

Bridges - Stockholm 2018: Mathematics, Art, Music, Architecture, Education, Culture

ליאורה נוטוב



ד"ר ליאורה נוטוב

מרצה בכירה בהאקדמית גורדון, חיפה. על בסיס ניסיונה הרב בהוראה ובחינוך כיתות מב"ר במערכת החינוך פרסמה את הספר "מחנכת בע"מ". כיום היא מכשירה מורים למתמטיקה ותחומי המחקר שלה הם מנהל החינוך, הוראת מתמטיקה ופדגוגיה של המחקר האיכותני. על בסיס מחקריה פרסמה מאמרים בכתבי עת מדעים ומקצועיים, ובשנת 2013 הייתה שותפה של פרופ' אורית חזן לעריכת ספר "הוראת מחקר איכותני: אתגרים, עקרונות, יישום".

בחודש יולי התקיים הכנס השנתי של קהילת Bridges. כנס זה מפגיש בין מדענים מכל מיני תחומים, אנשי מחשבים, מהנדסים, אומנים מתחומים מגוונים ואנשי חינוך מכל העולם. קהילה בין-לאומית זו מקדמת חינוך אינטגרטיבי ברוח STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) ו-STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and-Mathematics). כלומר קשר בין התחומים מתמטיקה, מדע, טכנולוגיה, הנדסה ואומנות. מטרת המפגש השנתי היא לקיים דיאלוג בין-תחומי כדי להעשיר כל אחד מהתחומים כאשר רעיונות מתחום מדע וטכנולוגיה משמשים השראה ליצירות אומנות, וכנגד זה חשיבה אומנותית ויצירות אומנות יכולות להחיות את תהליך למידה-הוראה בכיתה. ללמידה ברוח STEAM יתרונות רבים כמו פיתוח חשיבה ביקורתית ויצירתית המלווה תהליך של חיפוש פתרונות רבים לשאלה-תופעה הנחקרת; ביטוי עצמי בדרכים מורכבות יותר ממילים ומספרים והתאמה לסגנונות למידה מגוונים (Burton, Horowitz, & Abeles, 2000; Eisner, 2002; Fenyvesi & Lähdesmäki, 2017). למידה מסוג זה מתאימה לא רק למערכת החינוך הקדם-אקדמית, אלא גם למערכת החינוך הגבוה. ולראיה, ישנן אוניברסיטאות בעולם שמציעות תארים גבוהים ב-STEM וב-STEAM (למשל Linz School of Education; Fresno Pacific University).

המפגש השנתי של קהילת Bridges הוא גולת הכותרת של פעילות הקהילה והוא מתקיים מדי שנה בסוף חודש יולי או בתחילת חודש אוגוסט, מדי שנה במדינה אחרת. במפגש זה משתתפים למעלה מ-300 איש מכל מיני מדינות באירופה, אמריקה ואסיה. השם שבחרו אנשי הקהילה לעצמם, "גשרים", מבטא היטב את מהות הכנס. במהלך הכנס מתקיימים חוץ ממושבים סטנדרטיים של דיווח על מחקרים והרצאות מליאה מוזמנות, גם סדנאות של למידה אקטיבית, תערוכת אומנות חזותית, אירועים מוזיקליים, פסטיבל סרטים, ערבי שירה והצגות תיאטרון. כמו כן במהלך הכנס נבנה גשר בין אנשי הקהילה המדעית המשתתפים בכנס ובין הקהילה של

להספיק ביום אחד?), אך תחושת הפספוס היא אולי האינדיקציה הטובה ביותר לאיכות התכנים. משלל הסדנאות שהשתתפתי בהן, אספר בקצרה על סדנה אחת שבה בניתי תחנת רוח באמצעות 4D Frames שפיתח חוגול פארק (HoGul Park) מדרום קוריאה. [4D Frames](#) הן קשיות שאפשר לחברן באמצעות מחברים מיוחדים. אפשר לבנות באמצעותם גופים, רובוטים, פסלים וכל מה שתצליחו לייצר בדמיונכם.

מה שלדעתי מיוחד בעזרים אלה הם הפשטות והגיוון ביישום. תחנת הרוח שבנינו בפרק זמן קצר, אפשרה להבין את החוקים הפיזיקליים שמפעילים אותה וגם ליהנות מהאסתטיקה של התוצר – והינה לכם חיבור בין פיזיקה, מתמטיקה, הנדסה ואומנות.

לכנס Bridges הגעתי כדי להציג מחקר שליווה את הקורס "כשמתמטיקה פוגשת אומנות". זהו קורס א-סינכרוני מקוון שפיתחתי ולימדתי בשנת הלימודים תשע"ח באקדמית גורדון. הקורס עסק בשישה מושגים מתמטיים: ריצופים, קשר בין אפס לאינסוף בחישוב שטח והיקף, ראייה מרחבית (בהקשר של צורות בלתי אפשריות), חתך הוזהב, ממד

ודמיון עצמי. בכל אחת מששת יחידות הקורס, הסטודנטיות נדרשו:

1. לבדוק את הידע הקודם שלהן בנושא באמצעות דיון בפורום או באמצעות משימה מקדימה;
2. ללמוד את הנושא המתמטי באחת מהשיטות: סרטון שהכנתי, מאמר או מצגת בנושא;
3. לתרום יצירה מקורית או לא מקורית לגלריה שיתופית ולהסביר במשפט אחד איך המושג המתמטי בא לידי ביטוי ביצירה;
4. לפתור תרגילים או לעשות פעילות חקר בנושא הנלמד (לא להגשה. לכל פעילות ניתן גם

פתרון מפורט);- 5. לבחון את הידע שצברו על המושג הנלמד ביחידה באמצעות מבדק מקוון. בסוף הסמסטר היה מבחן שהכיל שאלות על כל אחד מהמושגים שנלמדו בקורס. מגוון הנתונים שנאספו בקורס ומספר הסטודנטים (127) אפשרו לנתח את הנתונים (Nutov, 2018a, 2018b) וללמוד על תרומת שילוב האומנות בלימודי מתמטיקה. מטרת המחקר הייתה לבחון האם קיים קשר בין יצירות אומנות שסטודנטים יצרו או בחרו כמייצגים את המושגים המתמטיים הנלמדים, ובין הישגים מתמטיים. המחקר היה בין הדיווחים המעטים על המחקרים בתחום STEAM שהוצגו בכנס וזכה להתעניינות רבה. כמו כן זכתה להתעניינות הקהל תערוכה שהוקמה במכללה והוצגו בה עבודות אומנות שסטודנטיות הגישו כחלק ממטלות הקורס (אתם מוזמנים לבקר באתר שליווה את [התערוכה](#)).

האירועים הפחות אקדמיים שהיו בכנס, שעושים אותו לכה שונה מכנסים אחרים שהשתתפתי בהם היו יום המשפחה, הצגה, ערב דיון בנושא STEAM וערב "כישרונות הכנס". יום המשפחה הוא אירוע ותיק של הכנס ומשמש אחת הפעילויות המרכזיות בו. ביום זה משתתפי הכנס עורכים סדנאות לקהל הרחב ומזמנים להם התנסויות במדע בשילוב אומנות. הפעילויות חווייתיות ומיועדות לילדים בכל מיני גילים ולהורים ומתקיימות בשפה האנגלית. היה מעניין מאוד לצפות בילדים בני 5 עד 12 מתמודדים עם הנחיות באנגלית בנושא של מתמטיקה ומוזיקה (הסדנה שבחרתי ללכת אליה).

קידום STEAM יקר לליבם של כל האנשים שמגיעים לכנס זה. השנה הוחלט לקיים דיון חופשי בערב הראשון של הכנס. את הדיון

המדינה המארחת – "יום משפחה". ביום זה מתקיימות סדנאות פתוחות לקהל הרחב. הכנס הראשון של Bridges התקיים בשנת 1998 ב-Southwestern College Winfield שבקנזס, וארגן אותו רזה סרהנגי – Reza Sarhangi (שנפטר השנה ובכנס שהשתתפתי בו הוקדשה סקירה לפעילותו, מה שהוסיף להרגשת המשפחתיות שארחיב עליה בהמשך). סביב הכנס התפתחה קהילה, והכנס מתרחב מדי שנה והיום יש לו ועדה מארגנת ותהליך מסודר של רישום, שיפוט והפצת תוצרים באתר שמכיל את כל המאמרים שהתפרסמו בכנסים, עבודות אומנות שהוצגו בתערוכה השנתית (כדאי מאוד לראות) ועדכונים על הנעשה בעולם בנושא של STEM-ו-STEAM.

השנה זו הייתה הפעם הראשונה שנחשפתי לקהילת Bridges כאשר אישרו לי להציג את המחקר שלי בכנס. נכבשתי. האווירה בכנס היא של משפחה גדולה ומאושרת שמגיעה בשמחה להגיגה השנתית שמצפים לה בקוצר רוח. אתחיל מתיאור המקום שבו התקיים הכנס, לאחר מכן אספר על אחת הסדנאות, על המחקר שלי ולבסוף על האירועים החברתיים שמבדילים כנס זה מכנסים אחרים שהשתתפתי בהם.

השנה התקיים הכנס במוזאון המדע של טטוקהולם (Tekniska Museet – [The National Museum of Science and Technology](#)). המוזאון נמצא באזור של כמה מוזאונים על שפת אגם ציורי. המושבים לסוגיהם התקיימו ברחבי המוזאון שפרוש על שטח גדול ועם גינה טכנולוגית שנראים בצילום, בזמן שמתקיימת בו פעילות רגילה והיה אפשר

להתערבב בקהל ולצפות באורח החיים השוודי. סדנאות אחרות התקיימו במוזאונים הסמוכים: Maritime Museum ו-Ethnographic Museum. בזמן הכנס המשתתפים יכלו ליהנות מביקור במוזאונים אלה בחינם.



הצילומים נלקחו מתוכנית הכנס:

http://bridgesmathart.org/uploads/2018_bridges_program_final_2.pdf



סדנאות: בכל סדנה שהשתתפתי בה, נהנית, למדתי ועם זה הרגשתי שאני מפסידה את התכנים של הסדנאות האחרות. כמובן, אי אפשר להיות בו בזמן בכל הסדנאות (וחוץ מזה, כמה כבר אפשר

שמשתתפי המחקר הם סטודנטים בפרט. מי שמחפש שדה מחקר מעניין ומתפתח – STEAM הוא אחד מהם.

רשימת מקורות

- Burton, J. M., Horowitz, R., & Abeles, H. (2000). Learning in and through the arts: The question of transfer. *Studies in Art Education*, 41(3), 228-257. doi:10.1080/00393541.2000.11651679 DOI: 10.2307/1320379
- Eisner, E. W. (2002). *The arts and the creation of mind*. New Haven & London: Yale University Press.
- Fenyvesi, K., & Lähdesmäki, T. (2017). *Aesthetics of interdisciplinarity: Art and mathematics*. Cham: Springer.
- Nutov, L. (2018a). Is dimension a size, a surface or a space? Pre-service teachers' perceptions of the concept. In B. Maj-Tatis, K. Tasis, & E. Swoboda (Eds.), *Mathematics in the real world* (pp. 231-240). Rzeszow: Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego.
- Nutov, L. (2018b). When mathematics meets art: Does art contribute to the understanding of mathematical concepts? In E. A. Torrence, B. F. Torrence, K. Fenyvesi, & C. H. Séquin (Eds.), *Bridges Stockholm 2018: Conference proceedings* (pp. 341-346). Phoenix, AZ: Tessellations.



הנחה כריסטופר בראונל (Cristopher Brownell). בדיון זה אנשים העלו מחשבות על קידום STEAM וגם שיתפו את הנוכחים על היוזמות בנושא המתקיימות במדינות האחרות. לאחר הדיון הוקמה קבוצה וירטואלית של אנשים שמעוניינים לשתף בחוויות שלהם וגם לבקש עצה ותמיכה. בערב זה זכיתי להכיר שני אנשים שקשורים לנושא "פרקטלים" שמלווה אותי מהתואר הראשון: מתמטיקאי ספרדי, ג'וס לואיס רודריגו (Jose Luis Rodriguez Blancas), שהנחה את בנייתו של שטיח שרפינסקי הגדול ביותר בעולם ומתכנת (שלצערי אני לא זוכרת את שמו), שהיה שותף ליצירת האיורים בספרו החשוב של בנויה מנדלברוט "The fractal geometry of nature".

השנה בכנס הועלתה הצגה "Witches of Agnesi", שכתבה סוזן גרופסקי (Susan Gerofsky) וביים סטיב אבוט (Steve Abbot), שניהם אנשים ותיקים בקהילת Bridges. ההצגה דנה בחייהן ובמאבקן על הזכות לעסוק במתמטיקה מבחינה מקצועית ולקבל הכרה על פועלן האקדמי של שלוש מתמטיקאיות: מריה אגנסי, סופיה קובלבסקי ואמי נויטר. הייחוד של ההצגה היה לא רק התוכן המרתק, אלא גם הביצוע – השחקנים היו משתתפי הכנס וקרוביהם שעשו חזרות במהלך הכנס בזמן קצר מאוד – דבר שלא פגע באיכות ההצגה.



ערב כישרונות של משתתפי הכנס היה הפתעה מוחלטת בעבורי. מתחילת הכנס, מתמטיקאי-אומן נורווגי, מייק נאילור (Mike Naylor) (שאת עבודותיו *Naked Geometry* אני נוהגת להציג בקורסים שלי – תארו לעצמכם איך הגבתי כשפגשתי אותו פנים אל פנים), גייס אנשים להופיע (לצערי אין לי כל כישרון מיוחד ולא השתתפתי). בערב זה אנשים – מדענים שבדרך כלל נחשבים למעונבים ו"יבשים" במידה מסוימת – הפגינו כישרון לא מבוטל בנגינה, שירה, ריקוד, סטנד אפ ועוד. הערב נפתח בתצוגת אופנה מרהיבה על טהרת עיצובים מתמטיים – אם זה בגזרות מיוחדות, בתכשיטים או בהדפסים. מובן שהדוגמנים היו משתתפי הכנס עצמם. הערב נמשך לתוך הלילה כאשר אנשי הכנס התקשו לסיים אותו ואנשי המוזאון, למרות היותם שוודים מנומסים, רמזו בכל דרך אפשרית שהגיע הזמן לסיים. חוויה מרגשת. לצערי, הייתי כה מרותקת ועסוקה בהנאתי עד שלא צילמתי ולא תיעדתי, וחבל כי היו בערב זה פנינים של ממש, כמו למשל עיבוד ייחודי של שירי להקת ABBA לתכנים של STEAM.

לסיכום, הכנס הבא של Bridges מתקיים באוסטריה בעיר Linz מ-16 ביולי עד 20 ביולי. באתר הכנס אפשר להתעדכן בדרישות ולוח הזמנים להגשת הצעות. ממה הספקתי ללמוד על הנושא עד כה, אף שתחום STEAM תופס תאוצה בכל העולם גם במערכת החינוך וגם בחינוך הגבוה, אין מחקרים רבים בתחום בכלל ומחקרים