



מכון ויצמן למדע
WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE

Thesis for the degree
Doctor of Philosophy

עבודת גמר (תזה) לתואר
דוקטור לפילוסופיה

Submitted to the Scientific Council of the
Weizmann Institute of Science
Rehovot, Israel

מוגשת למועצה המדעית של
מכון ויצמן למדע
רחובות, ישראל

By
Shahar Abramovitch

מאת
שחר אברמוביץ

המשגת אנרגיה ע"י מדענים, בעיתונות הדיגיטלית ותלמידי חטיבות
ביניים.

Conceptualizing energy by practicing scientists, in the
online media and by junior high school students

Advisor:
Professor David Fortus

מנחה:
פרופסור דיוד פורטוס

May 2019

אייר תשע"ט

תקציר

ישנן שתי אוכלוסיות שונות של תלמידים הלומדים יחד מדעים בחטיבת הביניים-אלה שעשויים להמשיך ללמוד מדע או הנדסה כתואר מתקדם וייתכן ויהפכו למדענים ומהנדסים עתידיים, ואלו שילמדו מעט מאוד מדע בהמשך, ובדרך כלל לא ילמדו יותר מדע בצורה פורמלית. לפיכך, ההוראה של המדע בחטיבת הביניים צריכה לעשות את הבלתי אפשרי ולדלג בין שני מסלולים מקבילים, כלומר בין אלו שצריכים את הבסיס ללימודי המשך במדע וטכנולוגיה (מדעני ומהנדסי העתיד) לעומת הקניית אוריינות מדעית בסיסית לאלה שלא ימשיכו ללמוד מדע וצריכים להיות צרכנים נבונים של מדע.

אנרגיה היא אחד המושגים הבסיסיים של המדע, בכל הדיסציפלינות. בשל מרכזיותו, האנרגיה זוהתה על ידי ה-Framework for K-12 Science Education (2012) כמושג חוצה-דיסציפלינות (Cross-Cutting Concept) המגשר בין הדיסציפלינות המדעיות השונות. ההוראה על אנרגיה בחטיבת הביניים צריכה לספק את ההבנה הבסיסית של אנרגיה, בין אם התלמידים ימשיכו ללמוד יותר מדע או לא. ביסוד הדרישה ללמד אנרגיה כ-CCC היא ההנחה המשתמעת שלפרספקטיבות המייצגות את משמעויות השונות של האנרגיה יש משהו במשותף, אשר צריך להיות מוקד ההוראה ולתמוך באופן שבו האנרגיה משמשת את כל העוסקים בדיסציפלינות השונות.

מטרתה של עבודת הדוקטורט הנ"ל היא להתייחס לדילמה האם ההמשגה של אנרגיה כ-CCC מתאימה הן למדענים עתידיים והן לאזרחים הלא מדענים העתידיים. כדי לענות על השאלות האלה, תחילה ראיתי מדענים מובילים מדיסציפלינות שונות וביקשתי מהם להסביר תופעות מתחומים שונים, שהמשותף ביניהם הוא ניתן להסבירם במגוון דרכים, אחד מהם הוא הסבר אנרגטי. התוצאות שלי מצביעות על כך שהמדענים המנוסים שראיתי לא באמת תופשים את מושג האנרגיה כ-CCC.

שנית, חקרתי האם תכנית הלימודים בחטיבות הביניים, כפי שמנוסחת במסמכים לאומיים רשמיים, עוזרת לתלמידים לבנות את הידע הדרוש לצרכנים של מחקר מדעי מתמשך. לשם כך, קטלגתי את תפיסות האנרגיה כפי שמוצגות בפריטי מדע באתרים מקוונים, המיועדים לקהל משכיל המורכב מאנשים שאינם עוסקים במדע או בהנדסה. התוצאות שלי מראות כי אנרגיה מוצגת רק לעתים נדירות בכתבי עת איכותיים אלה בדרך שבה היא נלמדת בכיתה. כלומר, אם תלמיד יחליט

לקרוא באינטרנט מאמר בנושא אנרגיה או מורה אשר יחליט להשתמש בחדשות מדעיות לשם עידוד משימת האוריינות, הם ימצאו פער גדול בין תכנית הלימודים לבין האופן שבו האנרגיה מוצגת כעת באינטרנט.

שלישית, מאחר שרציונל תכנית הלימודים הישראלית לחטיבות ביניים מדגיש את המטרה של יצירת תלמידים בעלי אורייניות מדעית, שאלתי האם וכיצד ההוראה בתחום האנרגיה בבתי הספר בישראל מסייעת לתלמידים לפתח את ההבנה המושגית הדרושה כדי להבין את הכתבות הקשורות לאנרגיה משאלת המחקר הקודמת? לשם כך נתתי לתלמידי כיתות ז' ו-ט' כתבות ערוכות שבסופן שאלות שבודקות את תפיסות האנרגיה של התלמידים. התוצאות מראות שרוב התלמידים משתמשים בתפיסות נאיביות בעת מענה לשאלות על מאמר הקשור לאנרגיה. מעטים יחסית מתבססים על תפיסות הקשורות לאנרגיה שבבסיסן הוא החינוך המדעי שלמדו בבית הספר.

לסיכום, התוצאות מראות שההוראה הנוכחית אינה מקדמת את המדענים העתידיים ולא את האזרחים העתידיים. תפיסת האנרגיה כ-CCC היא משימה קשה הדורשת, לדעתי, שינוי עמוק יותר בתכנית הלימודים. שינוי זה צריך להתחיל עם גישור הפערים הקיימים בין הדיסציפלינות בתוכנית הלימודים, תוך הדגשת הבדלים בין הדיסציפלינות ולא התעלמות מהם על מנת ליצור מסלול אינטרדיסציפלינרי אמתי שיאפשר הוראת אנרגיה איכותית שתשרת את 2 האוכלוסיות.