפ"י דרך העברה										2	Ktu-B
										3	Yot-B
בדיקת צליל התחלה										3	Ktu-C
										1	Yot-C

טבלה 1: פרוטוקול הניסוי – חלוקה לקבוצות

ניתוח ההקלטות נעשה בתום תקופת הניסוי, באופן מרוכז על מנת לא ליצור הטייה תת-מודעת של התוצאות. הניתוח נעשה באמצעות תכנת מחשב אשר איפשרה זיהוי וחיווי מדוייק של הישגיו של כל נבדק.

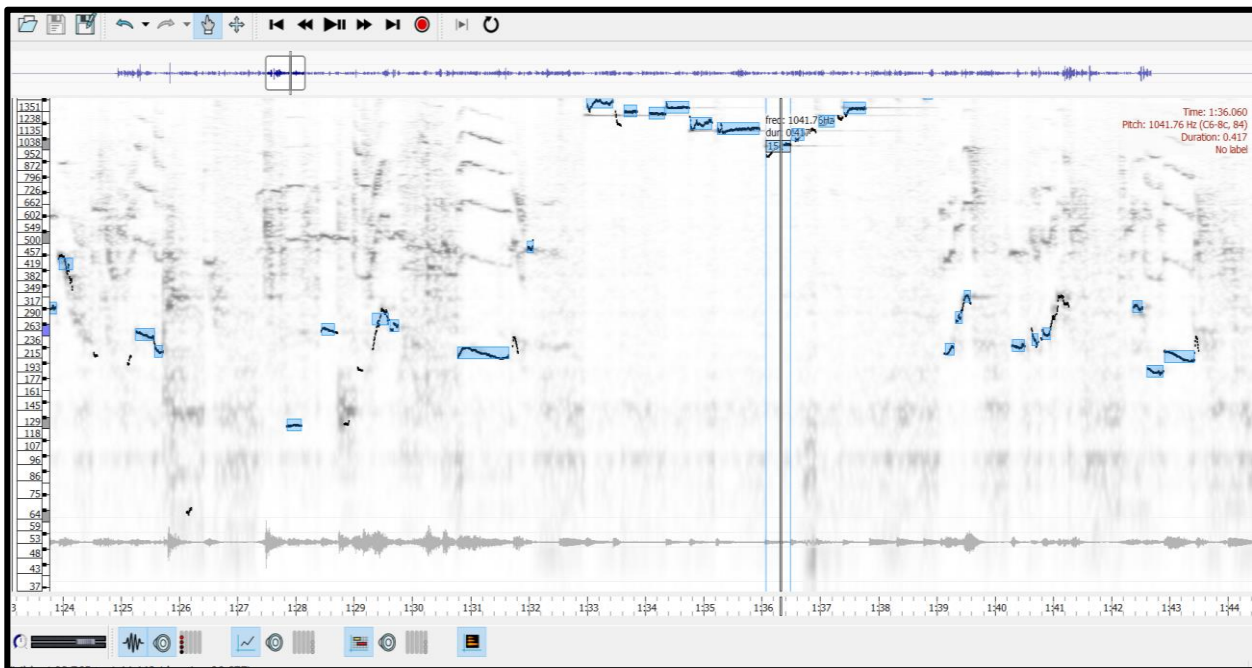
תוכנת המחשב שנבחרה לשמש כעזר אנליטי הייתה "טוני" (Tony)¹⁵. התוכנה פותחה בין השנים

2005-2015 ע"י כריס קנאן מאוניברסיטת קווין מרי בלונדון (Queen Mary University Of

London), וע"י שותפיו מטיאס מאוץ, ג'ורג' פסקאז, ג'סטיו סלמון ורייצ'ל בייטנר. התוכנה

מאפשרת ניתוח מדוייק של גובהי הצלילים והצגתם, כמו גם תכונות צליליות ואקוסטיות

נוספות.

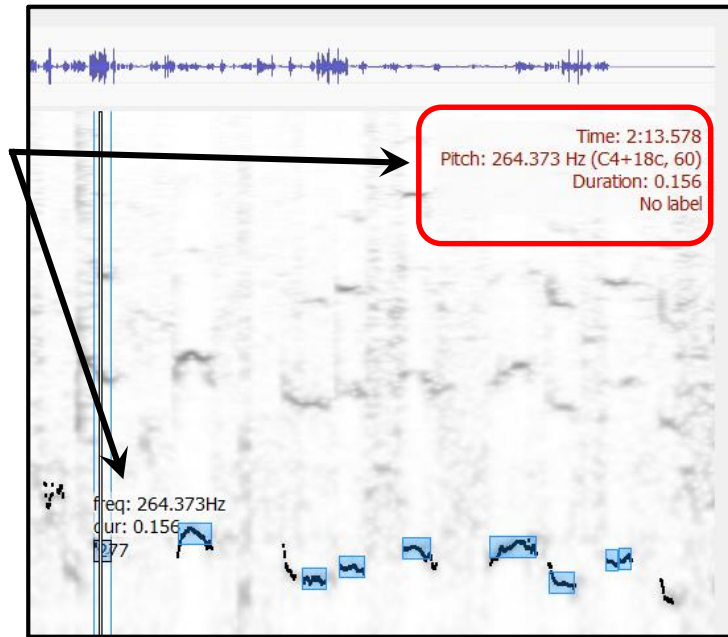


איור 4 : צילום מסך מתוך התוכנה Tony

¹⁵ <<https://code.soundsoftware.ac.uk/projects/tony>>

כפי שניתן לראות באיור, מספקת התוכנה חיווי של כל צליל מוקלט לרבות גובהו האבסולוטי, ומידת ההפרש בינו ובין הצליל המכוונן¹⁶. יש לשים לב כי התוכנה קוראת לצלילים בשיטת פרוטוקול מידי¹⁷ (דו מרכזי = C4) ובהתאם לשיטת הכוונון המשווה ביחס ל-440Hz.

התוכנה Tony מספקת לנו חיווי לגבי גובה הצליל המדוייק, ביחידות הרץ, ובתרגומם לתווים אבסולוטיים (ראה חיצים)¹⁸, כולל שיעור הסטייה ביחידות סנט¹⁹.



איור 5 : צילום מסך מתוך התוכנה Tony המכיל שיקוף נתונים.

¹⁶ ה"כתמים" המופיעים תוכנת הטוני הינם ה"פורמנטים", כלומר אוסף הצלילים העיליים בעלי הגוון ההברתי האחראיים לא רק לגוון הצליל כי אם גם לגוון ההברה (A, O, U, I, E).

¹⁷ מידי (באנגלית: Musical Instrument Digital Interface = MIDI), ובעברית, ממשק דיגיטלי עבור כלים מוזיקליים) הינו פרוטוקול או שפה המאפשרת העברת מידע מוזיקלי בין כלים דיגיטליים שונים, לרבות מחשב, וכלי נגינה אלקטרוניים. <en.wikipedia.org/wiki/MIDI>.

¹⁸ התוכנה מספקת נתונים נוספים הנוגעים לפרמטר הזמן שאינם רלוונטיים לענייננו.

¹⁹ 100 סנט = חצי טון, כלומר, שיעור סטייה של 18c כמתואר בדוגמה שקול לסטייה של פחות משמינית הטון ולענייננו תחשב כצליל מדויק.

מהלך הניסוי ותוצאות

תוצאות הניסוי, כאמור, מציגות את ניתוח שלושת המפגשים²⁰ האחרונים בכל חזרה ובכל גן. כל טבלה מציגה את ממצאי החזרה המתוארכת בחלוקה לפי כל ילד אשר השתתף בניסוי. מתחת לכל טבלה אערוך סיכום ביניים ואספק פרשנות ביחס לחזרה הספציפית, ובמיוחד ביחס למגמת השינוי אשר התקיימה בקרב כל קבוצת נבדקים בהתייחס למתודה השונה של הקבוצה הספציפית. כלומר, ההתייחסות תהיה פרטיקולרית לפי קבוצה (A, B או C). הילדים שרו בקבוצה אחת ועל כן, במקרים שבהם לא ניתן היה להפריד בתוכנה את הגבהים השונים, בעיקר משום שהתוכנה זיהתה את העוצמה הדומיננטית ביותר, סומנו כל הילדים תחת תוצאותיו של הילד הראשון.

המקומות שבהם זוהה אי-דיוק יסומנו בצבע תכלת.

כנקודת ייחוס יובאו תוצאות המפגש השלישי והרביעי בכל גן, שבהם עדיין התבצע ליווי מונחה באמצעות כלי נגינה, אולם ניתן לזהות ולהציג את גבהי ההתחלה האינסטינקטיביים של כל קבוצת נבדקים:

מפגש 3 חזרה ראשונה (נערך בתאריך 02.08.2015 בקטורה ובתאריך 28.07.2015 ביטבתה):

צליל סיום		פריודה 4		פריודה 3		פריודה 2		פריודה 1		ילד	קבוצה	תאריך
בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל			
רה	רה	פה#	פה#	לה	לה	מי	מי	רה	דו#	1	Ktu-A	02.08.15
	רה		פה#		לה		מי		רה	2		
	רה		פה#		לה		מי		רה	3		
דו	דו	רה#	מי	סול	סול	דו	רה	רה	דו	4	Ktu-B	
דו	דו	מי	מי	פה#	סול	רה#	רה	רה	דו	5		
דו	דו	מי	מי	סול	סול	רה	רה	דו	דו	6	Ktu-C	
	דו		מי		סול		רה		דו	7		
	דו		מי		סול		רה		דו	8		

טבלה 2: מפגש 3 חזרה ראשונה - קטורה

²⁰ מבחינת ספרור המפגשים, מדובר במפגש 8,9,10, 1, 18, 19, 20.

צליל סיום		פריודה 4		פריודה 3		פריודה 2		פריודה 1		ילד	קבוצה	תאריך
בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל			
רה	רה	#פה	#פה	לה	לה	מי	מי	רה	רה	9	Yot-A	28.7.15
	רה		#פה		לה		מי		רה	10		
דו	דו	מי	מי	#פה	סול	רה	רה	דו	דו	11	Yot-B	
	דו		מי		סול		רה		דו	12		
	דו		מי		סול		רה		דו	13		
דו	דו	מי	מי	סול	סול	#רה	רה	#דו	דו	14	Yot-C	

טבלה 3: מפגש 3 חזרה ראשונה - יטבתה

ניתוח התוצאות של מפגש מס' 3 מצביע על דיוק רב ביכולת החזרה על צלילים כשאלו מנוגנים בזמן השירה, וכן על שמיעה ניידת כלומר שהנבדקים עוקבים אחר גובה הצליל ללא קשר לטוניקה המשתנה (קבוצה A).

מפגש 4 חזרה ראשונה (נערך בתאריך 03.08.2015 בקטורה ובתאריך 29.07.2015 ביטבתה):

צליל סיום		פריודה 4		פריודה 3		פריודה 2		פריודה 1		ילד	קבוצה	תאריך
בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל			
סי	לה	#דו	#דו	מי	מי	סי	סי	רה	לה	1	Ktu-A	03.08.15
	לה		#דו		מי		סי		לה	2		
	לה		#דו		מי		סי		לה	3		
דו	דו	#רה	מי	#פה	סול	רה	רה	סי	דו	4	Ktu-B	
דו	דו	מי	מי	סול	סול	רה	רה	דו	דו	5	Ktu-C	
דו	דו	מי	מי	#סול	סול	#רה	רה	רה	דו	6		
	דו		מי		סול		רה		דו	7		
	דו		מי		סול		רה		דו	8		

טבלה 4: מפגש 4 חזרה ראשונה - קטורה

צליל סיום		פריודה 4		פריודה 3		פריודה 2		פריודה 1		ילד	קבוצה	תאריך
בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל			
סול#	לה	דו#	דו#	מי	מי	סי	סי	לה#	לה	9	Yot-A	29.07.15
	לה		דו#		מי		סי		לה	10		
דו	דו	רה	מי	סול	סול	דו	רה	דו	דו	11	Yot-B	
דו	דו	מי	מי	סול	סול	רה	רה	דו#	דו	12		
	דו		מי		סול		רה		דו	13		
דו	דו	מי	מי	סול#	סול	רה	רה	רה#	דו	14	Yot-C	

טבלה 5: מפגש 4 חזרה ראשונה - יטבתה

ניתוח התוצאות של מפגש מס' 4 מצביע על מגמה דומה. התלמידים מדייקים ברוב הצלילים, וכאשר אינם מדייקים, הסטייה היא בין חצי טון לטון אחד.

מפגש 3 חזרה שנייה (נערך בתאריך 14.10.2015 בקטורה ובתאריך 13.10.2015 ביטבתה):

צליל סיום		פריודה 4		פריודה 3		פריודה 2		פריודה 1		ילד	קבוצה	תאריך
בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל			
דו#	לה	פה	דו#	לה	לה	דו	מי	דו#	רה	1	Ktu-A	14.10.15
	לה		דו#		לה		מי		רה	2		
	לה		דו#		לה		מי		רה	3		
לה	דו	דו	מי	מי	סול	דו	רה	סי	דו	4	Ktu-B	
רה#	דו	פה	מי	לה	סול	רה	רה	רה#	דו	5		
רה	דו	פה	מי	סול	סול	רה#	רה	דו	דו	6	Ktu-C	
רה	דו	מי	מי	לה#	סול	פה#	רה	רה	דו	7		
	דו		מי	לה#	סול	רה#	רה	דו#	דו	8		

טבלה 6: מפגש 3 חזרה שנייה - קטורה

בחזרה השנייה של הניסוי, מרבית הנבדקים הכירו היטב את השיר, מנגינתו ומילותיו כבר מסוף המפגש הראשון. בשל היכרותם עם השיר, היו נבדקים מהם ביקשתי להתחיל לשיר את השיר ללא

צליל מנחה כבר במפגש השלישי. כזה הוא למשל נבדק 6, וניתן לראות כי נבדק זה דייק בצליל הראשון של הפריודה הראשונה (צליל הפתיחה) וגם בצליל הראשון של הפריודה השלישית. נבדק זה ראוי לציון מפני שהוא שייך לקבוצה C בה שרים הנבדקים את שמות הצלילים. נבדק 6 שר באופן אינסטינקטיבי את הצליל דו וגם קרא לו בשמו, ועשה בדומה גם בפריודה השלישית.

צליל סיום		פריודה 4		פריודה 3		פריודה 2		פריודה 1		ילד	קבוצה	תאריך
בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל			
#דו	רה	פה#	פה#	לה	לה	רה	מי	לה#	רה	9	Yot-A	13.10.15
	רה		פה#		לה		מי		רה	10		
דו	דו	דו#	מי	פה	סול	דו#	רה	דו	דו	11	Yot-B	
	דו		מי		סול		רה		דו	12		
	דו		מי		סול		רה		דו	13		
רה	דו	פה	מי	לה	סול	פה#	רה	פה	דו	14	Yot-C	

טבלה 7: מפגש 3 חזרה שניה - יטבתה

במפגש השלישי בחזרה השנייה בקטורה, ניתן לראות את נבדק 11 שדייק גם בצליל הראשון בפריודה הראשונה (צליל הפתיחה) וגם בצליל הסיום.

מפגש 4 חזרה שנייה (נערך בתאריך 15.10.2015 בקטורה ובתאריך 14.10.2015 ביטבתה):

צליל סיום		פריודה 4		פריודה 3		פריודה 2		פריודה 1		ילד	קבוצה	תאריך
בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל			
דו	לה	דו#	דו#	סול#	מי	דו	סי	דו	לה	1	Ktu-A	15.10.15
	לה		דו#		מי		סי		לה	2		
	לה		דו#		מי		סי		לה	3		
סול#	דו	דו	מי	מי	סול	סי	רה	לה#	דו	4	Ktu-B	
לה#	דו	רה	מי	פה#	סול	דו	רה	דו	דו	5		
רה	דו	פה#	מי	לה	סול	רה#	רה	רה	דו	6	Ktu-C	
דו	דו	רה	מי	לה	סול	רה#	רה	דו#	דו	7		
לה	דו	מי	מי	סול#	סול	דו#	רה	דו#	דו	8		

טבלה 8: מפגש 4 חזרה שניה - קטורה

ניתוח התוצאות של מפגש מס' 4 בחזרה השנייה בקיבוץ קטורה מצביע על מספר רב של אי דיוקים בקרב הנבדקים. במפגש זה שרו הנבדקים ללא ליווי של כלי הנגינה וללא צליל מנחה. ניתן לשים לב כי גובה הסטייה בקרב קבוצה A, בה משתנה הטוניקה בכל מפגש גדולה באופן יחסי. בקבוצות B ו-C גובה הסטייה נע בין חצי טון לטון אחד למעט נבדק 4, ונבדק 8 בצליל הסיום. בקבוצה B דייק נבדק 5 בצליל הפתיחה. בקבוצה C דייק נבדק 7 בצליל הסיום, ונבדק 8 בצליל הראשון של הפריודה הרביעית.

צליל סיום		פריודה 4		פריודה 3		פריודה 2		פריודה 1		ילד	קבוצה	תאריך
בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל			
רה#	לה	דו#	דו#	מי	מי	סי	סי	לה	לה	9	Yot-A	14.10.15
	לה		דו#		מי		סי		לה	10		
סי	דו	דו	מי	רה#	סול	סי	רה	דו#	דו	11	Yot-B	
דו	דו	רה	מי	פה#	סול	דו#	רה	דו#	דו	12		
	דו		מי		סול		רה		דו	13		
פה	דו	מי	מי	מי	סול	רה	רה		דו	14	Yot-C	

טבלה 9: מפגש 4 חזרה שנייה - יטבתה

בסיכום מפגשי הביקורת, ניתן לומר באופן מובהק כי ישנה קרבה ברורה בין שירת הילדים לבין הצליל האבסולוטי אותו נתבקשו לשיר. אפשר לראות זאת בבירור במפגשי החזרה השנייה, בה כבר הכירו הנבדקים את השיר ושרו אותו בהצלחה ללא ליווי של כלי נגינה. מרבית הסטיות אינן גדולות ונעות בין חצי טון לטון אחד, למעט קבוצה A בה ניתן לראות אי דיוקים גדולים לעתים יותר תכופות.

מפגש 8 חזרה ראשונה (נערך בתאריך 07.08.2015 בקטורה ובתאריך 04.08.2015 ביטבתה):

תאריך	קבוצה	ילד	פריודה 1		פריודה 2		פריודה 3		פריודה 4		צליל סיום	
			בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל
07.08.15	Ktu-A	1	מיב	מיב	פה	פה	סיב	סיב	סול	סול	מיב	מיב
		2	מיב		פה		סיב		סול		מיב	
		3	מיב	דו	פה	פה	סיב	סיב	סול	דו	מיב	מיב
	Ktu-B	4	דו	דו#	רה	רה	סול	סול#	מי	רה#	דו	דו#
		5	דו		רה		סול		מי		דו	
	Ktu-C	6	דו	דו#	רה	רה#	סול	סול	מי	פה	דו	דו#
		7	דו	רה	רה	רה#	סול	סול#	מי	פה	דו	רה
		8	דו		רה		סול		מי		דו	

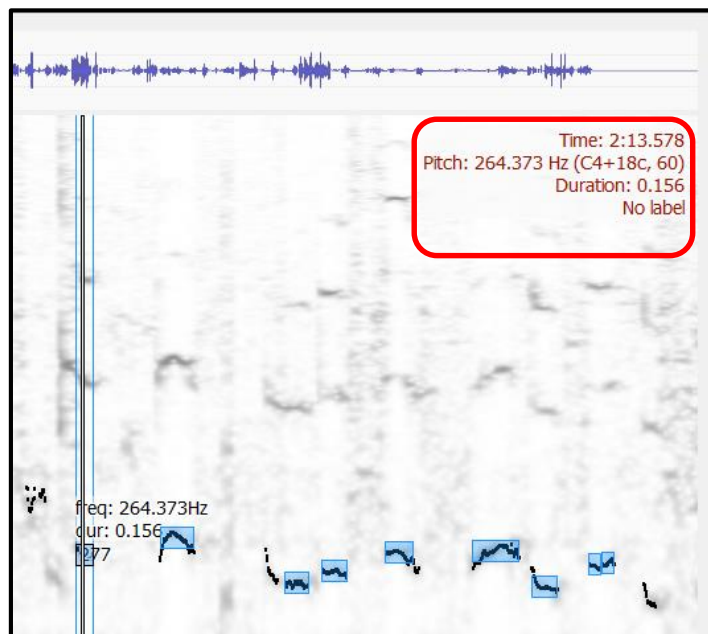
טבלה 10: מפגש 8 חזרה ראשונה- קטורה

תאריך	קבוצה	ילד	פריודה 1		פריודה 2		פריודה 3		פריודה 4		צליל סיום	
			בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל
04.08.15	Yot-A	9	מיב	רה	פה	פה	סיב		סול	סול	מיב	מיב
		10	מיב	מיב	פה	מי	סיב	רה	סול	סול	מיב	מיב
	Yot-B	11	דו	רה	רה	מיב	סול	סול	מי	רהב	דו	סי
		12	דו	מי	רה	מיב	סול	סול	מי	מיב	דו	רה
	Yot-C	13	דו	דו	רה	סי	סול	סיב	מי	סיב	דו	לה
		14	דו	רהב	רה	רה	סול	מי	מי	רה	דו	דו

טבלה 11: מפגש 8 חזרה ראשונה- יטבתה

ניתן לראות שקיים מספר רב של אי דיוקים במפגש מס' 8 לעומת מספר אי הדיוקים שנמדד במפגשי הביקורת. במפגש זה נתבקשו הנבדקים לשיר את השיר ללא תמיכה של כלי נגינה מלווה וללא כל צליל מנחה, למעט קבוצה A שבה השתנתה הטוניקה בכל מפגש והליווי נמשך. לא קיים הבדל משמעותי מבחינת רמת הדיוק בין קבוצה B לקבוצה C. יש לשים לב שגובה הסטייה של הנבדקים בקבוצות אלו הוא בין חצי טון לטון אחד בלבד. כך למשל, נבדק מס' 11 דייק רק

בתחילת פריודה 3, ואילו בשאר הפריודות סטה בשיעור ממוצע של טון-חצי טון. נבדק 12 לא דייק באף אחת מהפריודות, ורק נבדק 13 התחיל את השיר בצליל הנדרש.



איור 6: צילום מסך מתוך התוכנה Tony. נבדק 13, דיוק בצליל התחלה

מפגש 9 חזרה ראשונה (נערך בתאריך 09.08.2015 בקטורה ובתאריך 05.08.2015 ביטבתה):

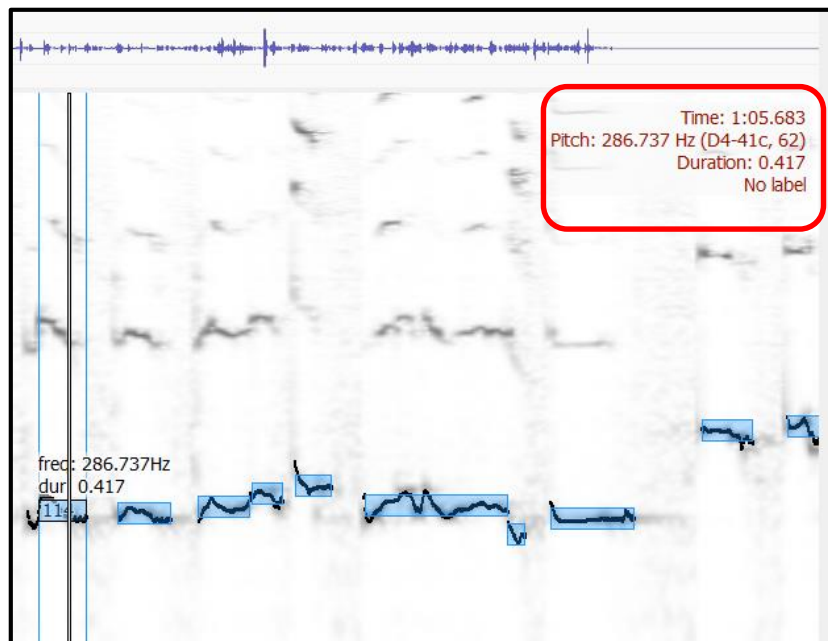
תאריך	קבוצה	ילד	פריודה 1		פריודה 2		פריודה 3		פריודה 4		צליל סיום
			צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	
09.08.15	Ktu-A	1	להב	מי	סיב	מיב	להב	דו	פה	להב	מיב
		2	להב	רהב	סיב	רהב	מיב	פה	דו	רה	להב
		3	להב		סיב		מיב		דו		להב
	Ktu-B	4	דו	לה#	רה	דו	סול	מי	סי	דו	לה
		5	דו		רה		סול	מי		דו	
	Ktu-C	6	דו	סי	רה	דו	סול	פה	מי	רה	דו
		7	דו	סי	רה	רה#	סול	לה	מי	רה#	דו#
		8	דו		רה		סול		מי		דו

טבלה 12: מפגש 9 חזרה ראשונה - קטורה

צליל סיום		פריודה 4		פריודה 3		פריודה 2		פריודה 1		ילד	קבוצה	תאריך
בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל			
סיב	להב	מיב	דו	להב	מיב	סיב	סיב	להב	להב	9	Yot-A	05.08.15
רהב	להב	פה	דו		מיב	מיב	סיב	להב	להב	10		
דו	דו	רה	מי	להב	סול	דו	רה	סיב	דו	11	Yot-B	
	דו		מי		סול		רה		דו	12		
סיב	דו	דו	מי	רה	סול	רהב	רה	דו	דו	13		

טבלה 13: מפגש 9 חזרה ראשונה - יטבתה

במפגש מס' תשע נמצאו אי דיוקים רבים למשל, בקיבוץ קטורה לא דייק אף אחד מן הנבדקים באף אחת מן הפריודות. בקיבוץ יטבתה היו מספר דיוקים במפגש זה, גם בקבוצה A וגם בקבוצות B ו-C. נבדק 13 דייק רק בצליל הראשון של הפריודה הראשונה (צליל הפתיחה), ונבדק 14 דייק בצליל הראשון של הפריודה השנייה ובצליל הראשון של הפריודה השלישית.



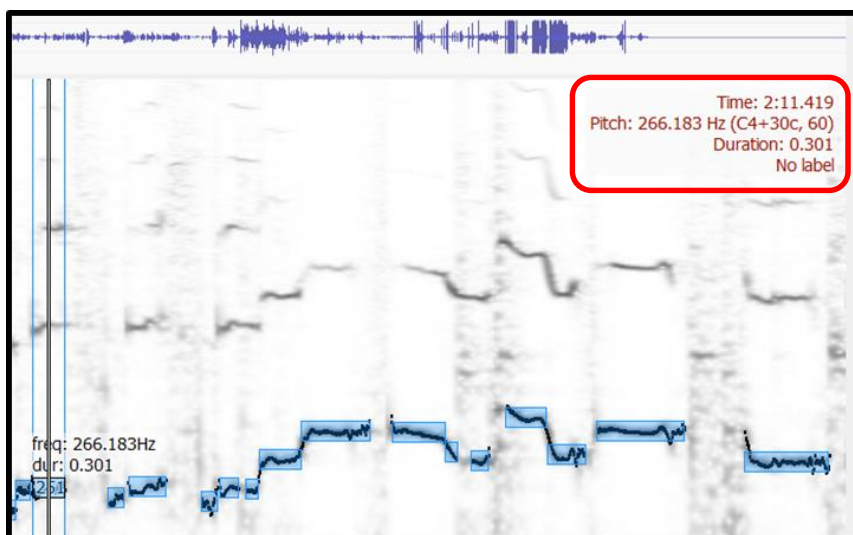
איור 7: צילום מסך מתוך התוכנה Tony. נבדק 14, דיוק בצליל הראשון של הפריודה השנייה

מפגש 10 חזרה ראשונה (נערך בתאריך 10.08.2015 בקטורה ובתאריך 06.08.2015 ביטבתה):

תאריך	קבוצה	ילד	פריודה 1		פריודה 2		פריודה 3		פריודה 4		צליל סיום	
			בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל
10.08.15	Ktu-A	1	רהב	דו	מיב	מיב	להב	להב	פה	פה	רהב	רהב
		2	רהב	סיב	מיב	רהב	להב	רה	פה	פה	רהב	סי
		3	רהב		מיב		להב		פה		רהב	
	Ktu-B	4	דו	סי	רה	דו	סול	פה	מי	מי	דו	דו
		5	דו	סי	רה	לה#	סול	פה	מי	סי	דו	לה
	Ktu-C	6	דו	דו	רה	רה	סול	סול#	מי	פה	דו	דו
		7	דו	רה	רה	סול	סול	דו	מי	פה	דו	רה#
		8	דו	דו#	רה	רה#	סול	סול	מי	מי	דו	דו

טבלה 14: מפגש 10 חזרה ראשונה - קטורה

ניתוח התוצאות של מפגש 10 בחזרה הראשונה בקטורה מראה מספר רב של דיוקים בקרב קבוצה C, לדוגמה נבדק 6 שקלע לצליל ראשון גם בפריודה הראשונה וגם בפריודה השנייה, וגם קלע לצליל הסיום. נבדק מספר שמונה סטה בחצי טון בפתיחת שתי הפריודות הראשונות, אך לאחר כן דייק בשתי הפריודות האחרונות ובצליל הסיום.



איור 8: צילום מסך מתוך התוכנה Tony. נבדק 6, דיוק בצליל התחלה

צליל סיום		פריודה 4		פריודה 3		פריודה 2		פריודה 1		ילד	קבוצה	תאריך
בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל			
דו	רהב	מיב	פה	סי	להב	רהב	מיב	רהב	רהב	9	Yot-A	06.08.15
	רהב		פה		להב		מיב		רהב	10		
דו	דו	רהב	מי	סולב	סול	רהב	רה	סי	דו	11	Yot-B	
מיב	דו	רהב	מי	פה	סול	דו	רה	פה	דו	12		
	דו		מי		סול		רה		דו	13		
דו	דו	מי	מי	פה	סול	מיב	רה	מיב	דו	14	Yot-C	

טבלה 15: מפגש 10 חזרה ראשונה- יטבתה

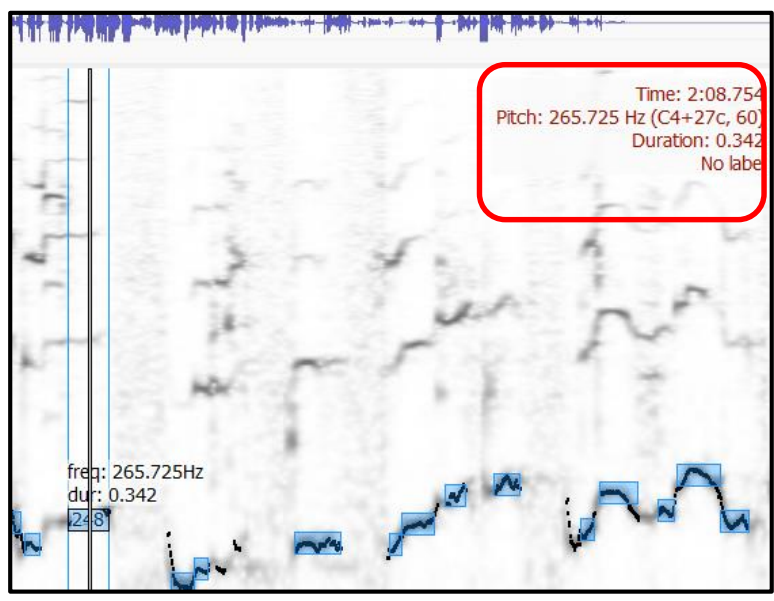
במפגש זה נשמעו אי דיוקים רבים. נבדק 11 מקבוצה B דייק בצליל הסיום, ונבדק 14 מקבוצה C דייק בצליל הראשון של הפריודה הרביעית ובצליל הסיום.

מפגש 8 חזרה שנייה (נערך בתאריך 21.10.2015 בקטורה ובתאריך 20.10.15 ביטבתה):

צליל סיום		פריודה 4		פריודה 3		פריודה 2		פריודה 1		ילד	קבוצה	תאריך
בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל			
	מיב		סול		סיב		פה		מיב	1	Ktu-A	21.10.15
מיב	מיב	פה	סול	פהב	סיב	סול	פה	רה	מיב	2		
סי	מיב	רה	סול	סולב	סיב	רהב	פה	רהב	מיב	3		
לה	דו	לה	מי	מיב	סול	להב	רה	דו	דו	4	Ktu-B	
דו	דו	רה	מי	סול	סול	רה	רה	דו	דו	5		
	דו		מי		סול		רה		דו	6		
רה	דו	פה	מי	סיב	סול	מיב	רה	רהב	דו	7	Ktu-C	
	דו		מי		סול		רה		דו	8		

טבלה 16: מפגש 8 חזרה שנייה- קטורה

במפגש 8 בחזרה השנייה בקטורה הנבדקים כמעט ולא דייקו, למעט נבדק 5 בקבוצה B שדייק בצליל הפתיחה, בצליל הסיום וכמעט בכל הפריודות, חוץ מהצליל הראשון בפריודה הרביעית.



איור 9: צילום מסך מתוך התוכנה Tony. נבדק 6, זיוק בצליל התחלה

תאריך	קבוצה	ילד	פריודה 1		פריודה 2		פריודה 3		פריודה 4		צליל סיום	
			בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל
20.10.15	Yot-A	9	מ"ב	דו	פ"ה	פ"ה	ס"ב	ל"ה"ב	סול	דו	מ"ב	ס"ב
		10	מ"ב	ר"ה	פ"ה	ס"ב	סול	פ"ה	סול	מ"ב	סול	
	Yot-B	11	דו	ר"ה"ב	ר"ה	ר"ה"ב	סול	פ"ה	מ"י	דו	דו	דו
		12	דו	ר"ה	ר"ה	ר"ה"ב	סול	סול"ב	מ"י	מ"ב	דו	דו
		13	דו	ר"ה	ר"ה	מ"ב	סול	ר"ה	מ"י	דו	דו	ר"ה"ב
	Yot-C	14	דו	דו	ר"ה	ס"י	סול	ר"ה	מ"י	ס"י	דו	ל"ה"ב

טבלה 17: מפגש 8 חזרה שנייה- יטבתה

המפגשים שנבדקו עד כה הצביעו על כך שקיים מספר רב של זיוקים בצליל הפתיחה והסיום. במפגש 8 בחזרה השנייה ביטבתה, הן נבדק 11 והן נבדק 12 מקבוצה B דייקו בצליל הסיום, ונבדק 14 מקבוצה C דייקו בצליל הפתיחה.

מפגש 9 חזרה שנייה (נערך בתאריך 22.10.2015 בקטורה ובתאריך 21.10.2015 ביטבתה):

צליל סיום		פריודה 4		פריודה 3		פריודה 2		פריודה 1		ילד	קבוצה	תאריך
בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל			
	להב		דו		מיב		סיב		להב	1	Ktu-A	22.10.15
רה	להב	פה	דו	להב	מיב	מיב	סיב	רהב	להב	2		
דו	להב	מיב	דו	להב	מיב	מיב	סיב	רהב	להב	3		
סי	דו	סי	מי	פה	סול	סי	רה	סי	דו	4	Ktu-B	
סי	דו	מיב	מי	סול	סול	רה	רה	דו	דו	5		
דו	דו	מיב	מי	סולב	סול	מיב	רה	דו	דו	6	Ktu-C	
דו	דו	סולב	מי	סיב	סול	מי	רה	מיב	דו	7		
רה	דו	פה	מי	סיב	סול	מיב	רה	רה	דו	8		

טבלה 18: מפגש 9 חזרה שנייה- קטורה

במפגש 9 בחזרה השנייה בקטורה, דייקו חלק מנבדקי קבוצות B ו-C. נבדק 5 בקבוצה B דייק

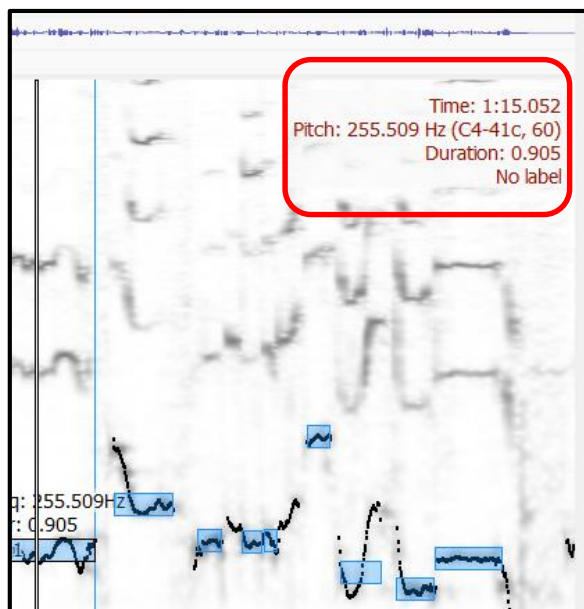
בשלוש הפריודות הראשונות, נבדק 5 מקבוצה C דייק בצליל הפתיחה ובצליל הסיום, ונבדק 7

מקבוצה C דייק בצליל הסיום. ניתן לראות שבקבוצה A לא דייק אף אחד מן הנבדקים.

צליל סיום		פריודה 4		פריודה 3		פריודה 2		פריודה 1		ילד	קבוצה	תאריך
בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל			
מיב	להב	סולב	דו	סי	מיב	סיב	סיב	סול	להב	9	Yot-A	21.10.15
דו	להב	להב	דו	להב	מיב	רה	סיב	רהב	להב	10		
סי	דו	סי	מי	פה	סול	רהב	רה	רהב	דו	11	Yot-B	
דו	דו	מיב	מי	להב	סול	מיב	רה	סי	דו	12		
לה	דו	סיב	מי	רהב	סול	דו	רה	דו	דו	13		
דו	דו	דו	מי	פה	סול	דו	רה	רהב	דו	14	Yot-C	

טבלה 19: מפגש 9 חזרה שנייה- יטבתה

גם במפגש מס' 9, בחזרה השנייה ביטבתה, נצפה דיוק בצליל הפתיחה, אצל נבדק 13 מקבוצה B
 ובצליל הסיום אצל נבדק 12 מקבוצה B ואצל נבדק 14 מקבוצה C.



איור 10: צילום מסך מתוך התוכנה Tony. נבדק 14, דיוק בצליל סיום

מפגש 10 חזרה שנייה (נערך בתאריך 23.10.15 בקטורה ובתאריך 22.10.15 ביטבתה):

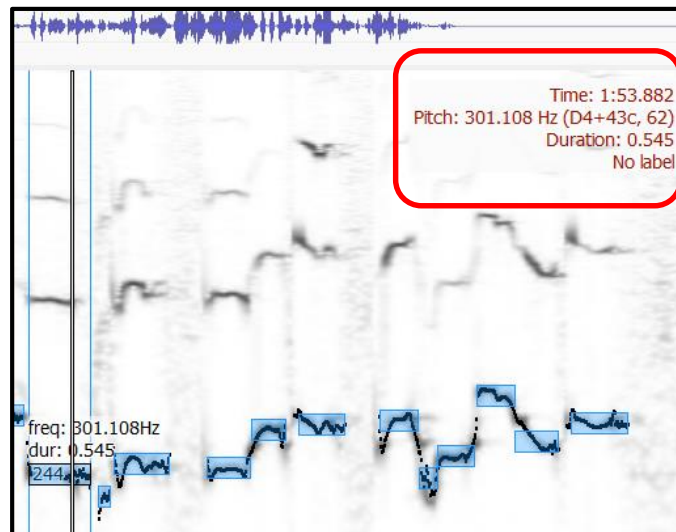
צליל סיום		פריודה 4		פריודה 3		פריודה 2		פריודה 1		ילד	קבוצה	תאריך
בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל			
	רהב		פה		להב		מיב		רהב	1	Ktu-A	23.10.15
	רהב		פה		להב		מיב		רהב	2		
סיב	רהב	רה	פה	להב	להב	רה	מיב	מיב	רהב	3		
דו	דו	רהב	מי	מי	סול	סי	רה	רהב	דו	4	Ktu-B	
#דו	דו	מי	מי	להב	סול	רהב	רה	דו	דו	5		
#רה	דו	מיב	מי	סולב	סול	מי	רה	דו#	דו	6	Ktu-C	
#רה	דו	לה	מי	דו	סול	מי	רה	דו#	דו	7		
סול	דו	מי	מי	סול#	סול	רה	רה	רה	דו	8		

טבלה 20: מפגש 10 חזרה שנייה- קטורה

צליל סיום		פריודה 4		פריודה 3		פריודה 2		פריודה 1		ילד	קבוצה	תאריך
בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל	בפועל	צ"ל			
מיב	רהב	פה	פה	סולב	להב	מיב	מיב	סולב	רהב	9	Yot-A	22.10.15
רהב	רהב	מי	פה	להב	להב	מיב	מיב	רהב	רהב	10		
סי	דו	דו	מי	פה	סול	דו	רה	דו	דו	11	Yot-B	
	דו		מי		סול		רה		דו	12		
לה	דו	סי	מי	דו	סול	רהב	רה	מיב	דו	13		
מיב	דו	רה	מי	לה	סול	סיב	רה	דו	דו	14	Yot-C	

טבלה 21: מפגש 10 חזרה שנייה- יטבתה

במפגש 10 נצפו דיוקים גם ביטבתה וגם בקטורה. חלק מן הדיוקים היו בצלילי התחלה וסיום, וחלקם במקומות אחרים לאורך השיר.



איור 11: צילום מסך מתוך התוכנה Tony. נבדק 8, דיוק בצליל ראשון בפריודה השנייה

בסיום ניתוח המפגשים ניתן לשים לב למספר נקודות חשובות :

- בסיום שתי חזרות הניסוי, קיימים יותר אי דיוקים מאשר דיוקים בקרב כל קבוצות הנבדקים.
- אי הדיוקים הם בדרך כלל בסטייה של בין חצי טון לטון אחד.
- מספר הדיוקים בקבוצה C דומה למספר הדיוקים בקבוצה B.
- מספר רב של דיוקים נצפה בצלילי הפתיחה והסיום.
- גרף השיפור בקבוצה B היה מהיר יותר מאשר בקבוצה C.
- כמות אי הדיוקים בקבוצה C הייתה גדולה יותר מאשר בקבוצה B.

פרק ג' - מסקנות, דיון והצעות למחקר עתידי

שאלת החקר העומדת בבסיס חיבור זה היא האם ניתן לפתח זיכרון צלילי ברמה המקבילה לשמיעה אבסולוטית בקרב ילדים בגילאי 4-6, ובאילו מתודות יושג השיפור האפקטיבי ביותר. בחלק זה של החיבור יוצגו המסקנות שהוסקו בתום תקופת הניסוי, בהתאם לתוצאות שנאספו. בנוסף, יתקיים דיון ויעלו הצעות הנוגעות למחקר עתידי.

השאלה היסודית נוגעת כאמור באפשרות ששמיעה אבסולוטית הינה תכונה נרכשת, ובהינתן תהליך ואימון מסוימים, יוכל הנבדק לסגל זיכרון צלילי ברמה המקבילה לשמיעה אבסולוטית. שאלה זו גוזרת אם כן, מספר תת-שאלות נלוות ביחס לאמצעים האפקטיביים אשר יזרזו וייטיבו את תהליך הזכירה האמור. לדוגמה, איזה סוג של חומר צלילי יוכל הנבדק לזכור? כך לגבי מאפייני השיר הנלמד, דרכי ההעברה של השיר הנלמד וכ"ו.

כזכור, חולקו הנבדקים לשלוש קבוצות כאשר בכל קבוצה נבחנה דרך העברה שונה ביחס לאותו החומר הצלילי.

קבוצה	טקסט שירי / שמות תווים	טונאליות משתנה / קבועה
A	טקסט שירי	טונאליות משתנה
B	טקסט שירי	טונאליות קבועה (דו מז'ור)
C	שמות צלילים	טונאליות קבועה (דו מז'ור)

קבוצה A מהווה קבוצת ביקורת לסיטואציה הנורמאלית של לימוד שיר ללא אימון האוזן בהקניית צליל יסוד קבוע.

שתי הקבוצות האחרות למדו את השיר בטונאליות קבועה (דו מז'ור) אולם קבוצה B לא עסקה בשיום גובה הצליל (מתן שם תו לגובה צליל מסוים).

לאחר עשרים חזרות עם כל קבוצת נבדקים²¹ נתקבלו הנתונים והתוצאות²² הבאות:

²¹ ראה פרוטוקול הניסוי להלן.

²² ראה מהלך הניסוי ותוצאות להלן.

- קבוצה B הינה הקבוצה שבה רמת אי-הדיוק הינה הנמוכה ביותר, וגרף הלמידה הינו המהיר ביותר. נתון זה בא לידי ביטוי במיוחד ביכולת להתחיל ולסיים את השיר בתו המצופה – דו.
 - קבוצה C נמצאת גם היא על גרף למידה מהיר, במיוחד ביחס ליכולת להתחיל את השיר בתו המצופה, אולם ניכר כי מספר אי-הדיוקים גבוה יותר מאשר בקבוצה B.
 - בשתי קבוצות אלו מתאפיינים אי-הדיוקים בהפרש של חצי-טון – טון.
 - קיימים אי דיוקים רבים בקרב קבוצה A.
- מנתונים אלו ברצוני לגזור את המסקנות כדלקמן:
- (א) ניכר כי מתקיים פוטנציאל זכירה צלילית המותנה בחזרה על אותו הצליל.
- (ב) היכולת לשיים מילים סתומות (שמות התווים) אצל נבדקים בגיל האמור הינה מוגבלת ונמוכה מהיכולת לזכור ולהתחבר למילים בעלות משמעות. מסקנה זו באה לידי ביטוי בהבדלים בין קבוצה B וקבוצה C.
- (ג) לימוד שיר ללא שמירה על סולם קבוע, מהווה גורם מפריע לזיכרון הצליל ולשירה מדויקת, מסקנה שבאה לידי ביטוי באי הדיוקים הרבים בקרב קבוצה A. קבוצה זו למעשה למדה את השיר בצורה סטנדרטית (עם ליווי של כלי נגינה) ובכל זאת התקשתה לדייק בצלילים בשל השינוי בסולם השירה.
- (ד) מבין כל צלילי הסולם, הטוניקה של הסולם הייתה הצליל שנקלט בצורה האפקטיבית ביותר בזיכרון הצלילי. מסקנה זו הוסקה בעקבות אחוזי הדיוק הגבוהים בצלילי ההתחלה והסיום בקרב כלל קבוצות הנבדקים (המנגינה מתחילה בטוניקה ונגמרת בטוניקה).

דיון ומחקר עתידי

התוצאות והמסקנות שהניב חיבור זה פותחות את הדלת בפני שאלות רבות הנוגעות למחקר עתידי בנושא. כאמור, המחקר שבוצע מצביע על כך שאכן ניתן לפתח זיכרון צלילי ברמה המקבילה לשמיעה אבסולוטית בקרב ילדים בגילאי 4-6, ע"י חזרה על אותו צליל במשך תקופת זמן מסוימת. חשוב לשים דגש על כך שהנבדקים בניסוי זה פיתחו זיכרון צלילי אבסולוטי ברמה מסוימת ולא שמיעה אבסולוטית, וזאת מפני ששמיעה אבסולוטית מתייחסת ליכולת של אדם לתפוס באופן מוחלט ולהעניק משמעות לגובה של צליל אליו נחשף. אין הדבר נכון לגבי נבדקי מחקר זה, שאף על פי שהצליחו לעתים לשיר בצורה מדויקת את הצליל אותו נתבקשו, ללא סיוע של צליל עזר, לא היו מסוגלים לתפוס באופן מוחלט ולהעניק משמעות לצליל ששרו, בשל העובדה שאינם מכירים את מערכת הצלילים הטונאלית ואת שמות הצלילים. בנקודה זו חשוב להתייחס לקבוצה C, שחלק מלימוד המנגינה למדה גם שמות צלילים כמילות שיר סתומות. לשמות הצלילים לא הייתה משמעות מבחינת הנבדקים, אך אף על פי כן, בכל פעם שדייקו נבדקי קבוצה זו ושרו את הצליל הנכון, נוספה לכך אמירת שם הצליל אותו שרו. כלומר, נבדקי קבוצה זו הצליחו לשיר את הצליל הנכון ובנוסף לכך לומר את שמו, ועל כן מנקודה זו של שירת צליל בצורה אינסטינקטיבית בתוספת שמו, ועד לפיתוחה של שמיעה אבסולוטית, כל שניתן לעשות זה ללמד את הנבדקים את מערכת הצלילים, שמם ומשמעותם.

לממצא זה משמעות רחבה הנוגעת הן לשאלת השמיעה האבסולוטית כתכונה מולדת או נרכשת, והן לדרכים בהן מקובל ללמד את מערכת הצלילים ולהקנות שמיעה אבסולוטית. ראשית כל היא מצביעה על כך שילדים (וייתכן שאף מבוגרים) יכולים לרכוש שמיעה אבסולוטית ברמה מסוימת. יש לציין שלצורך מחקר זה נבחרו קבוצות נבדקים אקראיות לחלוטין, ולא נבחרו באופן מודע נבדקים שהראו סימנים כלשהם ליכולות מוזיקליות כאלו ואחרות. עובדה זו מחזקת את ההשערה ששמיעה אבסולוטית ניתנת לפיתוח בקרב כלל האוכלוסייה, אך אינה מבטלת את המרכיב המולד/גנטי שבשמיעה האבסולוטית, שכן יכול להיות מאוד שאדם בעל שמיעה אבסולוטית מולדת יוכל לפתח אותה ביתר קלות ולרמת דיוק מרבית.

בהקשר ללימוד מערכת הצלילים והשמיעה והאבסולוטית, מוצגת פה גישה שונה מזו המקובלת כיום, לפיה קודם יש ללמד את שמות הצלילים ומשמעותם ורק לאחר מכן להקנות תהליך קוגניטיבי של קישור בין הצליל האבסולוטי לשמו. הגישה המוצגת פה מראה כי ניתן להשריש בקרב הילדים הן את הצליל והן את שמו, כמילה סתומה נטולת כל משמעות בשלב הראשוני.

לאחר מכן ניתן יהיה ללמד את הילד על משמעות הצליל אותו הוא כבר מתורגל לשיר בתוספת שמו. יכול מאוד להיות ששיטה זו תהיה קצרה יותר, ותניב תוצאות ברמת דיוק גבוהה יותר, ועל כן היא נרשמת בחיבור זה כהצעה למחקר עתידי.

כאמור בפרק המסקנות, הצליל הזכיר היה קשור בניסוי זה במהלך טונאלי שלם, כלומר, השיר בנוי על פסוקים בעלי משיכת צלילים חזקה אל הצליל המבוקש (טוניקה). אולם דרך ההעברה של השיר הייתה מונופונית (ללא ליווי) והשירה הקבוצתית הייתה מונופונית אף היא. מסקנה זו גוזרת שאלות הקשורות לתכונת המשיכה של צלילי הסולם ולפוטנציאל הזכירה שטמון בכל אחד מהם. כלומר, עולה התהייה אם לימוד השיר בצורה מונופונית ובליוי מונופוני עדיפה מבחינת תהליך זכירת הצלילים על מערך קורדיאלי וליווי מלא. בניסוי זה נעשתה למידת השיר בצורה מונופונית ובתוספת ליווי מונופונית, והוא הוביל לרמה מסוימת של זיכרון צלילי. בעתיד ניתן יהיה לבדוק אם מערך קורדיאלי וליווי מלא, יניבו תוצאות שונות.

לניסוי המוצג בחיבור זה פרוטוקול מדויק מאוד אשר כלל מגוון מרכיבים, ולכל אחד מהם השפעה מכרעת על התוצאות הסופיות של הניסוי. לכן, ניתן לומר ששינוי כל אחד מן המרכיבים יכול היה לשנות את התוצאות הסופיות של הניסוי. אחד ממרכיבי הניסוי היה שיר הילדים, שהולחן על פי כללי ההלחנה המיטבית לילדים כפי שהוצגו בסקירת הספרות. בנוסף, השיר דמה עד מאוד לשירים נוספים מעולם הזמר המוכר לילדים. הדבר סייע לילדים ללמוד את השיר בצורה מהירה יחסית, ואפשר הגעה לשלב בו הילדים שרו את השיר בכוחות עצמם וניתן היה להתמקד בבדיקת נכונות הצלילים ולא בזכירת מילות השיר. בנוסף, תוצאות הניסוי הראו כי ישנה חשיבות רבה לטונאליות של הצלילים על תהליך הזכירה הצלילית. ניתן לשער כי יצירה א-טונאלית ללא משיכת צלילים ברורה או יצירה מודאלית הייתה מקשה על הנבדקים בזכירת הצלילים, וזאת מפני שהם מורגלים להרמוניה מערבית אירופאית, אשר לעתים רחוקות מוצאים בה יצירות מסוג זה. יש לציין כי השערה זו נכונה רק לגבי נבדקים שמורגלים להרמוניה מערבית, וככל הנראה ההפך הוא הנכון לגבי נבדקים המורגלים להרמוניה מסוג שונה.

במהלך הניסוי נתקלתי במספר סוגיות שככל הנראה השפיעו על תוצאותיו. האחת הייתה עבודת הנבדקים בקבוצות, לה היו יתרונות וחסרונות. מצד אחד קבוצת נבדקים בני אותו גיל, המכירים האחד את השני מאפשרת רמה גבוהה של פתיחות, מעודדת את הרצון לשיר ומורידה את סף הביישנות של הנבדקים. מצד שני, נתקלתי במקרים בהם הנבדקים הפריעו אחד לשני לשיר, ובכך השפיעו על איכות השירה ועל הריכוז בעת השירה. לכן, יכול להיות שעדיפה עבודה ביחידים, מפני

שכאשר מתגבר הנבדק על הביישנות, מסוגל הוא לשיר עם מינימום הפרעות חיצוניות ומבלי שיאבד את ריכוזו. סוגיה נוספת הייתה השעמום של הנבדקים בשלב מסוים של הניסוי. כאמור בפרק המדבר על פרוטוקול הניסוי, כל מפגש כלל משחק קצר בתחילתו לצורך שבירת הקרח, ולאחר מכן חזרה מתמשכת על השיר שהולחן לשם ניסוי זה. מצאתי כי לאחר מספר מפגשים השתעממו הנבדקים מחזרה על אותו השיר וביקשו בצורה מתמדת לשיר שיר אחר. השעמום של הנבדקים הוריד את רצונם לשיר בצורה הטובה ביותר, ובכך השפיע על תוצאות הניסוי. בכדי לבטל את ההשפעה של אלמנט השעמום, יש למצוא מתודה שתאפשר לנבדקים להישאר מעוניינים לאורך כל תקופת הניסוי.

במחקר זה קיימים מרכיבים שניתן לשפרם במחקר עתידי לשם השגת תוצאות משקפות יותר. לדוגמה, מספר נבדקים שהיה מצומם בניסוי זה בשל הכמות המועטה של הילדים בגילאי הבדיקה המתגוררים בקיבוצים יטבתה וקטורה. זאת ועוד, מחקר זה כלל שתי חזרות כאשר בכל חזרה עשרה מפגשים, כמות חזרות ומפגשים שהתאפשרה לי כמנחת הניסוי בשלב זה. בנוסף, מחקר זה חסר את אלמנט הזכירה לטווח ארוך. תוספת עתידית עשויה להיות בדיקה של הצלילים לאחר תקופת זמן מסוימת, ובכך הבנה אם ניסוי זה מאפשר זיכרון צלילי לזמן קצר בלבד, או שחזרה מתמדת על צליל בצורה שפורטה בחיבור הנ"ל עשויה להישאר בזיכרון הנבדקים לטווח ארוך.

מחקר זה מהווה למעשה תשתית למחקרים עתידים בנושא הקוגניציה וחקר המוח, וניתן לקחת את פרוטוקול הניסוי בשינוי מספר מרכיבים ובכך להרחיב את הידע הקיים בעולם החקר בנוגע לתחומי הדעת הללו. קבוצת הנבדקים בניסוי זה הייתה ילדים, ללא ידע מוזיקלי מוקדם ומבלי שהראו כל סימן לשמיעה אבסולוטית מולדת. מחקר עתידי יכול להכיל את פרוטוקול ניסוי זה על קבוצת נבדקים מבוגרת בעלת ידע מוזיקלי מוקדם, ולבדוק שינוי בתוצאות. בנוסף, הרחבת מספר הנבדקים, מספר החזרות, וחזרה לאחר תקופת זמן מסוימת לבדיקה של זיכרון הצליל ישפרו את פרוטוקול הניסוי שהוצג בחיבור, ובכך יאפשרו הצגה של תמונה ברורה יותר בכל הנוגע לשמיעה אבסולוטית ופיתוחה.

סיכום

במרכז חיבור זה נשאלת שאלה ביחס לאפשרות שזיהוי גובהו האבסולוטי של צליל באמצעות שמיעה עשוי להיות כושר אשר ניתן להקנותו בדרך של אימון וזכירה. כושר זה הינו אחת המסוגלויות המאפשרות למוזיקאי לשפר בתנאים מסוימים את הישגיו ורגישותו.

תכונה זו אשר תוארה להלן נקראת על פי רוב שמיעה אבסולוטית, ותכליתה כאמור זיהוי אבסולוטי של גובה צליל נתון ללא יחסיות של צליל אחר. במשך ימי המוזיקה המתועדת, נתפסה השמיעה האבסולוטית כמתת אל וכתכונה המצמצמת את הפער בין המסוגלות המוזיקלית האנושית ובין המסוגלות ואינסטרומנטלית, כלומר כשם שלכל כלי נגינה (אינסטרומנט) ישנו אצבוע אבסולוטי עבור גובה צליל נתון, כן יהיה גם לאדם הניחן בתכונה זו.

חלקה הראשון של העבודה בחן את שרשרת המרכיבים הקשורים בשמיעה המוזיקלית, החל מהגירוי האקוסטי, עיבודו באמצעות מנגנון השמיעה, פיענוחו על סקלת גבהי הצלילים ושיומו כתו צלילי נתון.

האוזן, המוח ותפיסת השמיעה: מנגנון השמיעה מורכב משני שלבים עיקריים. ראשיתו בקליטת לחצי הקול מהסביבה ועיבודם לאותות חשמליים, והמשכו במוח המעניק לאותות אלו משמעויות סמנטיות, תרבותיות, תקשורתיות וכ"ו.

האוזן בנויה מכמה חלקים אנטומיים אשר הרלוונטיים ביותר לעניינינו הינם ממברנת הקול (הקרויה בסלנג "עור התוף") אשר מגיבה ללחצי הקול המתורגמים ללחץ אוויר. הממברנה מתמירה את לחץ האוויר לגירוי ומעבירה גירויים אלו לאוזן הפנימית, שם מתורגם המידע למרכיבי העוצמה והגובה באמצעות רכיב אנטומי הקרוי "שבלול". השבלול מבצע את המרת האותות הפיזיים לגירוי חשמלי, הנושא הן את האינפורמציה הנוגעת לעוצמה, והן את האינפורמציה הנוגעת לגובה הצליל. נתונים אלו (יחד עם נתונים רבים אחרים) מועברים אל יחידת העיבוד המוחית כפולסים חשמליים מסוגים שונים.

המוח אם כן, הינו האיבר אשר מעבד ומשיים את מגוון הגירויים הסובבים את האדם ובתוך כך צלילים ורעשים. הוא מחולק לשתי המיספרות המתחלקות בעצמן לאונות, כאשר לכל המיספרה התמחות בתפקודים מסוימים. בהקשר השמיעתי, ניתן לבחון את ההבדלים בין ההמיספרות על ידי מבחן ההאזנה החצויה, אשר כולל השמעה של גירוי סנסורי אודיטורי כך שהוא מעובד ע"י המיספרה אחת בלבד. מלבד המרכיב האנטומי של השמיעה, קיים בה גם מרכיב תפיסתי. התפיסה המוזיקלית עוסקת במפגש שבין הקולט - המאזין, לבין הקלט - האירוע המוזיקלי.

קיימות גישות בלשניות כדוגמת הגישה של נעם חומסקי, על פיהן המוח האנושי מצויד באופן טבעי במנגנונים המאפשרים לו לתפוס ולתת משמעות לגירויים סנסוריים כגון גירויים אודיטוריים.

שמיעה אבסולוטית ושמיעה יחסית : שמיעה אבסולוטית ושמיעה יחסית נמצאות לכאורה בשתי קצותיה של סקאלה דיכוטומית דמיונית. השמיעה היחסית הינה הכושר לזהות גובהו של תו נבדק באמצעות זיהוי יחסיותו לתו נתון. כלומר, השמיעה היחסית הינה אימון בשמיעת מרווחים או יחסיות טונאלית בין שני צלילים, וזו מושגת באמצעות אימונים וטכניקות מתודיות אשר יפורטו בהמשך. השמיעה האבסולוטית, מנגד, הינה לכאורה הכושר לזהות את גובהו האבסולוטי של תו נבדק מבלי להיעזר בנתונים נוספים. דומה הדבר ליכולת לשיים גירויים מופשטים באופן אבסולוטי, מבלי להגדירם באמצעים יחסיים, כגון טמפרטורה, גוון, מרחק, זמן וכו'.

המחקר הנוגע לשמיעה היחסית עוסק במגוון עצום של תיאוריות הקשורות לתפיסת השמיעה, וכן למתודות מומלצות לשכלול ואימון השמיעה היחסית – טכניקה המוכרת כפיתוח שמיעה וסולפז'. שתי אלו הינן מתודות יסוד בהכשרתו של כל מוזיקאי, ועיקרן- ביסוס הידע והרחבת אוצר המילה הנוגעים לקליטת ועיבוד גירויים שהינם כאמור מופשטים בעיקרם. התפיסה הבסיסית ביחס לפיתוח השמיעה דוגלת בעיקרון לפיו השמיעה הינה תכונה פיזית, אולם פיתוח השמיעה הינו תוספת המידע הקושרת בין הגירוי ובין משמעויותיו – ולענייננו, גובה הצליל (Darrow 1990). היכולת להסביר את גובה הצליל שונה מאדם לאדם ותלויה בפרמטרים רבים, בהם גילו של הנבדק, התרבות ממנה בא וכן פרמטרים הנוגעים לבחינה עצמה. התבחינים נוגעים לרוב בשדות שיח הלקוחים מהעולם המוזיקלי כלומר, קשורים בפראקטיקה של חינוך מוזיקלי. באופן כזה, נמצא לדוגמה כי מרבית הנבדקים באמריקה למדו לזהות מרווחים קונסוננטיים במהירות רבה יותר מאשר מרווחים דיסוננטיים (Hannon and Trainor 2007). כמו כן, נמצא כי להקשר הטונאלי יש השפעה רבה על הקלות שבה מזהה הנבדק את הצליל הנתון (DeBellis 2005, Krumhansl 2000, Fine, Berry and Rosner 2006). עקרונות אלו מצביעים על ריבוי הרבדים היחסיים המשפיעים על המידע שהנבדק מעניק לגירוי הצלילי.

בהינתן אלו, אימצתי את הקביעה כי פיתוח השמיעה והשמיעה היחסית הינם למעשה מידע נרכש ולפיכך פעולה של שכלול הידע (Schellenberg and Moreno 2010). לשכלול הידע ישנם השלכות על מגוון מעגלים הקשורים לפיתוח השמיעה המוזיקלית ובהם כאמור, גילו של התלמיד,

מיומנותו המוזיקלית לרבות ותק בנגינה על כלי נגינה, סביבתו התרבותית והמטען המוזיקלי שאליו נחשף וכ"ו. כל אלו הינם פרמטרים יחסיים בהגדרה ועומדים לפיכך כניגוד דיכוטומי למסוגלות האבסולוטית שבזיהוי גובה הצליל.

השמיעה האבסולוטית תוארה בכמה מקומות בחיבור זה כיכולת פלאית לדעת דבר מה מבלי ללמוד אותו, או לבצע דבר מה מבלי להתאמן עליו. דומה הדבר לאצן מחונן אשר נולד עם יכולות אתלטיות יוצאות דופן המציבות אותו בעמדת יתרון על ספורטאים אחרים, מבלי שאפילו נאלץ לשכלל תכונה זו. לפיכך נתפס כושר זה בקרב מוזיקאים כיתרון וכתכונה שיש בה תועלת רבה בשדה זה. כך למשל, יכול מלחין לחבר יצירות מבלי להזדקק לכלי נגינה כלל, או זמר יכול לשיר את התווים המונחים לפניו מבלי לחפש את הצליל ההתחלתי. במיוחד נכון הדבר כשהזמר נדרש לשיר פסוק מוזיקלי ללא ליווי, ועליו להתחיל פסוק זה מן התו הנכון. תכונה זו, כאמור, עוררה את סקרנותם של מוזיקאים מחד וחוקרים משדה האקוסטיקה ושדה חקר המוח מאידך. אלו כמו אלו ניסו להבין מהם שורשיה של תכונה זו, מהו האיבר הדומיננטי בתכונה זו וכך העלו את השאלה לגבי היתכנותו של גן מסוים, ההופך תכונה זו לגנטית, תוך ניסיון לבודד גן זה ולהכירו. מן הצד השני, נבדקה סברה לפיה המוח האנושי משכלל תכונה זו אצל אנשים מסוימים, ותחת תנאים מסוימים, ובהינתן חשיבותה של תכונה זו, עמלו חוקים לאתר את האזור המוחי האחראי לה.

בחיבור זה הובאו מאמרים הן של חוקרים אשר דגלו בגישת השמיעה האבסולוטית כתכונה מולדת והן של חוקרים שטענו להפך, כי זו תכונה נרכשת. במאמרו של מיאזקי למשל (Miyazaki, 2004), מוצגת התאוריה הגנטית המדגישה את האחוז הזעיר של בעלי שמיעה אבסולוטית בקרב האוכלוסייה הכללית וטוענת כי שמיעה אבסולוטית קיימת באחוז רב יותר בקרב בני אותה משפחה. טענה נגדית מוצגת אצל לוינטיין (Levitin 1994) כי שמיעה אבסולוטית הינה תוצאה של מספר גורמים המביאים לפיתוח היכולת לזיהוי צלילים אצל אדם, ומכאן, שכל אדם תחת הנסיבות הנכונות יוכל לפתח שמיעה אבסולוטית. יש לזכור כי חקר תכונות המוח נמצא בהתפתחות מתמדת והמחקר העדכני מאמץ כיום גישה ממוזגת במידת מה, לפיה התכונות האקוסטיות ובתוך כך שאלת גובה הצליל האבסולוטי, מעובדות במספר אזורים במוח ובמספר שכבות מוחיות. עומק השכבה המוחית הינו פרמטר המעיד על מידת הלמידה הנרכשת ומכאן שהשיח בנוגע לשמיעה האבסולוטית מציג דווקא את העיקרון לפיו השמיעה האבסולוטית

מורכבת מכמה תכונות מוחיות העשויות להיות ברמה משתנה של דומיננטיות אצל אנשים שונים (Elmer, et al. 2015).

ענינו של חיבור זה, כזכור, הינו האפשרות לפיה שמיעה אבסולוטית, המוצגת במרבית הספרות כתכונה מולדת, ניתנת להקניה באמצעים מתודיים הדומים לאלו הנהוגים בפיתוח השמיעה היחסית. כלומר, השאלה אם ניתן להרגיל את האוזן והמוח לגירוי אודיטורי צלילי חוזר ונשנה ברמה כזו אשר תהפוך לחלק מן המידע הקיים במאגרי הזיכרון. את הבדיקה הזו בחרתי לעשות באמצעות קבוצות של ילדים בגיל הגן, כחלק מהמסקנות אשר עולות במחקריו של חומסקי ביחס לרצף ההתפתחות השפתית, כלומר הפיכתו של המידע הצלילי לחלק מאוצר המידע ההתפתחותי (קרן 2010, ברגר 1988, זינתי 2012).

ברור היה כי ביחס למידע הצלילי, מתקיימים מספר פרמטרים אשר אותם יש להקנות לנבדק לצד המידע הבסיסי הנוגע לגובה הצליל. הראשון הינו שם הצליל או נתון תקשורתי אחר שאותו יוכל הנבדק להעביר כמשוב. בשפת המוזיקאים נהוג לתקשר את המידע הצלילי באמצעות שמותיהם של התווים (דו, רה, מי... וכך הלאה). התקיים החשש לפיו מילים אלו הינן נתון מופשט וחסר פשר עבור הילדים וכך תהפוך משימת ההיכרות עם שמות הצלילים לנתון אשר ישפיע על תוצאות הבדיקה. המשתנה השני קשור בדרכי ההעברה של החומר הצלילי המופשט מהבודק לנבדק וחוזר חלילה. הבחירה שאינה מובנת מאליה, היתה להעביר את המידע הצלילי באמצעות הכללתו בשיר שהינו דרך העברה מקובלת ומוכרת אצל ילדים, ומהווה אמצעי העברה מקובל ומוכח בקרב תלמידי פיתוח שמיעה יחסית כאמור. שני משתנים אלו טופלו באופן אשר יפורט להלן:

מאפיינים התפתחותיים וחינוך מוזיקלי בגיל הרך: בפרק זה בעבודה נסקרו אלמנטים התפתחותיים שונים הקשורים בלמידה, זכירה ומוזיקליות אצל ילדים בגיל הרך. ראינו כי בהתפתחותו המוזיקלית של הילד שותפים שלושה תחומים עיקריים: א) התפתחות קוגניטיבית ובתוך כך, התפתחות הקשב, הזיכרון והתפיסה החושית. ב) התפתחות הקשר המוזיקלי הסביבתי. ג) התפתחות מוטורית המאפשר הוצאת הרעיון אל הפועל (קרן 2010). מחקרים רבים שנעשו בתחום התפתחות הילד בגילאי הגן, רואים במוזיקה מרכיב חשוב להתפתחותו העתידית של ילד לאדם בוגר (סולקין 1999). זולטאן קודאי הנחשב במובנים רבים לאבי חקר השיר העממי ולקשר שלו עם החינוך המוזיקלי קובע כי "חינוך מוזיקלי חייב להתחיל בגיל הגן. השנים שבין גיל שלוש לשבע חשובות מבחינה חינוכית יותר מהשנים שלאחר מכן. מה שקולקל, או לא נלמד בגיל זה יתוקן מאוחר יותר... במשך שנים אלו נקבע עתידו של אדם לכל ימי חייו" (ברגר 1988). ברגר

מוסיפה כי: "מה שנלמד בגן הילדים לא נשכח לעולם והפך לבשר מבשרו של האדם..." (שם, שם). מהאמור לעיל אנו מבינים כי גיל זה הוא גיל קריטי ללמידתו של הילד והיכרותו את המוזיקה. כמו כן מדגישים החוקרים כי למוזיקה תרומה מכרעת בתחומי הפסיכולוגיה והקוגניציה. הממצאים מצביעים על תכנים חוץ מוזיקליים רבים שהעיסוק במוזיקה מסייע בפיתוחם וביניהם: קידום יכולת ריכוז ומיקוד קשב, קידום יכולות אקדמיות, תמיכה בהקניית כישורי שפה, וסיוע לפיתוח דמיון ויצירתיות של הילדים (הניק, ואחרים 2007). לאלו יש להוסיף את אלמנט הזיכרון הצלילי כמכריע בהתפתחות האמורה. לצורך השמירה, יש להמיר את התדירות האקוסטית מתהליך של צלילים בזמן, לאירוע או יחידה בה מיוצגים באופן סימולטאני גם הנתונים הצליליים וגם המידע הנוגע למיקומם היחסי על ציר הזמן. רק כאשר מנגינה נזכרת כך, יש לנתונים, השמורים בתוך סדר אירועים, משמעות למימוש חוזר, התורמת לחיזוק של החוויה ע"י הפגשתה עם החומר השמור כבר בזיכרון (קרן 2010). בהמשך חלק זה יסקרו פרמטרים נוספים הקשורים במקסום הפוטנציאל הלימודי אצל הנבדקים.

הלחנה מיטבית לילדים: בדיון אודות הלחנה מיטבית לילדים שותפים שני פרמטרים. הראשון חוזר לשאלה בדבר המתודה להקניית פיתוח שמיעה ושכלול הזהות היחסית של הצליל לפיו, לימוד שיר במסווה של לימוד סולפז' מקל את הקשיים הכרוכים בפיתוח השמיעה היחסית. וובר ובראון ערכו ניסוי שנועד לגלות האם קל יותר לשמוע בעזרת שירה, כלומר לשיר כדי לזכור את המנגינות, לעומת פיתוח שמיעה בעזרת שמיעה פנימית בלבד, והאם מילים עוזרות לזכור מלודיה טוב יותר. המחקר גילה שקל יותר ללמוד שירים עם מילים מאשר ללמוד מנגינות, אך שהשירה בקול רם לא הקלה על המשתתפים לזהות את השוני בגובה הצליל, ושהצלוח באותה המידה לשמוע בעזרת השמיעה הפנימית בלבד (Weber and Brown 1986). במחקר נוסף בוצע ניסוי בנוגע להאזנה למוסיקה בגילאי היסודי – האם ישנה עדיפות להאזנה ליצירות תוך כדי שירה או בלעדיה, והמסקנה אליה הגיעו היא שישנה עדיפות להאזנה עם שירה, מכיוון שהתלמידים זכרו את הנושאים מהיצירות טוב יותר (McLean 1999).

במחקר של פיין, ברי, ורוזנר, שהוצג לעיל, התגלה שכמות הטעויות בשירה עם הרמוניה ששונתה היה גדול בהרבה מאשר כאשר המלודיה לא שונתה, ושהמנוסים יותר טעו פחות. המסקנה שהסיקו מכך החוקרים, בנוסף על כך שההרמוניה תורמת להשלמת הצלילים, היא שככל שהזמרים מנוסים יותר בשירה, כך קל להם יותר להצליח לשיר מלודיה ששונתה. נוסף על זה, התוצאות בשירת

המרווחים היו נמוכות למדי, מכיוון שמשנתפי המחקר לא היו מנוסים בקריאה מתווים (Fine, Berry and Rosner 2006).

הפרמטר השני קשור אם כן קשר ישיר לתכונותיו של השיר שבין צליליו חבויים החומרים הלימודיים ואתגר פיתוח השמיעה. לצורך כך, נקבע כי השיר אשר ישמש כאמצעי ההעברה המרכזי יעקב אחר עקרונות ההלחנה המיטבית לילדים כפי שנוסחו ע"י מספר חוקרים מובילים בתחום. החוקרת קלאודיה קלושנקוף חקרה ומצאה כי על מנת להגיע לתוצאה איכותית בעבודה עם ילדים, יש להקפיד על איכות החומרים הצליליים. על אלו להיות בעלי מנעד מצומצם ופרמטרים ריתמיים וטקסטואליים נאותים (קלושנקוף, היכולת הקולית בגיל הרך 1999). גלושנקוף ערכה רשימת תנאים לתכונותיו של השיר המיטבי:

- א. מנעד השיר לא יעלה על אוקטבה, כשסקסטה היא מנעד מומלץ.
- ב. הקו המלודי יהיה פחות גלי, עם עדיפות למשפטים יורדים ועולים.
- ג. המרווחים הפנימיים יהיו לרב סקונדות, טרצות, קוורטות וקווינטות.
- ד. השיר יהיה דיאטוני או פנטטוני, בלי סטיות טונאליות (צלילים זרים, מודולציה).
- ה. הפרזות יהיו קצרות.
- ו. המשקל המועדף יהיה זוגי.
- ז. המקצב יהיה פשוט, מורכב מיחידות ריתמיות לא מגוונות.
- ח. השיר יהיה סילבי (מורכב מהברות ברורות).

סוגיות אלו מהוות תנאי לקביעת פרוטוקול הניסוי (ראה להלן) כחלק מבידוד המשתנים ההכרחי, כך שניתן יהיה לשלול כל הפרעה חיצונית לניסוי.

לצד תכונותיו של השיר מתקיימים משתנים נוספים ואלמנטים חוץ מוזיקליים, להם השפעה מכרעת על לימוד המוזיקה בגיל הרך ועל האפקטיביות של לימוד זה. אחד מהם הוא חלל הלמידה חלל ברמה גבוהה מסייע למורה להגיע לרמת הרגישות המקסימלית במסגרת המפגש עם תלמידיו ולהפך, חלל ברמה נמוכה יפחית את עניין התלמידים ואת הרגישות והטיפול מצד המורים. אלמנט חוץ מוזיקלי נוסף הוא התיווך, כאשר המתווך העיקרי ללימוד המוזיקה הוא המורה. הדרישות מן המורה המיטבי קשורות ליכולות מוזיקליות מצד אחד, ולביטחון עצמי, התעניינות, וחוש הומור מצד שני.

פרוטוקול הניסוי: ליבתו של חיבור זה הינה ניסוי הבדק את השאלה המרכזית בדבר האפשרות לפתח שמיעה אבסולוטית אצל ילדים בדרך של פיתוח הזיכרון הצלילי. לצורך עריכת הניסוי, הלחנתי שיר העונה להגדרות השיר המיטבי המהווה את אוסף החומרים הצליליים שאותם אעביר לילדים ומהם יגזרו תוצאות הניסוי (ראה פרק ב' להלן). החומר הטקסטואלי של השיר עוצב בשתי דרכים שונות: הראשונה- טקסט המדגיש את שמות הצלילים (דו, רה, מי...) באמצעות הפיכתן להברות מתוך מילותיו של שיר משחק "דו דו דו רה מי, מי ידע את שמי?". ניתן לראות כי מילות השיר מכילות את התווים דו, רה ומי והינן הולמות באופן מדויק את צלילי המנגינה.



השנייה הינה שיר משחק הכולל תמונות מחיי הגן המוכרות לילדים.



קבוצת הנבדקים, אשר מנתה 14 ילדים משני גנים שונים ובקבוצת גיל זהה, חולקה לשלוש קבוצות כשכל קבוצה למדה את השיר בדרך העברה שונה:

- קבוצה A למדה את גרסת המילים בטוניקה משתנה, כלומר שבכל מבדק קיבלו התלמידים תו התחלה שונה.
- קבוצה B למדה את גרסת המילים בטוניקה קבועה, כלומר שבכל מבדק קיבלו התלמידים את אותו צליל התחלה.
- קבוצה C למדה את גרסת התווים בטוניקה קבועה, כלומר שבכל מבדק קיבלו התלמידים את אותו צליל התחלה.

הניסוי כולו היה מחולק לשתי חזרות, כאשר חזרה כללה עשרה מפגשים לכל קבוצה (עשרים מפגשים בסך הכל).

יודגש כי בכל המפגשים נעשתה הקפדה יתרה לעקוב באופן מדויק ובלתי מתפשר אחר פרוטוקול הניסוי ובתוך כך מאפייני חלל וסביבה ניטרליים ככל שניתן.

מהלך הניסוי, תוצאות ומסקנות: הפגישות התקיימו בשעה וחלל קבועים (ראה להלן). כל פגישה הוקלטה באמצעות מכשיר הקלטה ולאחר מכן נשמר החומר במאגר נתונים ממוחשב. בתום

תקופת הניסוי נותחו ההקלטות באמצעות תוכנת מחשב המאפשרת זיהוי מדויק של גובה הצליל, כולל בדיקת שיעור הסטייה מהתו האבסולוטי. עבור כל מפגש בנפרד, נערכה טבלה שבה סיכום הממצאים ורישום מידת הדיוק או אי הדיוק. השיר חולק לארבעה פסוקים (ע"פ הפריודות המוזיקליות) ונבדקו צלילי ההתחלה של כל פריודה אל מול הצלילים אותם שרו הילדים, וביחד עם הטוניקה בקדנצה, נאספו עבור כל מפגש חמישה נתונים. לאחר מכן, נבדקו הדיוקים ואי הדיוקים אצל כל נבדק וכל קבוצה.

המבדקים העלו מספר תוצאות הנוגעות למידת הדיוק המשתנה בין הקבוצות, וכן לגרף השיפור ממבדק למבדק. בסיכום עולה כי:

- קבוצה B הינה הקבוצה שבה רמת אי-הדיוק הינה הנמוכה ביותר, וגרף הלמידה הינו המהיר ביותר. נתון זה בא לידי ביטוי במיוחד ביכולת להתחיל ולסיים את השיר בתו המצופה – דו.
 - קבוצה C נמצאת גם היא על גרף למידה מהיר, במיוחד ביחס ליכולת להתחיל את השיר בתו המצופה, אולם ניכר כי מספר אי-הדיוקים גבוה יותר מאשר בקבוצה B.
 - בשתי קבוצות אלו מתאפיינים אי-הדיוקים בהפרש של חצי-טון – טון.
 - קיימים אי דיוקים רבים בקרב קבוצה A.
- מנתונים אלו ברצוני לגזור את המסקנות כדלקמן:

- א) ניכר כי מתקיים פוטנציאל זכירה צלילית המותנה בחזרה על אותו הצליל.
- ב) היכולת לשיים מילים סתומות (שמות התווים) אצל נבדקים בגיל האמור הינה מוגבלת ונמוכה מהיכולת לזכור ולהתחבר למילים בעלות משמעות. מסקנה זו באה לידי ביטוי בהבדלים בין קבוצה B וקבוצה C.
- ג) לימוד שיר ללא שמירה על סולם קבוע, מהווה גורם מפריע לזיכרון הצליל ולשירה מדויקת, מסקנה שבאה לידי ביטוי באי הדיוקים הרבים בקרב קבוצה A. קבוצה זו למעשה למדה את השיר בצורה סטנדרטית (עם ליווי של כלי נגינה) ובכל זאת התקשתה לדייק בצלילים בשל השינוי בסולם השירה.

ד) מבין כל צלילי הסולם, הטוניקה של הסולם הייתה הצליל שנקלט בצורה האפקטיבית ביותר בזיכרון הצלילי. מסקנה זו הוסקה בעקבות אחוזי הדיוק הגבוהים בצלילי ההתחלה והסיום בקרב כלל קבוצות הנבדקים (המנגינה מתחילה בטוניקה ונגמרת בטוניקה).

לסיכום הדברים, ניסוי זה מקיים פוטנציאל הקשור בשאלה בדבר היותה של השמיעה האבסולוטית תכונה בעלת מרכיבים נרכשים. מתוצאות הניסוי עולה כי חזרה מרובה על גובה צליל נתון, מתקבעת אצל הילד כמידע בעל משמעות שאותו הוא מסוגל לשלוף ולבטא ברמת דיוק גבוהה ובקונסיסטנטיות מרובה. נתון זה מותנה בכך שהמידע יכיל מעטפת קונפיגורטיבית הברורה לילד והגיונית במכלול ידיעותיו. מעטפת זו יכולה להיות שמות הצלילים עצמם (דו, רה, מי...), כמקובל בקרב תלמידי מוזיקה, אולם בגילאים אלו אין לשמות הצלילים כל משמעות בעיני הילד ועל כן דווקא התייחסויות למרכיבים מוחשיים כגון התרחשויות מסביבתו הגנית, מאפשרים לו לתווך את המידע ביתר קלות.

פרוטוקול ניסוי זה, ראוי שייבדק בקרב קבוצות נבדקים גדולות יותר, ומספר רב יותר של חזרות להשגת תוצאות אמפיריות והפקת מסקנות חותכות. כולי תקווה שחיבור זה ישמש את המחקר העתידי ויהווה כלי יעיל בסוגיה מסקרנת זו.

- Athos, Alexandra E, et al. "Dichotomy and Perceptual Distortions in Absolute Pitch Ability." *Proceedings of The National Academy of Sciences - PNAS* Vol. 104, no. 37 (2007): 14795–14800.
- Bachem, A. "Various Types of Absolute Pitch." *Acoustical Society of America: The Journal of the Acoustical Society of America* Vol. 9 (1937): 146-151.
- Beckman, Amy Aline. "Aural Skills Pedagogy: From Academic Research To The Everyday Classroom." San Marcos: Texas State University-San Marcos, December 2011.
- Chen-Hafteck, Lili, and Esther Mang. "Music and Language in Early Childhood Development and Learning." In *The Oxford Handbook of Music Education*, edited by Gary E. McPherson and Graham F. Welch, 261-278. New-York: Oxford University Press, 2012.
- Covington, Kate. "The Mind's Ear: I Hear Music and No One Is Performing." *College Music Symposium*, 2005: 25-41.
- Darrow, Alice Ann. "The Role of Hearing in Understanding Music." *Music Educators Journal* 77, no. 4 (1990): 24-27.
- DeBellis, Mark . "Conceptual and Nonconceptual Modes of Music Perception." *Postgraduate Journal Of Aesthetics*, 2005: 45-61.
- Elmer, Stefan, Lars Rogenmoser, Jurg Kuhnis, and Lutz Jancke. "Bridging the Gap between Perceptual and Cognitive Perspectives on Absolute Pitch." *The Journal of Neuroscience* 35, no. 1 (2015): 366-371.
- Farber, Anne, and Lisa Parker. "Discovering Music through Dalcroze Eurhythmics." *Music Educators Journal*, 1987: 43-45.

- Fine, Philip , Anna Berry, and Burton Rosner. "The Effect of Pattern Recognition and Tonal Predictability on Sight-Singing Ability." *Psychology of Music*, 2006: 431-477.
- Goodkin, Doug. "Orff-Schulwerk in the New Millennium." *Music Educators Journal*, 2011: 17-23.
- Gordon, Edwin E. "Audiation, Music Learning Theory, Music Aptitude, and Creativity." *Suncoast Music Education Forum on Creativity*, 1989: 73-104.
- Hannon, E. Erin, and Laurel J Trainor. "Music acquisition: effects of enculturation and formal training on development." *Trends In Cognitive Science*, 2007: 72-466.
- Hansen, Brad. "Strategies for Teaching Aural Recognition." 2005. Pacific Northwest Conference Presentation Notes, 2005.
- Hiatt, James S, and Sam Cross. "Teaching and Using Audiation in Classroom Instruction and Applied Lessons with Advanced Students." *Music Educators Journal* Vol. 92, no. No. 5 (2006): 46-49.
- Jacobi, Bonnie S. "Kodály, Literacy, and the Brain: Preparing Young Music Students to Read Pitch on the Staff." *General Music Today*, 2012: 11-18.
- Karpinski, Steven Gary . *Aural skills acquisition: The development of listening, reading, and performing skills in college-level musicians*. New York: Oxford University Press on Demand, 2000.
- Krishnan, Ananthanarayan , and Gavin M. Bidelman. "Neural Correlates of Consonance, Dissonance, and the Hierarchy of Musical Pitch in the Human Brainstem." *The Journal of Neuroscience*, 2009: 13165-13171.
- Krumhansl, Carol L. "Rhythm and Pitch in Music Cognition." 2000: 79-159.

- Levitin, Daniel J. "Absolute Memory for Musical Pitch: Evidence From the Production of Learned Melodies." *Perception & Psychophysics* 56, no. 4 (1994): 414-423.
- McDermott, Josh H., Andriana J. Lehr, and Andrew J. Oxenham. "Is Relative Pitch Specific to Pitch?" *Psychological Science*, 2008: 1265-1269.
- McDonald, Dorothy T., and Gene M. Simons. *Musical Growth and Development*. New York: Schirmer Books, 1989.
- McLean, Claude . "Elementary Directed Listening to Music: A Singing Approach versus a Nonsinging Approach." *Journal of Research in Music Education*, 1999: 238-250.
- Miyazaki, Ken'ichi. "How well do we understand absolute pitch?" *Acoustical Science and Technology* Vol. 25, no. 6 (2004): 426-432.
- Neuhoff, John G., Michael K. McBeath, and Walter C. Wanzie. "Dynamic Frequency Change Influences Loudness Perception: a Central, Analytic Process." *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1999: 1050-1059.
- Parncutt, Richard, and Daniel J. Levitin. "Absolute Pitch." *Oxford Music Online, Grove Music Online*. 2007.
www.oxfordmusiconline.com.proxy1.athensams.net/subscriber/article/grove/music/00070 (accessed December 24, 2014).
- Rogers, Michael R. . *Teaching Approaches in Music Theory, Second Edition: An Overview of Pedagogical Philosophies*. Carbondale and Edwardsville: Southern Illinois University Press, 1984.
- Rogers, Michael R. "How Much Little Has Changed? Evolution in Theory Teaching." *College Music Symposium*, 2000: 110-116.

- Samplaski, Art. "Interval and Interval Class Similarity: Results of a Confusion Study."
Psychomusicology: A Journal of Research in Music Cognition, 2005: 59-74.
- Schellenberg, Glenn E. , and Sylvain Moreno. "Music lessons, pitch processing, and g."
Psychology of Music, 2010: 209-221.
- Smith, Linda D., and Richard N. Williams. "Children's Artistic Responses to Musical Intervals."
 1999: 383-410.
- Ward, Dixon. "Absolute Pitch." In *The Psychology of Music*, edited by Diana Deutsch, 265-
 298. San Diego CA: Academic Press, 1999.
- Weber, Robert J. , and Suellen Brown. "Music Imagery." *Music Perception: An
 Interdisciplinary Journal*, 1986: 411-426.
- Young, Susan, and Joanna Glover. *Music in the Early Years*. Bristol: Falmer Press, 1998.
- Zatorre, Robert J., David W. Perry, Christine A. Beckett, Christopher F. Westbury, and Alan C.
 Evans. "Functional Anatomy of Musical Processing in Listeners with Absolute Pitch
 and Relative Pitch." *Proceedings of The National Academy of Sciences of the United
 States of America* 95, no. 6 (September 1997): 3172–3177.
- אילנברג, הדסה. "לראות את הקולות: השפעה של התנסות ויזואלית-קינסטטית על תפיסת
 הארגון של יצירה מוסיקלית." *חיבור לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה*. באר שבע:
 אוניברסיטת בן גוריון, 2001.
- ברגר, יעל. *מוזיקה לכל*. ירושלים: קסת, 1988.
- גלושנקוף, קלאודיה. "אתה שומע מה שאני שומעת? על דרכי האזנה." *מפתח*, ינואר 1999: 119-
 105.
- *היכולת הקולית בגיל הרך*. תל אביב: מופ"ת, 1999.

- הניק, אבישי, ואחרים. מדע העצב, קוגניציה וחינוך: צוות חשיבה בין-אוניברסיטאי בחסות המדען הראשי. דוח מסכם, תל-אביב: מכון מופ"ת, 2007, 1-291.
- זינתי, עפרה הורביץ. "עמדותיהם של ילדי הגן כלפי שיעורי המוזיקה בגן." תל אביב: מכללת לוינסקי לחינוך בתל אביב, פבואר 2012. 3-6.
- טוביה, צופיה. "השפעת מערכת הציפיות על תהליך לימוד שיר בגילאים שונים." חיבור לשם קבלת תואר מוסמך. רמת גן: אוניברסיטת בר-אילן, 2000.
- כהן, דליה. אקוסטיקה ומוסיקה. ירושלים: אקדמון, 1983.
- התבוננות וחוויה בחינוך המוסיקאלי. ירושלים: הוצאת הספרים ע"ש י"ל מאגנס, 1991.
- לאור, שרה טננבוים. "תרומתה של דיאנה דווייטש להבנת התפיסה המוזיקלית-הדיכוטית בשתי ההמיספרות הימנית והשמאלית במוח." תל אביב: מכללת לוינסקי לחינוך בתל אביב, יולי 1993.
- מועלם-פליוב, אורית. "הבנה מוסיקלית ולמידה של ילדים, כפי שבאים לידי בטוי מתוך תנועותיהם ליצירה מוסיקלית מערבית." חיבור לשם קבלת תואר מוסמך. רמת גן: אוניברסיטת בר-אילן, 2000.
- מרזל, לאה. "חינוך מוסיקלי בגיל הרך בחברה הרב-תרבותית של מדינת ישראל: תפיסות, עמדות ואמונות של מחנכות." חיבור לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה. רמת גן: בר-אילן, 2006.
- סולקין, עדי. "מוזיקה, קואורדינציה ותכנית לימוד." ב-נוף צליל-יחידת הוראה במוזיקה בגיל הרך, בעריכת קלאודיה גלושנקלוף, 83-87. תל אביב: מכון מופ"ת, 1999.
- פוגצ'וב, עמנואל עמירן. רמזורים ותוי בחנוך המוסיקלי. תל אביב: בית המדרש הממלכתי למחנכים למוסיקה, 1974.
- קרן, אילאיל. "התפתחות מוסיקלית בגיל הרך: מה מתפתח?" חיבור לשם קבלת תואר מוסמך. תל אביב: אוניברסיטת תל אביב, 2010.
- רובין, ג'נט, ו מרגרט מריון. דרמה ומוסיקה: פעילות יצירתית לילדים. בתרגומו של סמדר ספיר-יוגב. תל אביב: אור-עם, 1999.

נספחים

רשימת טבלאות

39.....	טבלה 1 : פרוטוקול הניסוי – חלוקה לקבוצות.
41.....	טבלה 2 : מפגש 3 חזרה ראשונה - קטורה
42.....	טבלה 3 : מפגש 3 חזרה ראשונה - יטבתה
42.....	טבלה 4 : מפגש 4 חזרה ראשונה - קטורה
43.....	טבלה 5 : מפגש 4 חזרה ראשונה - יטבתה
43.....	טבלה 6 : מפגש 3 חזרה שניה – קטורה
44.....	טבלה 7 : מפגש 3 חזרה שניה - יטבתה
44.....	טבלה 8 : מפגש 4 חזרה שניה - קטורה
45.....	טבלה 9 : מפגש 4 חזרה שניה - יטבתה
46.....	טבלה 10 : מפגש 8 חזרה ראשונה- קטורה
46.....	טבלה 11 : מפגש 8 חזרה ראשונה- יטבתה
47.....	טבלה 12 : מפגש 9 חזרה ראשונה- קטורה
48.....	טבלה 13 : מפגש 9 חזרה ראשונה- יטבתה
49.....	טבלה 14 : מפגש 10 חזרה ראשונה- קטורה
50.....	טבלה 15 : מפגש 10 חזרה ראשונה- יטבתה
50.....	טבלה 16 : מפגש 8 חזרה שנייה- קטורה
51.....	טבלה 17 : מפגש 8 חזרה שנייה- יטבתה
52.....	טבלה 18 : מפגש 9 חזרה שנייה- קטורה
52.....	טבלה 19 : מפגש 9 חזרה שנייה- יטבתה
53.....	טבלה 20 : מפגש 10 חזרה שנייה- קטורה
54.....	טבלה 21 : מפגש 10 חזרה שנייה- יטבתה

רשימת איורים

- איור 1 : מאפייני הלחן 35
- איור 2 : וורסיה א', טקסט שירי – "נשחק בגן" 36
- איור 3 : וורסיה ב', טקסט צלילי – "מי ידע את שמי?" 37
- איור 4 : צילום מסך מתוך התוכנה Tony 39
- איור 5 : צילום מסך מתוך התוכנה Tony המכיל שיקוף נתונים 40
- איור 6 : צילום מסך מתוך התוכנה Tony. נבדק 13, דיוק בצליל התחלה 47
- איור 7 : צילום מסך מתוך התוכנה Tony. נבדק 14, דיוק בצליל הראשון של הפריודה השנייה 48
- איור 8 : צילום מסך מתוך התוכנה Tony. נבדק 6, דיוק בצליל התחלה 49
- איור 9 : צילום מסך מתוך התוכנה Tony. נבדק 6, דיוק בצליל התחלה 51
- איור 10 : צילום מסך מתוך התוכנה Tony. נבדק 14, דיוק בצליל סיום 53
- איור 11 : צילום מסך מתוך התוכנה Tony. נבדק 8, דיוק בצליל ראשון בפריודה השנייה 54