

הרצאות פופולאריות של מדענים על נושאים מתקדמים בפיסיקה: אפיון של הסברים, שילוב בהוראה, ומחקר על למידה

שולמית קפון, תקציר עבודת הדוקטורט, 2009

בהנחיית פרופ' בת שבע אלון ופרופ' אורי גניאל

תקציר

הפיסיקה של המאה העשרים בתחומים כמו קוסמולוגיה, תורת הקוונטים וכדומה, מכילה רעיונות שמציתים את הדמיון. למרות זאת, רעיונות אלה נעדרים כמעט לחלוטין מהסילבוס התיכוני, שכן רעיונות מתקדמים בפיסיקה נתפסים כבלתי ניתנים להסבר לקהל שאין לו רקע אקדמי בפיסיקה. עבודה זו בוחנת כיצד נושאים מתקדמים בפיסיקה מוצגים לקהל הרחב בהרצאות מדעיות פופולאריות הניתנות ע"י פיסיקאים המוכרים כמרצים פופולאריים מצוינים. כמו כן, העבודה בוחנת כיצד ניתן להשתמש בהרצאות הללו להצגת נושאים מתקדמים בפיסיקה לתלמידי תיכון ולמורים.

כיצד ניתן להסביר רעיונות מדעיים עמוקים ומורכבים לקהל שאין לו רקע מדעי מתאים? כיצד ניתן להשתמש בהרצאות מדעיות פופולאריות על מנת להעשיר את הסילבוס של הפיסיקה התיכונית בנושאים עדכניים? כיצד ניתן לשלב הרצאות כאלה בהתפתחות המקצועית של מורים לפיסיקה? מה המשמעות של למידה בהקשר זה? אלו השאלות שהובילו את עבודת המחקר.

לעבודה שני חלקים. החלק הראשון מתאר מחקר משווה שנערך על 7 הרצאות פופולאריות, שניתנו ע"י פיסיקאים הידועים גם כמרצים פופולאריים מצוינים. התופעה נחקרה משלוש פרספקטיבות: ההרצאות (N=7), המרצים (N=7), והקהל (80 מורים לפיסיקה ו-169 תלמידים). החלק השני של העבודה מתאר מחקר הוראה שבוחן את השימוש בהרצאות מדעיות פופולאריות להוראת נושאים מתקדמים בפיסיקה במסגרות פורמאליות - בתי ספר תיכוניים והשתלמויות מורים. המחקר כלל 20 מורים לפיסיקה שהשתתפו בהשתלמות בה הוצגו, בין השאר, 3 הרצאות, ו-14 תלמידים מהמכינה הקדם אקדמית בטכניון שהשתתפו בניסוי למידה על 2 הרצאות. המורים והתלמידים למדו נושאים מתקדמים בפיסיקה תוך שימוש בהרצאות מדעיות פופולאריות ברשת, ותוך שימוש בפעילויות השיתופיות המלוות הבאות שפותחו במיוחד למטרה זו: סיכום מודרך של הרצאה, ושחזור אקטיבי של הטיעונים (ארגומנטציה) וההיסקים האנלוגיים שהוצגו בהרצאה.

המחקר התייחס לשלושת ההיבטים הבאים: (1) תוכן - אפיון של ההסברים ותהליך העיצוב שלהם. (2) למידה - אפיון תהליכי הלמידה וההישגים הבאים לידי ביטוי בתנאים טבעיים (קהל המקשיב להרצאה פופולארית), ובמסגרות הוראה פורמאליות (בכיתה תוך שימוש בכלי הוראה מלווים). (3) הוראה - פיתוח של פעילויות מתווכות לליווי הלמידה מהרצאות פופולאריות וחקירת האופנים בהם ניתן להשתמש בהרצאות ובפעילויות כדי לשלב באופן אפקטיבי נושאים מתקדמים בפיסיקה בסילבוס התיכוני ובהשתלמויות מורים.

הממצאים מצביעים על כך שהרצאות מדעיות פופולאריות טובות הניתנות ע"י מדענים מציגות תוכן, מבנה ואמצעי הסבר שמשדרתם באופן ברור את המטרות של המרצים. יותר מכך, קיימת חפיפה רבה בין מטרות המרצים לבין ציפיות הקהל מהרצאות אלה. המרצים והקהל הצהירו שהרצאות פופולאריות טובות חייבות להעביר באופן ברור לציבור ידע מדעי

עדכני, ובו בזמן ליצור בציבור עניין והערכה כלפי המדע. יחד עם זאת, הקהל הדגיש יותר את התוכן המדעי, ואילו המרצים הדגישו יותר את העניין וההערכה כלפי המדע.

ניתוח ההרצאות מצביע על כך שהרצאות פופולאריות טובות חולקות מבנה הסבר משותף – ההסבר המדעי המתורגם (TSE - Translated Scientific Explanation). מבנה זה בנוי מארבע צבירים (Clusters) של מרכיבי הסבר: גישות אנלוגיות, סיפור, ארגון ידע, ותוכן. המחקר מגדיר את מבנה ההסבר, וגוזר ממנו 12 עקרונות עיצוב שיכולים לכוון את העיצוב של הרצאות חדשות. מבנה ההסבר מראה באופן מפורש כיצד המרצים מגשרים על הפער בין הידע המקדים של הקהל לבין הידע בו עוסקת ההרצאה. המבנה יכול גם לשמש לצורך הערכה של הרצאות אחרות ולכוון את העיצוב של פעילויות מתווכות.

מורים לפיסיקה רבים מתייחסים להרצאות מדעיות פופולאריות כ"בידור אינטליגנטי" ואינם רואים בהם מקור לגיטימי להוראת פיסיקה. ממצאי המחקר הנוכחי אינם מתיישבים עם תפיסה זו. התוצאות מצביעות על כך שכשפעילויות ממוקדות-לומד מלוות הרצאות מדעיות פופולאריות מתקבלת למידה משמעותית. יחד עם זאת, תהליכי הלמידה וההישגים שונים מאלו הנצפים בלמידת חקר או בפיתרון בעיות. ניתוח השיח מראה שבמהלך ההרצאה יש עלייה במספר המופעים של ששת הממדים של הידע הדקלרטיבי כפי שהוגדרו על ידי צ'י ואולסון: גודל, קשרים, עקביות, מורכבות, הפשטה, ונקודת ראות חדשה. בשיח באו לידי ביטוי גם מספר ביצועי הבנה כפי שהוגדרו ע"י פרקינס: הסבר, הצדקה, השוואה והנגדה, ושילוב בתוך הקשר רחב, אך לא נצפו הביצועים הבאים: ייצור דוגמאות מקוריות לעקרון, שימושים לצורך הסבר של תופעות חדשות, והכללה. עדויות נוספות ללמידה הופיעו בזיכרון לטווח ארוך של תוכן מדעי, ובהעברה (טרנספר) של זיהוי היבטים של השיטה המדעית. השימוש המפורש בידע מדעי קודם שנלמד בביה"ס (בצורה נכונה ומוטעית), במהלך הדיונים המודרכים ע"י הפעילויות, מהווה עדות נוספת ללמידה משמעותית. יותר מכך, הפעילויות המתווכות העצימו את הלמידה ללא תלות בנושא ההרצאה.

לפיכך אנו טוענים שניתן לשלב בסילבוס התיכוני המסורתי נושאים עדכניים בפיסיקה על ידי שימוש בהרצאות מדעיות פופולאריות, באופן שיעשיר את הידע הדקלרטיבי המדעי של הלומדים ומספר ביצועי הבנה המתייחסים לידע זה. הממצאים גם מצביעים על כך שהרצאות כאלה יכולות לשמש כפלטפורמה להצגת השיטה המדעית וכהקשר להוראת המיומנות של הצגת טיעון מדעי. הדיון מטפל גם בהשלכות התיאורטיות והמעשיות.