

בשדה המחקר

דרמה מתחת למיקרוסקופ: תיאטרון בהוראת המדעים

אילת ברעם-צברי
ayelet@technion.ac.il
המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, טכניון

רן פלג
rpeleg@gmail.com
המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, טכניון
תיאטרון "מדעטרון"

"רק חשיפת הצעירים לספרות גבוהה, דרמה ומוסיקה ולהתרגשות שבמדע איכותי, תפתח בפניהם את האפשרות הטמונה ברוח האנושית – תאפשר להם לראות את החזון ולחלום חלומות"

סר ווליאם "אריק" קינלוך אנדרסון

בגישה זו יוכל התלמיד לראות את המדע כחוויה אנושית וחברתית, הוא יתקרב למדע ו המוטיבציה שלו לעסוק בתחום תגבר (Stinner, 1995). תיאטרון ודרמה הן שתי דרכים הומניסטיות לחדור לליבו של המדע (Ødegaard, 2003). בכתבה זו נשתמש במושג 'דרמה' לתאר פעילויות בהן התלמיד משתתף באופן פעיל ואילו במושג 'תיאטרון' נתייחס לחוויה בה תלמיד הוא צופה פסיבי בהצגה 'רגילה'. לשימוש בדרמה ותיאטרון בהוראת המדעים מספר יתרונות. ראשית, הם יכולים לערב את הצופים/משתתפים רגשית ובכך לתרום ללמידה, לגרום לשינוי בעמדות כלפי מדע ולעלות את המוטיבציה ללמידה (Ødegaard, 2003). שימוש בשיטות דרמטיות בכיתה, כמו משחקי תפקידים, מאפשר לתלמידים ללמוד דרך חקר, ניסוי וטעיה ועשייה (Alrutz, 2004). נוסף על כך, ילדים אוהבים ורגילים לשחק, ומשחקי תפקידים בכיתה

לא פעם, כשאני (ר.פ.) מגולל את מסע חיי, שהוביל אותי מתואר שני בהנדסה כימית למחול ולתיאטרון, אני נתקל בהרמת גבה. "אבל אלו שני תחומים נורא שונים!", היא תגובה נפוצה למדי. האומנם כה שונים?

אשכנזי (2006) טוען שהמרחק בין מדע ואומנות אינו רב כפי שנהוג לחשוב. אומנם התוצרים הפיזיים של שני התחומים שונים במהותם וכך גם הדרך בה החברה תופסת אותם (מדע נתפס כמעשי בעוד אומנות נקשרת עם אסתטיקה לאו דווקא שימושית), אך בשניהם מעורבים תהליכים קוגניטיביים דומים. גם במדע וגם באומנות משתמשים בשפה מטפורית ושני התחומים חוקרים ומפרשים את העולם בדרכם.

אשכנזי הוא רק קול אחד במגמה הדוגלת בהוראת מדעים בגישה הומניסטית, במטרה לקרב בין מקצועות המדע וההומניסטיקה.

התיאטרון בהוראת המדעים. יישומים אלו נמצאים במיקומים שונים על גבי הצירים שהוזכרו.



❖ דרמה בכיתה

השימוש בדרמה בכיתה המדעים נעשה בדרך כלל באמצעות משחקי תפקידים וסימולציות בהם הלומדים לוקחים חלק ומגלמים תפקיד מסוים. בפעילויות אלו ניתן להמחזיז תופעה מדעית כלשהי, כמו העברת מידע במערכת העצבים, כאשר תלמיד אחד הוא המידע המועבר והשאר הם שרשרת של תאי עצבים, או לשפוך אור על היבטים חברתיים של המדע, כמו במקרה של רופאה שצריכה להחליט כיצד לחלק את המשאבים שיש לה או מדענית שצריכה להחליט אם לבצע ניסויים בבעלי חיים. פעילויות מסוג זה מאפשרות לילדים לחקור את הנושא, להתחבר אליו רגשית וחוויתית ולצור תחושת בעלות (ownership) על תהליך הלמידה. מן הבחינה הזו שימוש בדרמה דומה לשיטות הוראה קונסטרוקטיביות אחרות (Alrutz, 2004). בכדי להמחיש את הנושא נציג כמה דוגמאות קונקרטיות לשימוש בדרמה בכיתות מדעים.

בעקבות רפורמה שהונהגה ב-2005 בדנמרק, ולפיה כל תלמיד חייב בלימודי מדע, פותחה תוכנית לימודים הנקראת DSP – dramatic science play (www.dsp.sdu.dk)

מאפשרים להם לעסוק בפעילות זו (McSharry & Jones, 2000). לבסוף, תיאטרון ממקם את המדע באור הזרקורים, כך שניתן לנצל את הזיקה הגדולה של בני הנוער לפרסום ולסלבריטאות, כדי להפוך את המדע לידוע (Osborne & Dillon, 2008).

❖ אפיון תיאטרון ודרמה בהוראת המדעים

את השימוש בדרמה ותיאטרון בהוראת המדעים ניתן לאפיין באמצעות מספר צירים: התוכן המדעי: מהו התוכן המדעי או הסוציו-מדעי בהצגה? ההצגה יכולה לעסוק בתוכן המדעי עצמו – תופעות כמו תגובות כימיות, תהליכים ביולוגים וכו'. הצגה עשויה לעסוק במהות המדע – למשל הצגה המתארת את התפתחות ההיסטורית של המודל החלקיקי. או שהיא יכולה לעסוק במקומו ותפקידו של המדע בחברה, כמו למשל בהצגה הדנה בהשלכות החברתיות של גילוי הביקוע הגרעיני או תורת האבולוציה (Ødegaard, 2003).

האופי התיאטראלי של הפעילות: האם ההצגה מתוטרטת מראש או מאולתרת? האם את ההצגה יוצרים התלמידים או שחקנים/מורים? האם הלומדים אקטיביים בתהליך היצירה או שהם ממלאים תפקיד של צופים פאסיביים? (Ødegaard, 2003)

הסברים והדגמות: מהו אופי ורמת הפירוט של ההסברים המדעיים שניתנים בהצגה? האם מתבצעים ניסויים או הדגמות על הבמה?

מערך הפעילות: האם הפעילות היא חד פעמית או שהיא מתבצעת כסדרת מפגשים?

כל אחד מצירי האפיון הללו רציף, ושילוב של אפשרויות אלו יכול לצור קשת רחבה של יישומי דרמה בהוראת המדעים. בכתבה זו נדון בשני יישומים מבחינה מעשית ומחקרית: הראשון הוא שימוש בדרמה בכיתה והשני הוא

Kofoed, 2006)). התוכנית דנה בהיבטים השונים של הטלת פצצת האטום על הירושימה ונגסאקי במלחמת העולם השנייה, באמצעות המחזה של שתי פגישות דמיוניות שהתקיימו בבית הלבן המתבצעת ע"י התלמידים. לאחר קריאת חוברת הכנה המספקת רקע לנושא, התלמידים מתחלקים לקבוצות אם של שישה וכל תלמיד בוחר דמות מתוך רשימה של בעלי תפקידים. על התלמיד ללמוד את הנושא שבו הדמות שלו מתמחה (הרופא בהשפעות של קרינה רדיואקטיבית, הפיזיקאי בבקוע גרעיני וכו'). לפני שמפעילים את משחק התפקידים כל בעלי התפקידים מהקבוצות השונות, נפגשים יחדיו לדיון במה שהם למדו בקבוצות מומחים (כל 'רופאים' מכל הקבוצות, כל הפיזיקאים וכו') בשיטת הג'י'קסו. משחק התפקידים עצמו מנוהל על ידי התלמידים, עם חזרתם לקבוצות האם, ובו כל אחת מהקבוצות יושבת לחוד וממחיזה את הדיונים שהתקיימו בפגישות בבית הלבן. למעשה, אין מצב שבו התלמידים מופיעים מול קהל, אלא, הדיונים מתבצעים בזמן שהמורה משקיף בהם מהצד בהם. בשלב הסיכום מאחדים את כל הקבוצות ומנהלים דיון כתי. הערכה של הלמידה נעשית באמצעות מכתב אותו התלמידים כותבים בתור הדמות שלהם לקרוב משפחה או לילד שטרם נולד. בתוכנית זו נבחר נושא פצצת האטום מאחר והוא נושא שעדיין מופיע בכותרות, יש לו נגיעות חברתיות מובהקות והוא מתקשר לנושאים הנלמדים בתוכנית הלימודים בפיזיקה בדנמרק. במחקר שהתבצע על התוכנית, וכלל תלמידים מחטיבת הביניים וחיטיבה עליונה שהשתתפו בפרוייקט, נמצא, שהתלמידים התלהבו משיטת הלימוד ושחלק גדול הביעו עניין רב יותר בפיזיקה לאחר הפרוייקט.

הדוגמא הבאה לקוחה מתוך ההקשר הישראלי. קבוצת תלמידים מצטיינים בחטיבת הביניים בבית ספר במרכז הארץ, השתתפה

במהלך השנה בסדרת ניסויים ושיעורים פרונטלים על תהליכים ביולוגים המשמשים את האדם (ביוטכנולוגיה בסיסית). המורה ביקשה לסכם את החוג בצורה חווייתית, והחלט שהתלמידים בקבוצות יבנו מיני-הצגות שיעלו בערב חגיגי מול ההורים והתלמידים האחרים. התלמידים התחלקו לקבוצות של כ-3-5 תלמידים ולכל קבוצה בחרה נושא שאותו היא תחקור ותציג. תהליך העבודה כלל:

1. מחקר קצר וסיכום של עשרת הרעיונות החשובים ביותר שאותם הם רוצים להציג
2. בחירת דמויות ומסגרת כללית למיני-הצגה
3. כתיבת תסריט
4. חזרות המבוססות על התסריט

אחד מהכותבים (ר.פ.) הנחה והדריך את התלמידים במהלך הפקת ההצגות. התהליך כלל שישה מפגשים עם כל קבוצה. את התסריטים ורוב החזרות הילדים עשו בעצמם. קבוצה אחת דימתה סיטואציות מהכיתה וכללה ניסוי עם שמרים, בקבוצה שנייה הילדים חיקו פרסומת שהופיעה בטלוויזיה באותה עת וקבוצה שלישית בחרה פורמט של חידון. הקבוצה הרביעית בחרה להסריט סרט במקום לצור הצגה ושילבה בתוכו קטעי אנימציה ממוחשבת. בראיונות שבוצעו אחרי ההצגה, הילדים הביעו הנאה מהפרוייקט וגם העריכו את ההתנסות. התלמידים הבייטנים העריכו את ההזדמנות שניתנה להם להתמודד עם פחד במה. כל התלמידים העידו שהם זוכרים טוב את הנושא שהם הציגו, בזכות תהליך כתיבת המחזה והחזרות הרבות על הטקסטים.

בספרות דווחו ונחקרו מספר פרויקטים נוספים, כגון משחק תפקידים לתלמידים בכיתה ח' המדגימים את שרשרת המזון (Alsop, 2001), פעילות המשלבת בין ניסויים ובין דרמה בכיתות ח' וי' העוסקת במעגלים חשמליים (Tveita, 2000), משחקי תפקידים המדגימים מצבי צבירה ואת המבנה של

מסיירות כגון Y-touring או arc theatre. בישראל מרבית ההצגות הופקו על ידי מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד בירושלים, כגון סדרת ההצגות "ד"ר מולקולה", שבה המדען ד"ר מולקולה מדגים תופעות שונות על הבמה. ההצגה "מה פתאום אטום" (שהופקה בין היתר על ידי אחד מכותבי כתבה זו ושקטעים ממנה הוצגו בכנס מוט"ב האחרון, שהתקיים במחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים בטכניון ביוני 2009), עוסקת בנושא החומר. במהלך ההצגה בת וכן נכנסים לראשונה לכיתה המדעים. לכל אחד אופי שונה וצורה שונה בה הוא מתייחס לשיעור ולמדע. תוך הרפתקה בה הם מחפשים אחר אוצר, פוגשים מדען, נכנסים אל תוך חומרים מיקרוסקופיים, ומשתתפים בחידון מותח עם הקהל. במהלך ההצגה הם לומדים את המושגים מסה, נפח, חומר, אטומים ומולקולות.



הצגות רבות העוסקות בנושאים מדעיים או סוציו-מדעיים לא נבנו על בסיס אג'נדה חינוכית. לדוגמה ההצגה "קופנהגן" מאת מייקל פריין, עוסקת במפגש בין הפיזיקאים נילס בוהר וורנר הייזנברג בשלהי מלחמת העולם השנייה, ובה מוצגים הן פן אתי-חברתי והן אלמנטים ממכניקת הקוונטים. ההצגה "הפיזיקאים" מאת דירנמט דנה בתפר בין מדע כתחום אינטלקטואלי בלבד ומדע כתחום

אטומים ומולקולות (Metcalf, Abbott, Bray, Exley, & Wisnia, 1984) ואפילו משחקי תפקידים הקשורים בחינוך מיני (McSharry & Jones, 2000). מהמחקרים הללו עלה כי השימוש בדרמה יכול לתורם להבנה עמוקה יותר של הנושאים, אך לא תמיד תורם ליכולת לזכור עובדות (Metcalf et al., 1984; Ødegaard, 2003).

דרמה יכולה להיות פעילות מועילה בכיתה, הן כפעילות השוברת את רצף השיעורים הרגילים, ככלי להכניס רגש לכיתה וכגירוי להתחיל דיון. לעיתים למורים יש רתיעה מהשימוש בדרמה בכיתה עקב חוסר הכרות עם השיטה או פחד מאיבוד שליטה על המתרחש בשיעור (Alrutz, 2004; McSharry & Jones, 2000), אך יש לציין שבהרבה מהפעילויות התלמידים יכולים לעבוד בעצמם ולא צריכים הדגמות או עזרה בפן הדרמתי של הפעילות. המורה יכול לכוון את התוכן בתחום המדעי והמדעי-חברתי בלבד.

דרמה בכיתה המדעים מתאימה למגוון גילאים אך חשוב להתאים את תוכן ומבנה הפעילות לגיל. לילדים הקטנים תתאים פעילות שהיא יותר מובנת והעוסקת בתופעות מדעיות פשוטות. ככל שמדובר בתלמידים בוגרים יותר, ניתן לתת יותר חופש לחקור ולהמציא. כמו כן ניתן לדון בנושאים בעלי תוכן חברתי מורכב יותר. יש לציין שהשימוש במשחקי תפקידים ודרמה אינו מוגבל לילדים בלבד ונעשה בהם שימוש גם בהקשרים עסקיים ואף בהשכלה גבוהה.

❖ תיאטרון בהוראת המדעים

הצגות חינוכיות בנושא מדע מתקיימות בארץ ובכל רחבי העולם. ברחבי העולם ניתן למצוא הצגות המופיעות במוזיאונים מדע כגון: מוזיאון המדע בבוסטון או מוזיאון המדע הלאומי בלונדון, כמו גם קבוצות תיאטרון

יישומי לעתים אף הרסני (פיתוח פצצות האטום). הצגות אלו שנועדו לקהל בוגר, יכולות אף הן להוות נקודת התחלה או פעילות סיכום לחומר סוציו-מדעי הנלמד בכיתה.

מעט מאד מחקר נעשה על השימוש בתיאטרון בהוראת המדעים ועל תהליכי הלמידה דרך תיאטרון בכלל. השלמת הפער הזה היא מטרת מחקר, שאנו מנהלים בשנה האחרונה, במחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, בטכניון. אנו מנסים להבין את תהליך הלמידה המתרחש דרך הצגות ולנסח המלצות מעשיות מבוססות מחקר, לגבי התכנון והשימוש בהצגה מדעית.

אחת מהתוצאות המעניינות שגילינו היא שבנות שצפו בהצגת המדע "מה פתאום אטום" שיפרו את ציוניהן בשאלוני ידע באופן משמעותי, יותר מאשר בנים שצפו באותה ההצגה. תוצאה זו מעניינת ומחזקת תוצאות דומות שנמצאו במחקרים בשדות קרובים. מחקר שנעשה סביב תוכנית מדע לילדים בשם "Bill Nye the Science Guy" בארה"ב, עקב אחרי תלמידים שצפו בתוכנית. המחקר מצא שבנות, שהתחילו את הצפיה עם פחות ידע במדעים מאשר הבנים, צמצמו פער זה לאחר צפיה במשך תקופה של כמה חודשים (Rockman et al., 1996). טוויטה (Tveita, 2000) מצא שהפעלת פעילות דרמה בשיעורי פיזיקה בנושא של מעגלים חשמליים, עזרה לבנות לצמצם פערי ידע שהיו להן בהשוואה לבנים, כך שבתום הפעילות לא נמצא הבדל ברמת הישגים. במחקר אחר שבדק באיזה שיטות תלמידים מעדיפים ללמוד מדע, הקטגוריה שבה היה ההבדל הגדול ביותר בין המגדרים היה השימוש בדרמה. אומנם בנים הביעו רצון ללמוד מדע דרך דרמה, אך בנות הראו התלהבות גדולה בהרבה (Klepaker,) (Almendingen, & Tveita, 2007). טרם מצאנו הסבר מחקרי לתופעה זו, אך אנו משערים כי

הסיבות לכך יכולות להיות רבות. בנות נוטות להישגים טובים יותר בקריאה מבנים (Moss, 2000), מכאן שהצגת המדע בדרך של סיפור עשויה לתת לבנות יתרון בתהליך הלמידה. הסבר אפשרי נוסף הוא הקשר בין הישגים ועמדות. ויינברג (Weinburgh, 1995) גילה שעמדות כלפי מדע משפיעות יותר על הישגי הבנות מאשר על הישגי הבנים. לכן שבירת הדמות הקרה וחסרת הרגש של המדע עשויה להשפיע יותר על הישגי בנות מאשר על הישגי בנים. במחקרו של טוויטה (Tveita, 2000), שאלו הבנות שהשתתפו במחקר אם יחידת הלימוד הדרמטית באמת עוסקת בפיזיקה, מכיוון שהפיזיקה נראתה להן קלה מדי.

ניתן לראות כי דרוש מחקר מעמיק על מנת להבין את הסיבה להבדלים בין בנים לבנות בכל הקשור ללמידה מתאטרון. יחד עם זאת, משלל הדוגמאות המחקריות שניתנו בכתבה, עולה כי תיאטרון ודרמה יכולים לתרום לגוף הידע של כל התלמידים, לשפר עמדות ולצמצם פערי הישגים בין בנים ובנות בקשר למדע.

❖ מקורות

Alrutz, M. (2004). Granting science a dramatic license: exploring a 4th grade science classroom and the possibilities for integrating drama. *Teaching Artist Journal*, 2(1), 31-39.

Alsop, S. (2001). Seeking emotional involvement in science education: food-chains and webs. *School Science Review*, 83(302), 63-68.

Ashkenazi, G. (2006). Metaphors in science and art: Enhancing human awareness and perception. *Electronic Journal of Science Education*, 11(1).

Klepaker, T., Almendingen, S. F., & Tveita, J. (2007). Young Norwegian students' preferences for learning activities and the influence of these activities on the students'

Osborne, J., & Dillon, J. (2008). Science education in Europe: Critical reflections. A report to the Nuffield Foundation.

Rockman et al. (1996). Evaluation of the Bill Nye the Science Guy television series and outreach. San Francisco, California, U.S.A.: Rockman et al.

Stinner, A. (1995). Contextual settings, science stories, and large context problems: towards a more humanistic science education. *Science Education*, 79(5), 555-581.

Tveita, J. (2000). Helping students to understand the electron model for simple circuits by use of a drama model and other untraditional learning methods. Available: <http://fysikk.hfk.vgs.no/johannestveitapaper.doc> [2009, 25 April.]

Weinburgh, M. (1995). Gender differences in student attitudes toward science: A meta-analysis of the literature from 1970 to 1991. *Journal of Research in Science teaching*, 30(4), 387-398.

attitudes to and performance in science. *NorDiNa*, 1, 45-56.

Kofoed, M. H. (2006). The Hiroshima and Nagasaki bombs: Role-play and students' interest in physics. *Physics Education*, 41(6), 502-506.

McSharry, G., & Jones, S. (2000). Role-play in science teaching and learning. *School Science Review*, 82(298), 73-82.

Metcalf, R. J. A., Abbott, S., Bray, P., Exley, J., & Wisnia, D. (1984). Teaching Science Through Drama: an empirical investigation. *Research in Science & Technological Education*, 2(1), 77-81.

Moss, G. (2000). Raising boys' attainment in reading: some principles for intervention. *Reading 34:4*, p. 101-106, 34(4), 101-106.

Ødegaard, M. (2003). Dramatic Science. A Critical Review of Drama in Science Education. *Studies in Science Education*, 39(1), 75 -101.

מה פתאום אטום?

